

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Estructura y Diversidad de las Comunidades Vegetales en la Gran Sierra
Plegada en Coahuila, México

Por:

LETICIA CASTILLO BALCAZAR

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Estructura y Diversidad de las Comunidades Vegetales en la Gran Sierra
Plegada en Coahuila, México

Por:

LETICIA CASTILLO BALCAZAR

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



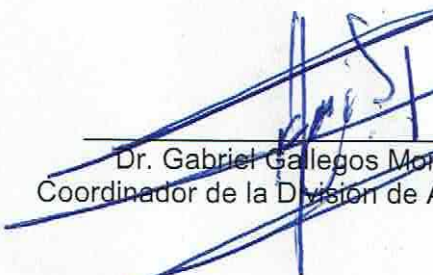
Dr. Ismael Cabral Cordero
Asesor Principal



Dr. Juan Antonio Encina Domínguez
Coasesor



M.C. Laura María González Méndez
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2019

DEDICATORIA

A mis padres.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitir realizar mi desarrollo profesional.

Al Dr. Juan A. Encina Domínguez, por todo el apoyo, la orientación, el tiempo y la confianza para la realización de este trabajo.

Al Dr. Ismael Cabral Cordero por apoyo en literatura y revisión del trabajo, por comentarios y sugerencias, por el apoyo incondicional y desinteresado hacia mi persona, por tantas enseñanzas y tanto cariño.

A la M.C. Laura María González Méndez por el apoyo en la revisión del trabajo, así como sugerencias para el mejoramiento del mismo.

Al Biol. Sánchez De La Peña y al Renacer de la Sierra por las facilidades al brindarme un lugar donde establecerme mientras realizaba los recorridos de campo.

A mis amigos y familia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	I
ABSTRACT	II
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
3.2. Objetivos específicos	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. Subprovincia de la Gran Sierra Plegada	4
3.2. Vegetación de la Gran Sierra Plegada	4
3.3. Comunidades vegetales en la subprovincia florística de la Sierra Plegada	5
3.3.1. Bosque de Encinos	5
3.3.2. Bosque de Pinos	5
3.3.3. Matorral	6
3.4. Aspectos fitogeográficos	7
3.5. Aspectos ecológicos	7
3.6. Endemismos	8
3.7. Provincia florística de la Sierra Madre Oriental	8
3.8. Comunidades vegetales	9
3.9. Factores físicos de la distribución de la vegetación	9
3.10. Heterogeneidad de la vegetación	11
3.11. Efectos del fuego en la sucesión vegetal	11
3.12. Estructura y composición en comunidades vegetales	13
3.13. Diversidad y riqueza de especies	13
3.14. Cuencas hidrográficas	14
3.14.1. Clasificación de cuencas hidrográficas	14
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1. Descripción del área de estudio	16
4.1.1. Localización del área de estudio	17
4.2. Rasgos físicos	18
4.2.1. Fisiografía	18
4.2.2. Geografía y suelos	18
4.2.3. Hidrología	19
4.2.4. Clima	19
4.3. Rasgos biológicos	20
4.3.1. Vegetación	20
4.4. Metodología para el muestreo de vegetación	21
4.4.1. Selección y caracterización de las localidades de muestreo	22
4.4.2. Establecimiento de los sitios de muestreo	22

4.5.	Técnica para el muestreo de los atributos de la vegetación	24
4.5.1.	Método del cuadrante	24
4.5.2.	Cálculos derivados de la medición de la vegetación	26
4.5.3.	Clasificación de las comunidades vegetales	26
4.5.4.	Cálculo de los atributos de la vegetación por especie	26
4.5.5.	Estimación de la diversidad vegetal de las comunidades analizadas	27
V.	RESULTADOS	29
5.1.	Datos acerca de la flora de la microcuenca	29
5.1.1.	Bosque de Oyamel	30
5.1.2.	Bosque de Pino	32
5.1.3.	Bosque de Pino Piñonero	35
5.1.4.	Chaparral Montano	37
5.1.5.	Matorral Rosetófilo	40
5.1.6.	Matorral Submontano	44
5.1.7.	Vegetación de Arroyos	48
5.1.8.	Zacatal Alpino	49
5.2.	Diversidad y riqueza de especies de las comunidades vegetales de la microcuenca	50
5.3.	Especies endémicas y/o en peligro de extinción (abundancia relativa y valor de importancia ecológica)	53
5.4.	Especies de interés comercial y potencial productivo en la microcuenca	54
VI.	DISCUSIÓN	56
6.1.	Composición florística	56
6.2.	Estructura de las comunidades vegetales de la microcuenca	56
6.3.	Diversidad y riqueza de las comunidades de la microcuenca	59
VII.	CONCLUSIONES	61
VIII.	RECOMENDACIONES	63
IX.	LITERATURA CITADA	64
X.	APENDICES	72
10.1.	Apéndice 1: Listado florístico de especies en la microcuenca	72
10.2.	Apéndice 2: Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo	78
10.3.	Apéndice 3: Memoria fotográfica de los tipos de vegetación y especies representativas en la microcuenca	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Usos del suelo y vegetación en la microcuenca estudiada.....	21
Tabla 2. Principales familias de plantas con distribución en la microcuenca	29
Tabla 3. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Bosque de Oyamel.....	31
Tabla 4. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Bosque de Pino	33
Tabla 5. Atributos de la vegetación de los renuevos de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.....	35
Tabla 6. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Bosque de Pino Piñonero.....	36
Tabla 7. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Chaparral Montano.....	39
Tabla 8. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Matorral Rosetófilo	42
Tabla 9. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Matorral Submontano	45
Tabla 10. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en la Vegetación de Arroyos	49
Tabla 11. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Zacatal Alpino	50
Tabla 12. Riqueza de especies, índice de diversidad y equitatividad del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo en la vegetación de la microcuenca.....	52
Tabla 13. Especies bajo estatus de conservación en el la microcuenca según la NOM-059-SEMARNAT-2010	54
Tabla 14. Especies de interés comercial reportadas en la microcuenca.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la Gran Sierra Plegada en México.....	17
Figura 2. Localización del polígono de estudio dentro de la Gran Sierra Plegada.....	18
Figura 3. Distribución sistemática de las estaciones que integran un sitio de muestreo	23
figura 4. Localización de los sitios de muestreo dentro del polígono de estudio en la Gran Sierra Plegada	24

RESUMEN

En la subprovincia de la Gran Sierra Plegada se localizan las zonas de mayor altitud de la Sierra Madre Oriental existentes en el estado de Coahuila; en condiciones de clima templado subhúmedo se presentan áreas boscosas, con múltiples especies de los géneros *Abies*, *Pinus* y *Quercus*. Con la finalidad de conocer la estructura, composición florística y diversidad de la vegetación en una microcuenca dentro de la Gran Sierra Plegada en la Sierra Madre Oriental, se establecieron de manera selectiva 57 sitios de muestra, a través de parcelas circulares, para el estrato arbóreo fue de 1,000 m², del arbustivo de 500 m² y del herbáceo de forma cuadrada de 2 m². Para cada individuo se registró el diámetro de copa, altura media, y para arboles el diámetro a 1.30 m. La definición de asociaciones vegetales se realizó mediante análisis de conglomerados, utilizando atributos básicos de la vegetación como densidad, dominancia y frecuencia relativa, diversidad con el índice de Shannon, índice de riqueza de Margalef, equitatividad de Pielou y dominancia de Simpson. Se registraron 5 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de Pináceas y Cactáceas, dos de ellas endémicas a Coahuila. En total se registraron 225 especies, 184 géneros y 64 familias, encontrando la mayor riqueza e importancia ecológica en el bosque de oyamel y el matorral submontano. Se definieron 8 tipos de vegetación siendo el matorral submontano el más representativo con una superficie de 2,515.17 ha lo que corresponde a un 24.25 % del total del área de estudio. De las 8 comunidades definidas destaca, por tener los valores más altos en abundancia e importancia ecológica, el bosque de oyamel. La distribución de las comunidades vegetales en el macizo montañoso está condicionada por factores como la altitud, suelo y micro relieve, a través de la exposición y posición topográfica.

Palabras clave: Tipo de vegetación, Estructura vegetal, Sierra Plegada, Norte de México.

ABSTRACT

In the subprovince of the Gran Sierra Plegada located in the highest parts of the Sierra Madre Oriental in Coahuila. Under subhumid temperate climate there are forested areas, where we can find species of *Abies*, *Pinus*, and *Quercus*. In order to know the structure, floristic composition and phytodiversity of a micro basin inside the Gran Sierra Plegada in the Sierra Madre Oriental, 57 sampling sites were established selectively, through circular plots, for a 1,000 m² arboreal stratum, 500 m² of shrub and 2 m² of herbaceous square. The diameter of the crown, average height, and for trees the diameter at 1.30 m was considered. The vegetation types were defined by cluster analysis, the basic vegetation attributes were calculated as density, dominance and relative frequency, diversity with the Shannon index, Margalef's richness index, Pielou's equitability and Simpson's dominance. Five species listed in NOM-059-SEMARNAT-2010 were registered among Pinaceae and Cactaceae species, two of them were endemic from Coahuila. In addition, 225 species, 184 genera, and 64 families being considered the most important ecological richness of the oyamel forest and submontane scrub. 8 types of vegetation were defined, the submontane scrub being the most representative with an area of 2,515.17, which corresponds to 24.25% of the total area of study. Oyamel forest stands out among the 8 communities for having the highest values in abundance and ecological importance. The distribution of vegetation communities in the mountain massif, is conditioned by factors such as altitude, ground and microrelief through exposure and topographic position.

Key words: Vegetation Types, distribution, structure, Sierra Plegada, North of Mexico.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial México tiene uno de los relieves más accidentados, menos del 35% de su superficie tiene una altitud de menos de 500 m, y más de la mitad de su territorio se encuentra a altitudes mayores a 1000 m (Rzedowski, 2006). La distribución de las comunidades vegetales depende de las relaciones entre fisiografía y clima de la región y las intrínsecas de las especies vegetales. En México, junto con Perú e India, se presentan casi todas las comunidades vegetales naturales reconocidas en el mundo (Rzedowski, 2006).

A pesar de su rica diversidad de ecosistemas y entornos físicos heterogéneos, existen pocos estudios publicados a detalle a escala regional de las relaciones entre la planta y el ambiente en el noreste de México. La mayoría de los estudios cuantitativos publicados hasta ahora se han limitado a la ecología y clasificación de algunos matorrales, pastizales y comunidades boscosas, o sobre especies de importancia ecológica regional (Cabral, 2003; González-Medrano 2003; Villarreal-Quintanilla y Estrada-Castillón 2008; Estrada-Castillón *et al.*, 2015). La amplitud en la distribución de las especies mencionadas se debe a varios factores ambientales, como son: temperatura, humedad relativa, factores físicos y químicos del suelo, formas de dispersión, conducta e interacciones con otras especies (Krebs, 1998).

La región xerofítica mexicana incluye grandes extensiones del norte y centro de la república mexicana, caracterizadas por su clima semiárido y vegetación de matorral, que abarca cerca del 40% del territorio, que crece en todo tipo de condiciones topográficas, donde el suelo influye en la fisonomía y composición de los componentes de las comunidades (Rzedowski, 2006).

Los sistemas montañosos reúnen condiciones ambientales relacionadas con las variaciones climáticas y edáficas que ocurren a pequeños intervalos temporales y espaciales, lo que garantiza la conservación de la biodiversidad (Körner *et al.*, 2005; Nogués *et al.*, 2007). En las zonas más altas con un clima templado semiseco, el

bosque de pino piñonero es la comunidad más común y en áreas con clima templado húmedo, el bosque de abetos suele estar presente, mientras que el bosque de encino se desarrolla en cañones con mayor humedad (Encina-Domínguez *et al.*, 2013).

La Sierra Madre Oriental es un área de gran interés científico, en ella existe gran número de localidades-tipo de especies de plantas, la elevada diversidad biológica de la Sierra Madre Oriental hace que sea difícil la delimitación de ciertas áreas. Existen grandes lagunas en el conocimiento de la ecología de la vegetación en México, y por ende muchas partes de la república mexicana son desconocidas y otras más están por ser estudiadas (Cabral, 2003).

La caracterización de áreas naturales facilita los estudios ecológicos en territorios grandes o pequeños; permite conocer principales tipos de vegetación en el área seleccionada, algunas de sus asociaciones y especies representativas, lo cuál es esencial para establecer estrategias de conservación o manejo sustentable de sus recursos naturales (Koleff *et al.*, 2008).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar la estructura y diversidad de las comunidades vegetales en una microcuenca de la subprovincia fisiográfica de la Gran Sierra Plegada en la Sierra Madre Oriental en el estado de Coahuila.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la estructura horizontal de las comunidades vegetales en la subprovincia de la Gran Sierra Plegada en el estado de Coahuila.
- Determinar la diversidad y riqueza de las comunidades vegetales en esta región de Coahuila.
- Determinar la distribución altitudinal, que condicionan la distribución de las comunidades vegetales en el área de estudio.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Subprovincia de la gran Sierra Plegada

Esta inicia al este de Saltillo, Coahuila y tiene una inflexión al sur, en las proximidades de Monterrey, Nuevo León. Muestra la forma de un gran arco, que llega hasta la altura de Ciudad Valles, San Luis Potosí; de tal manera que abarca territorios de los estados mencionados y de Tamaulipas (SPP, 1983).

3.2. Vegetación de la Gran Sierra Plegada

En condiciones de clima templado subhúmedo se presentan áreas boscosas, en la cima arriba de los 3,000 msnm, donde crecen bosques de oyamel, comunidad casi pura de estos árboles (*Abies* spp.) con presencia de pinos (*Pinus* spp.). Por debajo de esta comunidad, en las laderas expuestas hacia el norte, bosques de pino-encino, que es un tipo de vegetación compuesto por mezcla de ambas especies (*Quercus* spp. y *Pinus* spp.) con presencia abundante de oyameles. En cambio, en las laderas expuestas hacia el sur, en condiciones de menor humedad que las laderas norte se encuentran chaparrales con abundancia de oyameles (*Abies* spp.), pinos (*Pinus* spp.), y encinos (*Quercus* spp.); la presencia de estas especies parece indicar que estos chaparrales se encuentran ahí como resultado de perturbación de la vegetación original del área. En los alrededores de las localidades de la Sierra Hermosa y Cuauhtémoc, al sur de Coahuila, existen bosques de pino formados por varias especies del género *Pinus* y se presentan desde 1,900 m hasta 2,700 m. (SPP, 1983).

Los tipos de vegetación de menor importancia en esta región son, el matorral desértico rosetófilo en el norte de la subprovincia, y el pastizal inducido en el centro y en las bajadas del flanco sur de la Sierra de San Antonio (SPP, 1983).

La morfología que domina en esta zona es de estratos plegados de calizas, con prominentes ejes estructurales de anticlinales y sinclinales (SPP, 1983).

3.3. Comunidades vegetales en la subprovincia florística de la Gran Sierra Plegada

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).

Para el estado de Coahuila, en la región que corresponde a la subprovincia de la Gran Sierra Plegada se encuentran distribuidos principalmente cuatro tipos de vegetación: bosque de *Quercus*, bosque de coníferas, matorral y chaparral (Rzedowski, 2006).

3.3.1 Bosque de *Quercus*

Los bosques de *Quercus* o encinares son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México, se reconocen para México más de 150 especies (quizá cerca de 200) (Rzedowski, 2006). Por su parte Flores *et al.* (1971) calculan que en México los bosques de *Quercus* ocupan 5.5% de la superficie del país y además asignan 13.7% a la categoría del bosque de pino y encino.

Más de 95% de su extensión se tiene en altitudes entre 1,200 y 2,800 m. Constituyen el elemento dominante de la vegetación de la Sierra Madre Oriental. Típicamente el suelo es de reacción ácida moderada (pH 5.5 a 6.5), con abundante hojarasca y materia orgánica en el horizonte superficial y a menudo también a mayor profundidad. La textura varía de arcilloso a arenoso al igual que la coloración, que frecuentemente es roja, aunque puede ser amarilla, negra, café o gris (Rzedowski, 2006). Los encinares arbóreos de México prosperan típicamente en condiciones de clima Cw de la clasificación de Köppen (1948).

3.3.2. Bosque de Pino

Se localiza desde el nivel del mar hasta el límite de la vegetación arbórea, cerca a los 3,000 msnm; prosperan en regiones de clima semiárido, semihúmedo y francamente húmedo y varios existen sólo en condiciones edáficas especiales

(Rzedowski, 2006). Según Flores *et al.* (1971), los bosques de coníferas ocupan cerca de 15% del país y más de 9/10 de esta superficie corresponde a los de *Pinus* o de *Pinus* y *Quercus*. Le sigue en importancia, en cuanto a extensión, los bosques de *Juniperus* y los de *Abies*, siendo los últimos de distribución muy restringida y localizada.

De acuerdo con Critchfield y Little (1966) en México existen 35 especies del género *Pinus*, que representa 37% del total de especies que los mismos autores reconocen a nivel mundial. En 1997, Farjon y Styles, mencionan son 48 las especies de *Pinus* reconocidas para el país, y corresponde al casi 50% del total mundial. Si bien el conjunto de los pinares establece una unidad fisonómica bien definida, no sucede lo mismo desde el punto de vista ecológico, dentro de las mismas zonas de clima templado y semihúmedo, los pinares no constituyen el único tipo de vegetación prevaleciente, pues compiten con los bosques de *Quercus* y a veces con los de *Abies*, de *Juniperus*, de *Alnus* y con algunas otras comunidades vegetales (Rzedowski, 2006).

Restringiendo la caracterización climática pueden aproximarse los límites entre 10 y 20° C de temperatura media anual y entre 600 y 1 000 mm de lluvia al año, lo cual correspondería al tipo Cw de la clasificación de Koeppen (1948).

3.3.3. Matorral

Los matorrales son las comunidades vegetales más abundantes en México, cubriendo casi el 40% de su superficie, 800,000 km² (Rzedowski, 2006). La palabra “piedmont scrub” fue acuñada por Muller (1939) para definir una comunidad vegetal generalmente caducifolia por un corto período de tiempo, el cual incluye arbustos altos o árboles bajos de origen neotropical. Se destaca como una franja de vegetación localizada en la parte media y en las laderas bajas de la Sierra Madre Oriental. En la actualidad, la clasificación de la vegetación de México incluye al matorral submontano dentro del matorral xerófilo (Rzedowski, 2006).

El matorral submontano se desarrolla en climas, cálidos y semicálidos, con precipitaciones entre los 450 y los 900 mm anuales. Esta comunidad vegetal es de tipo

subperennifolio con una combinación de elementos espinosos y no espinosos (SPP, 1983).

3.4. Aspectos fitogeográficos

La microcuenca forma parte de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, y dentro de la subprovincia de la gran Sierra Plegada abarca parte de Nuevo León, el estado de Tamaulipas y sureste de Coahuila, en esta provincia predominan las rocas calizas y un clima templado a templado frío. En su estudio de la vegetación de México, Rzedowski (2006), menciona que en el territorio de la República Mexicana, confluyen floras de dos reinos: el holártico y el neotropical, ambas integradas por dos regiones y dentro de estas se agrupan 17 provincias florísticas.

En México, la distribución actual de la vegetación alpina-subalpina ha sido influida en gran medida por los acontecimientos ocurridos durante los periodos de máxima glaciación (McDonald, 1998). En el límite irregular de la vegetación arbórea se intercalan y se mezclan gradualmente con el bosque y la vegetación alpina, o bien, los microcosmos alpinos pueden interrumpir densos bosques, dependiendo de los efectos de la exposición y del microclima, los suelos, los incendios y otras influencias del ambiente (Beaman, 1962; Billings, 1974; Major y Taylor, 1977; Marr, 1977; Stebbins, 1982). En el noreste de México es difícil delimitar las regiones alpinas en los riscos elevados al oriente de Saltillo y también, aunque menos, en las pendientes meridionales de Peña Nevada (N.L.), donde las zonas alpina y subalpina descienden hasta el límite del chaparral de montaña: un ecotono sin arboles borra los límites entre el chaparral y la vegetación alpina (McDonald, 1998).

La flora alpina-subalpina del noreste de México, una vez considerada endémica solo del Cerro Potosí, está relativamente bien distribuida en aproximadamente siete refugios disyuntos y casi insulares (McDonald, 1998).

3.5. Aspectos ecológicos

Dominan en grandes extensiones las rocas sedimentarias de origen marino, calizas. Los climas de tipo C, o templados y húmedos, son característicos de las zonas

montañosas de México, insolación menor de 50%, donde los bosques de *Quercus* prevalecen ampliamente, aunque también se presentan bosques de *Pinus* y algunas otras comunidades. De los géneros endémicos pueden citarse: *Greenmaniella*, *Loxothysanus*, *Mathiasella* (Rzedowski, 2006).

3.6. Endemismos

Beaman y Andresen (1966) calcularon que el 42% de la flora de Cerro Potosí es endémica de la Sierra Madre Oriental y 15% (12/81 especies) del propio pico. Otros estudios florísticos de la región (McDonald, 1990) indicaron que son endémicas, al menos, 35% de las especies del límite de la vegetación arbórea del noroeste de México. 12% de la flora alpina-subalpina de Peña Nevada es endémica de este pico, y constituye 8% de los elementos endémicos del límite de la vegetación arbórea de la región. La gran porción de endémicas de la flora alpina del noreste de México puede atribuirse al aislamiento de la región durante los periodos tanto glaciales como interglaciares del cuaternario (McDonald, 1998).

3.7. Provincia florística de la Sierra Madre Oriental

Se inicia en la parte central de Nuevo León y corre hacia el sur-sureste, hasta el centro de Puebla y de Veracruz, donde se une con el Eje Volcánico Transversal. Visto desde la Planicie Costera Nororiental, este sistema montañoso se levanta en forma imponente; pero del lado de la Altiplanicie en muchos sitios su altura relativa es bastante escasa y la sierra no forma más que un simple escalón, como por ejemplo en el trayecto correspondiente a San Luis Potosí, donde las altitudes pocas veces sobrepasan los 1,500 m. En otras partes, sin embargo, hay elevaciones importantes, como son el Cerro Potosí en Nuevo León con 3,650 m de altitud y el de San Antonio Peña Nevada en los límites de Nuevo León y Tamaulipas, con 3,450 m. Algunos autores consideran que la Sierra Madre Oriental llega hasta el centro o el norte de Coahuila, otros la extienden hacia el sur para incluir la región montañosa del norte de Oaxaca y alcanzar así los límites del Istmo de Tehuantepec (Rzedowski, 2006).

Incluye partes de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Veracruz y Puebla. Su límite meridional no es fácil de definir, pues la Sierra

Madre Oriental se une insensiblemente con el Eje Volcánico Transversal. No obstante que tiene una superficie más o menos continua, existen también numerosos manchones aislados, sobre todo en Coahuila, San Luis Potosí y Tamaulipas. En general, predominan rocas calizas y prevalecen los bosques de *Quercus*, aunque también se presentan bosques de *Pinus* y algunas otras comunidades. De los géneros endémicos pueden citarse: *Greenmaniella*, *Loxothysanus*, *Mathiasella* (Rzedowski, 2006).

3.8. Comunidades vegetales

La distribución de las comunidades vegetales depende de las relaciones existentes entre características fisiográficas y climáticas de la región y las características intrínsecas de las especies vegetales (Sosa *et al.*, 2006). 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). Siendo la comunidad un nivel de organización derivado de los ecosistemas, que consiste en un conjunto de organismos vivos de diversas especies que comparten un mismo ambiente con una cierta particularidad distintiva (Ondarza, 1993). 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).

3.9. Factores físicos de distribución de la vegetación

Identificar los factores que controlan la distribución y diversidad de especies en las comunidades ecológicas es uno de los principales problemas en la ecología comunitaria (Ohmann y Spies, 1998). La heterogeneidad ambiental influye significativamente en la estructura de las comunidades ecológicas (Vivian-Smith, 1997). Los diferentes factores del medio no actúan en forma aislada, sino a menudo

unos tienen influencia sobre la actividad de otros y no es raro que ejerzan entre sí acciones complementarias o antagónicas (Rzedowski, 2006). Por tanto, las formas de vida vegetal y la estructura de la vegetación reflejan adaptaciones a ambientes multifactoriales (Körner, 1994), como la latitud (Willig *et al.*, 2003), la altitud (Akira *et al.*, 2013), la fisiografía (Encina-Domínguez *et al.*, 2013), suelo (Abella y Covington, 2006), pH (Huerta-Martínez *et al.*, 2004), textura del suelo (Burton *et al.*, 2011), temperatura (Trivedi *et al.*, 2008).

La importancia primaria de la elevación, la temperatura y la precipitación, el papel secundario del tipo de suelo en la distribución de las comunidades vegetales regionales, la distribución de las especies a través de gradientes altitudinales en una escala regional está estrechamente relacionada con variables de humedad y temperatura o de tipo zonal; sin embargo, como escala mayor, los factores edáficos desempeñan un papel clave en la distribución zonal (Estrada-Castillón *et al.*, 2012).

La precipitación pluvial, la radiación solar y la humedad favorecen el desarrollo de algunas taxa más que de otras (Gutiérrez y Canales, 2012).

Entender cómo se estructura el traslape y ensamble entre especies; proyectar el nicho ecológico fundamental y realizado y el movimiento de las especies causado por los cambios ambientales naturales y las actividades antrópicas (Koleff *et al.*, 2008). Al respecto, la evaluación de la diversidad en diferentes intervalos altitudinales contribuye al entendimiento de los cambios que experimenta la biodiversidad en ese contexto (Medrano, 2003).

Las variables ambientales con mayor relación con la riqueza y diversidad de especies son las edáficas (contenido de arena, fósforo y capacidad de intercambio catiónico) y la altitud en el gradiente altitudinal (Ávila *et al.*, 2018).

La relación entre riqueza, diversidad de especies y factores ambientales, los parámetros edáficos (contenido de arena, el fósforo y la CIC) y la altitud son las variables con mayor correlación significativa con la riqueza de especies. La disminución en los valores de riqueza y diversidad de especies está relacionada

también con el tipo de vegetación presente a lo largo del intervalo altitudinal (Ávila, 2018).

Otro factor determinante de la riqueza florística de estos ecosistemas son los organismos dispersores y polinizadores, los cuales son afectados por el cambio ambiental global. Por ejemplo, Jump (2009) sugieren que al incrementar 1°C la temperatura del ambiente, se reduce el establecimiento de organismos y se afecta la migración de organismos dispersores y polinizadores; disminuyendo con ello la capacidad de reproducción y distribución de las plantas.

Pocas especies de plantas toleran los cambios asociados a un gradiente altitudinal (Sánchez-González y López-Mata, 2005; Sang, 2009).

3.10. Heterogeneidad de la vegetación

El concepto de heterogeneidad ha adquirido muchos significados diferentes en ecología, de acuerdo con el nivel de organización considerado y los métodos utilizados para caracterizarla (Kolasa y Rollo, 1991). La heterogeneidad de la vegetación es aquí definida como la variabilidad espacial de la composición de especies en un área de extensión conocida y representa el componente geográfico de la diversidad de especies vegetales (Whittaker, 1977; Loreau, 2000; Crawley y Harral, 2001). La heterogeneidad vegetal resulta de la distribución espacial de las poblaciones de plantas en respuesta a la variación de los factores ecológicos que afectan el crecimiento, la supervivencia y la reproducción, y que actúan seleccionando cuáles especies pueden vivir en un sitio dado (Gleason, 1926; Wiens, 1976). La heterogeneidad de la composición florística refleja tanto la presencia o ausencia de distintas especies, como los cambios en la abundancia relativa de las especies de un punto a otro del espacio (Cabral, 2003; Chaneton, 2005).

3.11. Efectos del fuego en la sucesión vegetal

El fuego ha sido un agente constante de cambios sobre el paisaje, es un regulador natural de algunos ecosistemas; en ecosistemas boscosos, los incendios forestales conforman un proceso vital y esencial para los procesos de sucesión ecológica y

mantenimiento de la estabilidad al interior de los ecosistemas, Uno de los mayores impactos de los incendios forestales en el medio ambiente son los efectos sobre el cambio climático (Castillo *et al.*, 2003).

Muchas plantas y animales están adaptados a los disturbios periódicos creados por el fuego; de esta forma, algunos ecosistemas forestales son dependientes del fuego, el fuego no debe verse como un elemento ajeno a los ecosistemas, sino como una parte integral del funcionamiento y la dinámica de los mismos (Flores, 2009).

Existen varias definiciones de sucesión vegetal de esta forma; Daniel *et al.*, (1982), se refiere a la sustitución de una comunidad vegetal por otra, pasando por diferentes etapas o estadios, a través del espacio y el tiempo hasta llegar a una comunidad clímax; es decir, la sucesión forestal se refiere al reemplazamiento de la biota de un área por otra de naturaleza diferente. La sucesión vegetal implica más bien cambios continuos en el tiempo y en el espacio, lo cual indica que los ecosistemas, son más bien dinámicos en lugar de estables (Patterson, 1986).

El fuego es un eje vector de la configuración de los ecosistemas forestales. Esta interacción entre el fuego y los ecosistemas se ve reflejada en el reciclaje de nutrientes, la sucesión del hábitat de la vida silvestre, la mantención de la diversidad biológica, la reducción de la cantidad de biomasa y el control de plagas (Flores, 2009). Si se excluyera al fuego del bosque, otros procesos serían necesarios para suplir el papel que desempeña el fuego; esto significa que el ecosistema del bosque depende del fuego o tiene una tolerancia ecológica a éste (Chandler *et al.*, 1983; Givnish, 1981; Davis, 1959). Muchos ecosistemas han evolucionado con la presencia del fuego; las especies han desarrollado adaptaciones a ciertos regímenes de fuego que les permite mitigar los impactos y en algunos casos, utilizar la presencia del fuego (Komarek, 1967).

Según Fuller (1991), los variados procesos de los ecosistemas están sujetos a la ocurrencia y magnitud de una serie de factores como la lluvia, el viento y el fuego.

El fuego causado por factores naturales, es parte de la dinámica ecológica de muchos ecosistemas, motivo de la aparición de comunidades bióticas adaptadas como

el bosque de pino, los chaparrales, y los matorrales, donde los incendios ocurren con intervalos que pueden ir de 50 a 400 años (Chadler *et al.*, 1983).

En las sierras (Borrado, Coahuilón, La Marta y Peña Nevada) han sufrido incendios recientes. Aun cuando algunos de los incendios de los últimos tiempos han sido provocados por la gente, los chaparrales de montaña muy combustibles, que frecuentemente rodean la vegetación alpina-subalpina se incendian fácilmente por causas naturales, lo que evidencian los parches de vegetación quemados después de haber ocurrido una tormenta eléctrica (McDonald, 1998). Se reconoce que el fuego es un factor importante en el mantenimiento de la vegetación de chaparral (Axelrod, 1975), de igual forma; en esta región se observa una rápida regeneración después de haber sido quemada (McDonald, 1998).

3.12. Estructura y composición en comunidades vegetales

Una comunidad de vegetación puede ser caracterizada tanto por su composición, riqueza y diversidad como por su estructura, la primera indica cuales especies están presentes en la microcuena, la estructura tiene un componente vertical (distribución de biomasa en el plano vertical) y un componente horizontal (diámetro a la altura de pecho y su frecuencia) (Louman, 2001).

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).

La composición está determinada tanto por los factores ambientales, como posición geográfica, clima, suelos y topografía, como por la dinámica del lugar y la ecología de sus especies (Louman, 2001).

3.13. Diversidad y riqueza de especies

La diversidad es un concepto que abarca diferentes interpretaciones, como la diversidad dimensional y estructural, aunque en su versión más simple se emplea como sinónimo de diversidad de especies (Gadow *et al.*, 2007).

La convención Internacional sobre la Diversidad Biológica en 2003 utiliza la siguiente definición para la diversidad biológica, significa la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye la diversidad dentro de especies, entre especies y ecosistemas. Mide relaciones biológicas entre las especies que constituyen la riqueza del ecosistema. Se expresa con el número de especies en relación con el tamaño de la población de cada especie (Louman, 2001).

Melic (1993) define riqueza como el número de especies de fauna y flora diferentes presentes en un determinado espacio (ecosistema, biotopo o superficie) y en un determinado periodo de tiempo. El pronóstico de la riqueza de especies ayudaría al manejo adecuado de poblaciones (Boone y Krohn, 2000). La riqueza se expresa con el número total de especies (Louman, 2001).

3.14. Cuencas hidrográficas

Una cuenca hidrográfica es una zona delimitada topográficamente por las partes más altas de las montañas, laderas y colinas, en él se desarrolla un sistema de drenaje superficial (Faustino y Jiménez, 2000) que desagua mediante un sistema fluvial, es decir, la superficie total de tierras que desaguan en un cierto punto de un curso de agua o río. Una cuenca hidrográfica es una unidad hidrológica que ha sido descrita y utilizada como una unidad físico-biológica y también, en muchas ocasiones, como una unidad socio-económico-política para la planificación y ordenación de los recursos naturales. Toda cuenca hidrográfica contiene muchos tipos de recursos naturales: suelo, agua, bosque, pastizal, fauna silvestre y minerales (Sheng, 1992).

3.14.1. Clasificación de cuencas hidrográficas

Por el sistema de drenaje y su conducción final, las cuencas hidrográficas pueden ser:

- Arréicas: cuando no logran drenar a un río, mar o lago, sus aguas se pierden por evaporación o infiltración sin llegar a formar escurrimiento subterráneo.

- Criptorréicas: cuando sus redes de drenaje superficial no tienen un sistema organizado o aparente y corren como ríos subterráneos.
- Endorreicas: cuando sus aguas drenan a un embalse o lago sin llegar al mar.
- Exorreicas: cuando las vertientes conducen las aguas a un sistema mayor de drenaje como un gran río o mar.

Una cuenca hidrográfica puede dividirse de diferentes maneras, atendiendo al grado de concentración de la red de drenaje, define unidades menores como subcuencas y microcuencas (Faustino y Jiménez, 2000).

- Subcuenca, es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de la cuenca. Varias subcuencas pueden conformar una cuenca.
- Microcuenca, es toda área que desarrolla su drenaje directamente al curso principal de una subcuenca. Es la totalidad del área drenada por una corriente, o sistema interconectado de cauces, tales que todo el escurrimiento originado en tal área es descargado a través de una única salida. Varias microcuencas pueden conformar una subcuenca.

Esta clasificación no es única, existen otros criterios relacionados con el tamaño de la cuenca y están relacionados con el número de orden de drenaje y/o con el tamaño del área que encierran (Faustino y Jiménez, 2000).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Descripción del área de estudio

La microcuenca estudiada se ubica en la provincia florística de la Sierra Madre Oriental, la cual corresponde a la región Mesoamericana de Montaña y al reino Holártico, la mayoría de las especies encontradas en esta provincia presentan afinidades meridionales. La región florística presenta en general una distribución geográfica discontinua, pues corresponde a los macizos montañosos del país. Se presenta a través de manchones que se hallan diseminados por todo el país a excepción de Tabasco y la Península de Yucatán. La flora es rica en general, siendo notable el dominio de especies herbáceas. Algunos géneros como por ejemplo *Quercus*, *Salvia*, *Eupatorium*, *Senecio*, *Stevia* y *Muhlenbergia* las que presentan aquí un importante centro de diversificación. La provincia de la Sierra Madre Oriental, incluye partes de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Veracruz y Puebla. Su límite meridional no es fácil de definir, pues la Sierra Madre Oriental se une con el Eje Volcánico Transversal. No obstante que el grueso del área tiene una superficie más o menos continúa, existen también numerosos manchones aislados, sobre todo en Coahuila, San Luis Potosí y Tamaulipas. En general, predominan rocas calizas y los bosques de *Quercus* prevalecen ampliamente, aunque también se presentan bosques de *Pinus* (Rzedowski, 2006).

La subprovincia de la Gran Sierra Plegada se localiza en la parte centro-este de la Sierra Madre Oriental y comprende el este de Saltillo, Coahuila, a las proximidades de Monterrey, Nuevo León, hacia el sur formando un arco que llega a la altura de Ciudad Valles, San Luis Potosí, abarca también territorio de Tamaulipas.

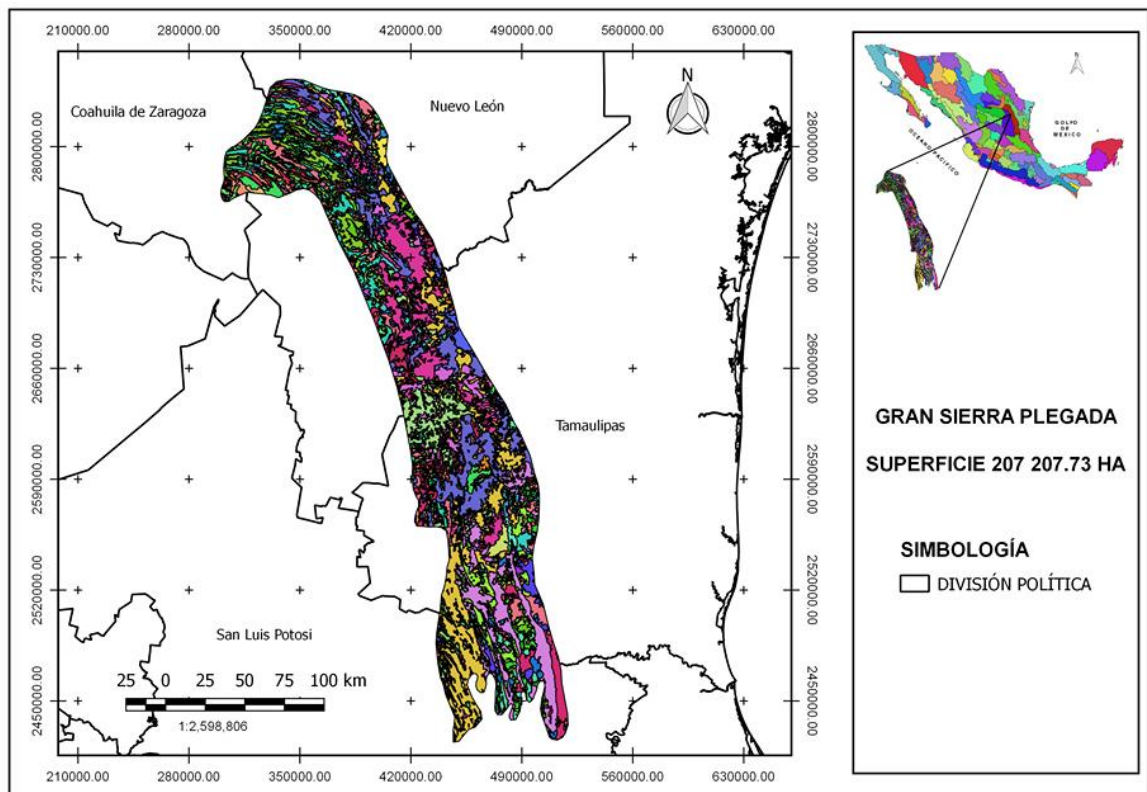


Figura 1. Localización de la Gran Sierra Plegada en México

4.1.1. Localización del área de estudio

El área de estudio se ubica hacia el suroeste del estado de Nuevo León y abarca el municipio de Rayones y al sureste el municipio de Arteaga abarca aproximadamente 10,450 ha y presenta un gradiente altitudinal que va de los 1,300 hasta 3,500 m.s.n.m. sobre un terreno accidentado y de difícil acceso debido a los pliegues de la Sierra, las coordenadas del polígono se presentan en el anexo II. (Figura 2).

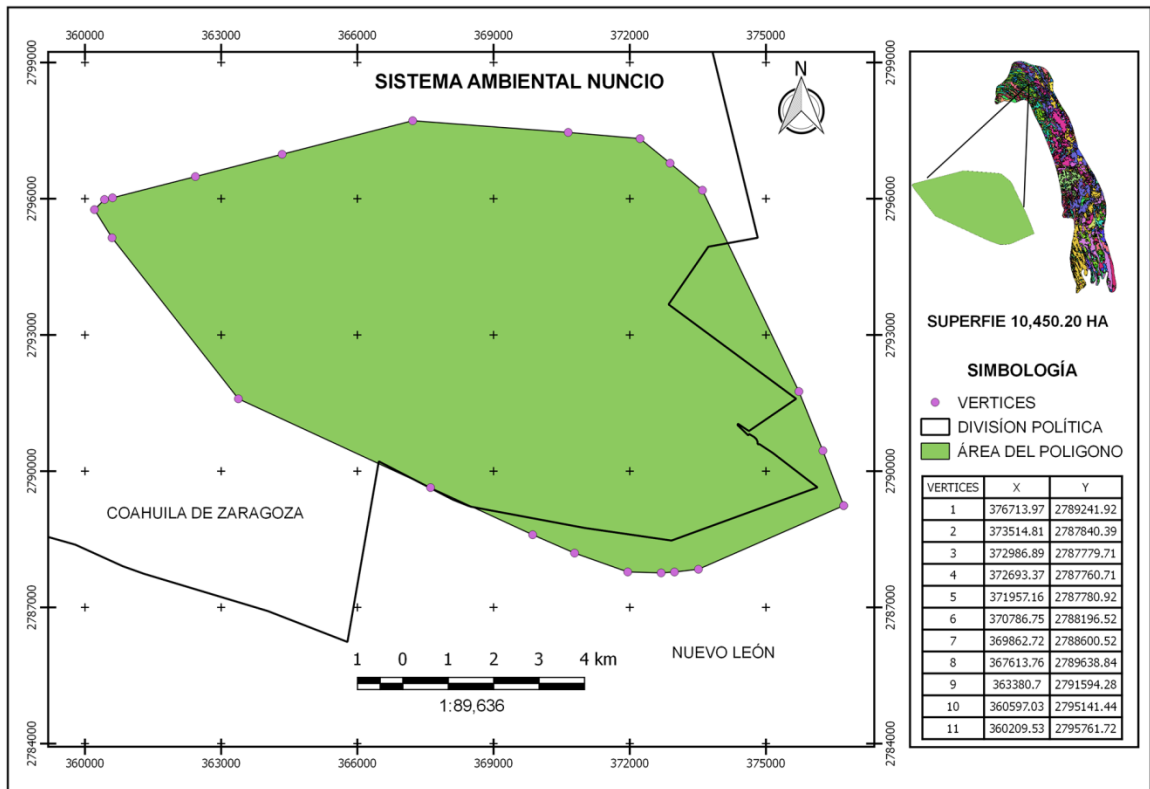


Figura 2. Localización del polígono de estudio dentro de La Gran Sierra Plegada

4.2. Rasgos físicos

4.2.1. Fisiografía

Domina la morfología de estratos plegados de calizas con prominentes ejes estructurales de anticlinales y sinclinales. La región flexionada se encuentra al este de Saltillo y al sur de Monterrey, y se conoce como Anticlinorio de Arteaga. Una gran falla inversa se encuentra sobre los bordes orientales de la sierra y, paralela a ella y a los ejes estructurales, todo un sistema de fallas normales orientadas norte-sur las cumbres generales de la Sierra sobrepasa por un buen margen los 2,000 msnm., y llegan a cerca de 3,000 msnm en la Sierra de Potosí (SPP, 1983).

4.2.2. Geología y suelos

En la subprovincia dominan los suelos someros, de origen residual y textura media "Litosoles", que se encuentran en todas las sierras, como la de Arteaga, las Bayas, de

La Nieve y del Pame. Estos suelos se presentan asociaciones a otros un poco más profundos y muy oscuros “Rendzinas”, o bien, a suelos claros, profundos y de textura media “Regosoles calcáricos” (SPP, 1983).

En las bajadas abundan los suelos claros de textura media “Regosoles calcáricos”, así como los pardos amarillentos denominados “Xerosoles háplicos”, y otros que muestran un enriquecimiento secundario de carbonatos en un horizonte subsuperficial, los Xerosoles cálcicos. Estos suelos son más o menos profundos, pero se encuentran también suelos someros como los Litosoles y Rendzinas, sobre todo en las sierras asociadas a las bajadas; o bien suelos muy oscuros y profundos del tipo Feozem calcárico. Los dos últimos tipos de suelo son los que se encuentran en el valle intermontano, pero asociados a Xerosol háplico (SPP, 1983).

Prácticamente todos los suelos de la subprovincia están limitados por alguna fase física ya sea gravosa, pedregosa o petrocálica (SPP, 1983).

4.2.3. Hidrología

El área del proyecto pertenece la región hidrológica 24 Río Bravo Conchos, pertenece a la cuenca hidrológica Río Bravo- San Juan (RH24B) y a la subcuenca Río Pilón (RH24Bh) que abarca parte del estado de Coahuila y Nuevo León.

4.2.4. Clima

Los climas presentes en el área de estudio son:

BS1k(x´): Semiárido Semicálido: temperatura media anual mayor a 18°C, temperatura del mes más frío menor a 18°C, temperatura del mes más cálido mayor a 22°C lluvias de verano y porcentaje de lluvia de verano mayor al 18% del total anual.

BS1h(x´) Semiárido Semicálido: temperatura media anual mayor a 18°C, temperatura del mes más frío menor a 18°C, temperatura del mes más cálido mayor a 22°C. Lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.

C(w1) Semicálido subhúmedo del grupo C: presenta una temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C y temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. La precipitación del mes más seco es menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% anual.

Cb'(w1)x' Semifrío con verano fresco largo: temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío hasta -3°C y temperatura del mes más caliente mayor a 22°C, precipitación en el mes más seco menor de 40mm, lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total.

4.3. Rasgos biológicos

4.3.1. Vegetación

La vegetación se clasificó de acuerdo al criterio de Villarreal y Valdés (1992-93), autores que describen la vegetación para el estado de Coahuila. En la microcuenca se denota que la vegetación dominante es el Matorral Submontano en un 24.25% equivalente a 2,51531690 ha, seguido del Matorral Desértico Rosetófilo y Chaparral con el 15.15 y 10.15% de la superficie total (ver tabla.1). El Bosque de pino piñonero representa el 6.76% y es más abundante en el noroeste de la microcuenca, por su parte los Bosques de oyamel se presentan en las partes altas de la microcuenca y ocupan el 1.25%. En la microcuenca las áreas agrícolas son de temporal las que ocupan el 1.76% y están dispersas en planicies de inundación del arroyo Casillas, donde se cultiva principalmente maíz (*Zea mays*) bajo temporal. Las huertas frutícolas están dominadas por nogal (*Carya illinoensis*) se presentan individuos de hasta 52 cm de diámetro y alturas de 25 m, también es común el aguacate (*Persea americana*), los arboles tienen diámetros de 18 cm y alturas de 17 m. En estas áreas son abundantes las especies ruderales tales como cebollín (*Asphodelus fistulosus*) además del zacate rosado (*Melinis repens*).

Tabla 1. Usos del suelo y vegetación en la microcuenca estudiada.

Uso del suelo y vegetación	Clave	Superficie (ha)	Superficie (%)
Matorral submontano	MSM	2515.17	24.25
Matorral desértico rosetófilo	MDR	1570.76	15.15
Chaparral	ML	1052.69	10.15
Matorral submontano con matorral desértico rosetófilo	MSM-MDR	874.74	8.43
Chaparral con bosque de pino	ML-BP	720.72	6.95
Bosque de pino piñonero	BPP	701.48	6.76
Bosque de pino	BP	641.67	6.19
Matorral desértico rosetófilo con matorral submontano	MDR-MSM	492.94	4.75
Roquedo	ROQUEDO	271.91	2.62
Matorral submontano con bosque de pino piñonero	MSM-BPP	214.32	2.07
Chaparral con matorral desértico rosetófilo	ML-MDR	197.31	1.9
Área agrícola de temporal	AT	182.08	1.76
Arroyo	ARROYO	165.11	1.59
Bosque de oyamel	BO	129.95	1.25
Área sin vegetación aparente	ASVA	119.97	1.16
Pastizal inducido	PI	109.79	1.06
Vegetación de arroyo	VA	99.87	0.96
Zacatal alpino	ZA	94.69	0.91
Matorral desértico rosetófilo con bosque de pino piñonero	MDR-BPP	42.03	0.41
Huerta frutícola	HF	36.53	0.35
Bosque de pino con chaparral	BP-ML	35.73	0.34
Matorral desértico rosetófilo con chaparral	MDR-ML	33.81	0.33
Camino	CAM	20.01	0.19
Bosque de pino piñonero con matorral submontano	BPP-MSM	17.54	0.17
Asentamientos humanos	AH	17.42	0.17
Matorral desértico rosetófilo con bosque de pino	MDR-BP	8.93	0.09
Infraestructura	INF	2.63	0.03
Cuerpo de agua	CA	0.58	0.01
Total general		10370.37	100

4.4. Metodología para muestreo de vegetación

La importancia de los inventarios florísticos constituye la manera más directa de contribuir al conocimiento de los recursos vegetales de una determinada región, en la que se pretende realizar actividades ajenas al medio natural, ya que representa un instrumento valioso para determinar los recursos bióticos con la que esta cuenta, y que

además permiten establecer las bases para la ejecución de actividades al identificar el potencial de los mismos (Cabral, 2003).

Respecto a lo anterior el inventario de especies de flora, así como la descripción de las comunidades vegetales que conforman la microcuenca, se estableció la siguiente metodología que se desarrolla en los siguientes apartados.

4.4.1 Selección y caracterización de las localidades de muestreo

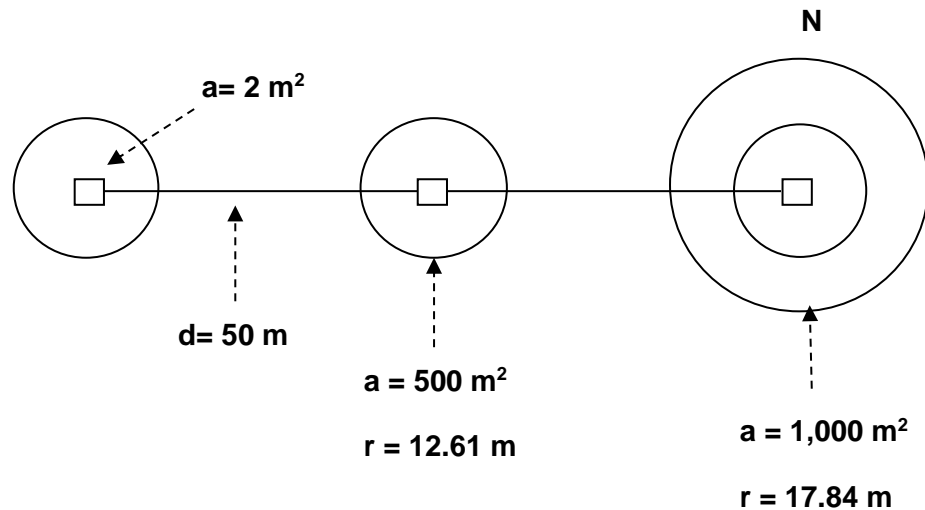
Se establecieron 57 sitios de muestreo dentro del área que delimita la microcuenca (ver figura 4). Para muestreo de la vegetación presente en la microcuenca se empleó el método de cuadrante, que consiste en delimitar en el sitio de muestreo cuadrantes de 2x2 m. a partir del punto central de este, para posteriormente iniciar con el trazado de sitios en cada estrato (herbáceo y leñoso). La elección del este tipo de muestreo fue debido a que hacen los muestreos más homogéneos y comúnmente son empleados para muestrear vegetación de porte arbustivo, y generan menos impacto de borde en comparación con otras metodologías.

Para la caracterización de la vegetación se incluyeron aspectos del sitio tales como: tipo de vegetación, altitud y ubicación geográfica (latitud y longitud). En cada localidad o sitio de muestreo se efectuó, un reconocimiento sobre los estratos presentes y las especies que los integran; posteriormente se hizo la identificación de las especies y las mediciones correspondientes.

4.4.2 Establecimiento de los sitios de muestreo

Como se menciona en el apartado anterior antes de levantar los datos del sitio de muestreo se realizó un breve reconocimiento de los estratos presentes y de las especies que los conforman, con el objetivo de caracterizar el tipo de vegetación del área de estudio. Aunado a lo anterior la ubicación de cada uno de los 57 sitio de muestreo se estableció estratégicamente con la finalidad de estudiar el área donde se pretende establecer el proyecto. Se levantaron sitios de muestreos donde las mediciones dasométricas se realizaron por estratos esquematizados de la siguiente manera: para el estrato arbóreo se utilizaron parcelas de forma circular de 1,000 m²,

arbustivas de 500 m² y las herbáceas en parcelas cuadradas de 2 m² (ver Figura 3). Al llegar a cada sitio de muestreo se posiciono geográficamente con la ayuda de un GPS registrando cada medición en el formato de campo.



Donde:

a = área del sitio de muestreo, d = distancia mínima entre sitios es 50 m, r = radio del círculo, \square = estaciones de muestreo de herbáceas, \bigcirc = estación de muestreo de leñosas

Figura 3. Distribución sistemática de las estaciones que integran un sitio de muestreo

En el caso que una estación de muestreo se ubique dentro de algún área impactada por actividades antropogénica (vías de comunicación, áreas de cultivo u otras instalaciones), se camina en busca de una comunidad vegetal alejada de tales modificaciones y que sea representativa del tipo de vegetación a muestrear.

En campo se recorrió y se midió la vegetación presente dentro de cada sitio de muestreo y simultáneamente, se tomó información físico-ecológica de cada sitio (coordenadas y altitud). Se anotó, además, la comunidad vegetal y las asociaciones que dominan, anotando el nombre científico y/o común de cada especie. También se registró información cualitativa del estado actual de la vegetación (grado de impacto

en el área y el agente causal), la información recabada en cada sitio de muestreo fue registrada en un formato de campo para posterior análisis.

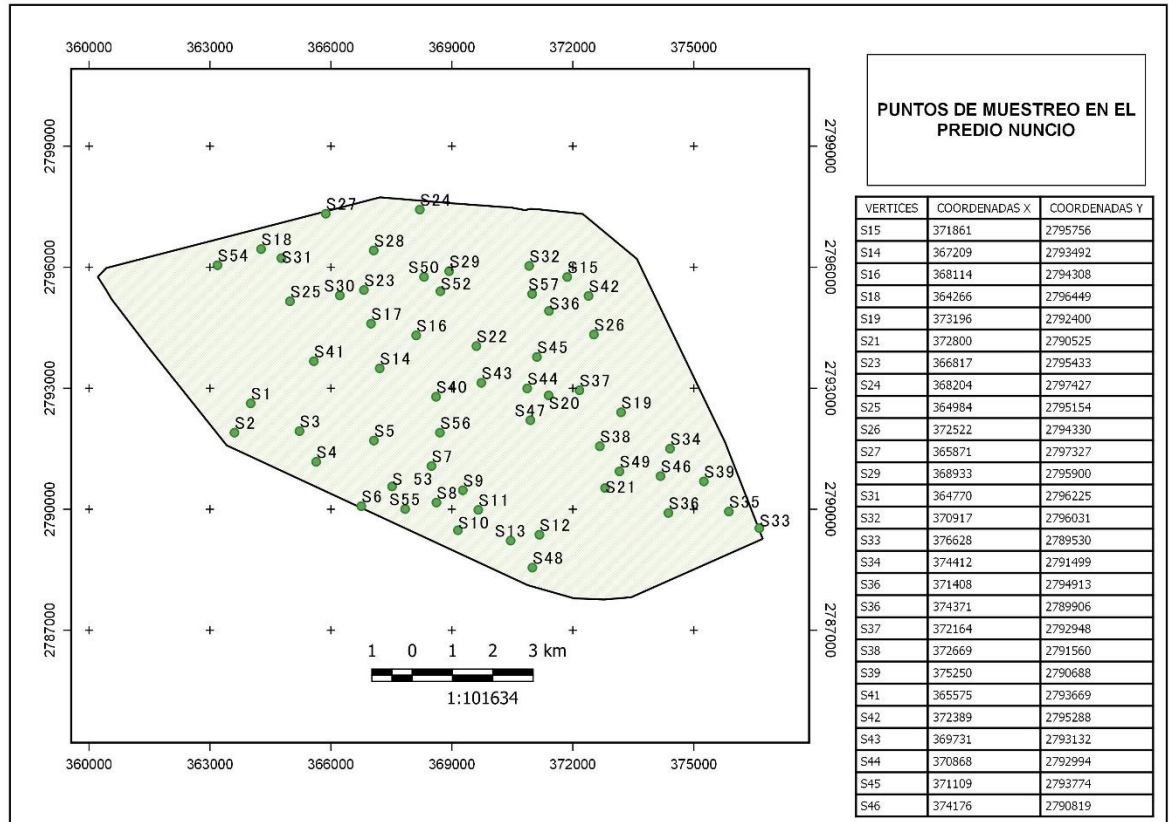


Figura 4. Localización de los sitios de muestreo dentro del polígono de estudio en la Gran Sierra Plegada

Los materiales empleados en el trabajo de campo durante los muestreos fueron: dos cordeles de nylon de 5 y 10 m de longitud, cinta métrica flexible de 3 y 5 m, estacas metálicas, parcelas de 1 m² para medir herbáceas. Además de estos materiales se utilizó una cámara fotográfica para tomar fotografías a las especies no identificadas en campo, así como fotografías de cada tipo de vegetación muestreada.

4.5. Técnica para el muestreo de los atributos de la vegetación

4.5.1. Método del cuadrante

Los métodos que emplean parcelas de muestreo son de las técnicas más utilizadas para la medición de atributos de la vegetación, destacando el método de cuadrados el más antiguo para la obtención de datos dasométricos de la vegetación. La forma de las parcelas o sitios de muestreos pueden ser cuadrados, rectangulares o círculos y las dimensiones del cuadrante depende del tamaño de las plantas a evaluar, en el presente estudio se utilizaron parcelas de 2 m², en caso de arbustivas parcelas circulares de 100 m² y para arboles sitios de 1,000 m² (Cabral, 2003).

La delimitación de los cuadrantes se realizó con parcelas de plástico teniendo como centro cada estación. Las herbáceas se midieron considerando la cobertura de cada individuo de cada una de las especies presentes dentro de la parcela y se contabilizó el número de individuos por especie para ser anotados en el formato. La cobertura aérea (para arbustos) se determinó a partir de la cobertura de la copa de los arbustos y el diámetro normal de los árboles. La copa de las plantas se consideró como circular; sin embargo, cuando se presentaron copas irregulares, se midieron los dos diámetros extremos y se anotó el diámetro promedio de los dos diámetros observados. Las mediciones de distancia y diámetros se realizaron directamente con cinta métrica flexible y se anotaron en metros. Al finalizar las mediciones de las herbáceas se procedió a cuantificar el estrato arbustivo.

En cada localidad de muestreo se efectuó un reconocimiento sobre el número de estratos presentes y las especies que integran cada uno de ellos. Al llegar a cada estación se realizaron las mediciones sobre el estrato herbáceo, puesto que se consideró que son los que presentan una mayor abundancia de especies. De esta manera se evitó la destrucción de las especies pequeñas antes de que fueran medidas. Los formatos para la toma de datos de campo de los atributos de la vegetación se muestran en los apartados siguientes.

Se tomaron fotografías del paisaje y la fisonomía de la vegetación para cada uno de los sitios de muestreo, además de las plantas que se presentaron en los sitios y no fue posible su identificación. Para la identificación en campo de las especies se utilizaron guías donde se incluyen las plantas de las comunidades vegetales, las cuales fueron

utilizadas por la brigada como apoyo para la identificación. Con la información del muestreo de la vegetación se elaboraron los listados florísticos para cada una de las comunidades vegetales presentes en el área.

4.5.2. Cálculos derivados de la medición de la vegetación

El manejo de los datos obtenidos en el sumario de los datos de muestreo del cuadrante, como producto de la medición de la vegetación de los estratos leñoso y herbáceo se fundamenta en Muller-Dombois y Ellenberg (1974).

4.5.3. Clasificación de las comunidades vegetales

Las comunidades vegetales presentes en la microcuenca se definieron durante el trabajo de campo, donde de acuerdo con la fisonomía y composición de especies, se les asignó un tipo de vegetación. Los sitios de muestreo se agruparon para obtener los atributos de la vegetación por estrato y especie para posteriormente realizar la descripción de cada comunidad vegetal.

4.5.4. Cálculo de los atributos de la vegetación por especie

Con la información recabada durante el muestreo del estrato herbáceo y del leñoso se calcularon los atributos de la vegetación tales como: densidad, dominancia y frecuencia de las especies dentro de la vegetación del área de estudio y así obtener el Índice de Dominancia Relativa o Valor de Importancia Ecológica (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Para el cálculo de los atributos de la vegetación se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad por especie} * 100}{\text{Densidad total de todas las especies}}$$

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{Área cubierta o área basal}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia por especie} * 100}{\text{Dominancia total de todas las especies}}$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de parcelas con la especie}}{\text{Número total de parcelas}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la especie} * 100}{\text{Frecuencia total de todas las especies}}$$

Nota: Se suma la frecuencia de todas las especies.

Finalmente, se obtiene el valor de importancia por especie con la sumatoria de los valores relativos de cada uno de los atributos ecológicos.

$$\text{Valor de importancia} = \frac{\text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}}{3}$$

4.5.5. Estimación de la diversidad vegetal de las comunidades estudiadas

La diversidad vegetal y su equitatividad fueron estimadas con el índice de Shannon-Weiner, para lo cual se utilizaron los listados florísticos, así como la densidad relativa de las especies que integran las comunidades vegetales del área. El índice de Shannon es de los más utilizados para cuantificar la diversidad vegetal (Magurran, 1988). De acuerdo con los valores de diversidad actual y diversidad máxima, obtenidos para cada una de las comunidades, se estimó la equitatividad, siendo éste un cociente de ambos valores de diversidad, expresada en porcentaje.

El **índice de Shannon-Wiener** tiene una gran aceptación en el medio académico como un indicador de la diversidad, debido a que toma en cuenta no solamente el número de especies diferentes sino, además, sus proporciones relativas y, por tanto, de mucho mayor confiabilidad que el listado simple de las especies. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$I. S. = -\sum P_i - \ln(P_i)$$

Donde:

I.S.=Índice de Shannon obtenido (diversidad actual)

P_i=F_{ri} / ∑F_{ri}

F_{ri}=Frecuencia de la especie i

∑F_{ri}=Sumatoria de todas las frecuencias de todas las especies observadas

El **Índice de Equitatividad** es una medida de la distribución de las proporciones relativas de las especies a medida que dicho índice se acerque al 100%, se interpreta que las especies ocurren con valores muy cercanos o iguales entre sí. Por el contrario, a medida que tienden a cero, indicará que una o pocas especies ocurren con mayor frecuencia que las restantes. Las fórmulas de cálculo es la siguiente:

$$I.E. = (I.S./Div.Max.) * 100$$

Donde:

I.E.=Índice de equitatividad

I.S.=Índice de Shannon obtenido (diversidad actual)

Div. Max.=Ln(N) Diversidad máxima potencial

N=Número de especies

V. RESULTADOS

5.1. Datos acerca de la flora en la microcuenca

La flora reportada para las comunidades vegetales de la microcuenca es de 255 especies, agrupadas en 64 familias y está dominada por componentes de las familias: Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Rosaceae, Agavaceae, Pinaceae, (Ver Tabla 2). En el Anexo "1" se incluye la lista de especies con distribución en la microcuenca. Tal listado proviene de las especies colectadas 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. Para el estado de Coahuila, Villarreal (2001) reporta un listado florístico de 3,039 especies, de acuerdo con esto la flora presente en la microcuenca representa el 8.39% de la flora registrada en la entidad.

Tabla 2. Principales familias de plantas con distribución en la microcuenca

Familias	Géneros	Especies
Asteraceae	30	47
Poaceae	18	25
Fabaceae	11	15
Rosaceae	10	12
Agavaceae	4	11
Pinaceae	4	10

A continuación, se describen los tipos de vegetación dominantes en el área de la microcuenca, los cuales son Bosque de Oyamel, Bosque de Pino, Bosque de Pino piñonero, Chaparral montano, Matorral Rosetófilo, Matorral Submontano, Vegetación de Arroyos y Zacatal alpino. Para la descripción se incluyen aspectos fisonómicos de las comunidades, su distribución y las formas de crecimiento dominantes (se aplica el siguiente criterio: árboles, arbustos, además de hierbas perennes y anuales); la descripción de las comunidades se basa en los valores de abundancia y de importancia ecológica

5.1.1. Bosque de Oyamel

Esta comunidad se restringe a las porciones altas de los macizos montañosos de la Sierra El Coahuilón y Sierra de la Veleta en altitudes que van de 2,700 a 3,470 m, en laderas altas y cimas en exposiciones norte. La especie arbórea más característica es *Pseudotsuga menziesii*, además algunas especies como *Abies vejarii*, con *Pinus strobiformis*, *P. hartwegii* y *Populus tremuloides*. La distribución de los bosques de *Abies vejarii* es dispersa y muy localizada, en la mayoría de los casos se presenta en forma de manchones aislados, esta vegetación está confinada a sitios de alta montaña.

El estrato arbustivo de estos bosques está integrado por *Quercus greggii*, *Q. hintoniorum*, *Arbutus xalapensis*, *Ceanothus coeruleus* y *Pachystima myrsinites*. En otras variantes de esta comunidad los arbustos más frecuentes son *Symphoricarpos microphyllus*, *Garrya ovata* y *Sambucus nigra*. En áreas con mayor humedad como son las cañadas se establece *Cupressus arizonica*. Las gramíneas tales como *Agropyron trachycaulum*, *Poa palmeri*, *Trisetum spicatum* y *Festuca valdesii*, son las principales especies herbáceas. Una de las especies que es favorecida con la eliminación de los bosques de oyamel es el alamillo (*Populus tremuloides*), el cual forma bosquecillos de 5 a 10 m de altura. En las áreas impactadas por incendios se establece de manera abundante el chaparro prieto (*Ceanothus buxifolius*) y la herbácea *Epilobium angustifolium*.

En esta vegetación el estrato arbóreo está dominado por el oyamel (*Abies mexicana*), con altura promedio de 13 m y diámetro medio de 14.5 cm, densidad de 407 ind/ha y un VIE de 42.22%, de forma codominante se presenta el pino blanco (*Pinus hartwegii*) con 47 ind/ha y un VIE de 24.75% (ver Tabla.3). Otras especies comunes son oyamel (*Abies vejarii*) y guayamé (*Pseudotsuga menziesii*) ambas con densidad de 110 ind/ha y VIE de 28%, con menor densidad se presenta *Pinus strobiformis* con 10 ind/ha y un VIE de 6.33%. Debido a la elevada cobertura del dosel el estrato arbustivo es escaso posee altura de hasta 1.50 m, en él se presentan encino blanco (*Quercus greggii*) con densidad de 950 ind/ha y un VIE 85.75%, con menor

densidad se presenta la garria (*Garrya ovata*) con densidad de 50 ind/ha y un IDR de 14.25%.

El estrato herbáceo está integrado por especies que crecen a una altura de 14 a 72 cm las principales especies son *Bromus carinatus* con densidad de 98,333 ind/ha y VIE de 27.01%, *Achillea millefolium* con VIE de 17.04% y *Salvia glechomifolia* con VIE de 12.25%. Otras especies menos frecuentes son el geranio (*Geranium crenatifolium*) con VIE de 5.75%, además de *Poa palmeri* y *Solidago muelleri*, especies que poseen VIE inferiores a 6%.

Tabla 3. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Bosque de Oyamel

Árboles							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (m)	DIAM MEDIO (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Abies mexicana</i>	13	14.49	38.91	407	70.93	12.5	40.78
<i>Pinus hartwegii</i>	14	36.71	28.61	47	8.14	37.5	24.75
<i>Abies vejarii</i>	19.5	27.9	20.21	50	8.72	25	17.98
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	17	15.89	7.51	60	10.47	12.5	10.16
<i>Pinus strobiformis</i>	21	33	4.76	10	1.74	12.5	6.33
Total			100	573	100	100	100
Arbustos							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*	
<i>Quercus greggii</i>	150	95.58	950	95	66.67	85.75	
<i>Garrya ovata</i>	60	4.42	50	5	33.33	14.25	
Total		100	1,000	100	100	100	
Hierbas							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*	
<i>Bromus carinatus</i>	35.67	47	98,333	19.03	15	27.01	
<i>Achillea millefolium</i>	11	10.65	131,667	25.48	15	17.04	
<i>Salvia glechomifolia</i>	20.5	9.82	61,667	11.94	15	12.25	
<i>Senecio madrensis</i>	31.5	15.13	50,000	9.68	10	11.6	
<i>Trisetum spicatum</i>	13	4.85	75,000	14.52	5	8.12	
<i>Geranium crenatifolium</i>	20	3.06	21667	4.19	10	5.75	
<i>Poa palmeri</i>	28	5.27	28,333	5.48	5	5.25	

ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Solidago muelleri</i>	5	0.56	21,667	4.19	5	3.25
<i>Paxistima myrsinites</i>	9	1.48	16,667	3.23	5	3.24
<i>Pleopeltis guttata</i>	18	1.36	3,333	0.65	5	2.33
<i>Sedum greggii</i>	4	0.2	6,667	1.29	5	2.16
<i>Euphorbia furcillata</i>	43	0.62	1,667	0.32	5	1.98
Total		100	516,667	100	100	100

* Valor de Importancia Ecológica = Dens. rel. + Área basal rel. + Frec. rel. / 3.

5.1.2. Bosque de Pino

Se localiza en las partes altas de la microcuenca donde el clima es templado frío, crece en altitudes superiores a los 2,800 m., en laderas con exposición norte, está dominado por el pino (*Pinus hartwegii*) con menor proporción se presenta *Pseudotsuga menziesii* y *P. strobiformis*, la primera especie forma bosques puros en ocasiones mezclados con encinos como: *Quercus greggii* y *Q. hintoniorum*, además de otras especies como *Arbutus xalapensis* y *Agave gentryi*, las herbáceas están integradas por especies de los géneros *Senecio*, *Geranium* y *Bromus*.

Los árboles de pino (*Pinus hartwegii*) tienen altura promedio de 17.71 m y diámetro medio de 29.39 cm, presenta densidad de 244 ind/ha y un VIE de 76.72% (ver Tabla.4), se presentan otras especies como guayamé (*Pseudotsuga menziesii*) con densidad de 37 ind/ha y pino (*Pinus strobiformis*) con 7 ind/ha, otras especies menos frecuentes son: *Abies vejarii* y *Pinus johannis*. La regeneración de *Pinus hartwegii* es escasa y se concentra bajo el dosel de algunos árboles.

El estrato arbustivo está dominado por maguey serrano (*Agave gentryi*) que tiene densidad de 1,520 ind/ha y VIE de 33.33% (ver Tabla.4), de manera codominante se presenta el encino blanco (*Quercus greggii*) con densidad de 520 ind/ha y un VIE de 28.94%, con menor densidad crece el encino rojo (*Quercus hintoniorum*) con VIE de 10.11%. Otras especies menos frecuentes son: encino blanco (*Quercus pringlei*), sotol (*Dasyllirion berlandieri*), maguey serrano (*Agave montana*) y renuevos de guayamé (*Pseudotsuga menziesii*), que de manera conjunta tienen densidad de 380 ind/ha.

El estrato herbáceo está integrado por especies que crecen a una altura de 8 a 60 cm, tales como *Senecio madrensis* con un VIE de 24.48% (ver Tabla.4), de forma codominante crece *Achillea millefolium* con un VIE de 16.88%. Con menor densidad se presenta y el zacate *Trisetum viride* con VIE de 7.31%. Otras especies presentes son: *Salvia glechomifolia* y *Eryngium hemsleyanum*.

Tabla 4. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Bosque de Pino

Árboles							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (m)	DIAM MEDIO (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Pinus hartwegii</i>	17.71	29.39	89.21	244	82.61	58.33	76.72
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	18.5	27.76	9.62	37	12.56	16.67	12.95
<i>Pinus strobiformis</i>	7	12	0.38	7	2.42	8.33	3.71
<i>Abies vejarii</i>	21	16.33	0.72	4	1.45	8.33	3.5
<i>Pinus johannis</i>	3	8.5	0.08	3	0.97	8.33	3.13
Total			100	296	100	100	100
Arbustos							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*	
<i>Agave gentryi</i>	67.5	27.54	1,520	54.29	18.18	33.33	
<i>Quercus greggii</i>	41.67	40.98	520	18.57	27.27	28.94	
<i>Quercus hintoniorum</i>	80	9.09	340	12.14	9.09	10.11	
<i>Quercus pringlei</i>	120	11.71	80	2.86	9.09	7.89	
<i>Dasyllirion berlandieri</i>	110	5.52	120	4.29	9.09	6.3	
<i>Agave montana</i>	50	3.68	160	5.71	9.09	6.16	
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	180	1.41	20	0.71	9.09	3.74	
<i>Quercus striatula</i>	32	0.07	40	1.43	9.09	3.53	
Total		100	2,800	100	100	100	
Herbáceas							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*	
<i>Senecio madrensis</i>	29.5	30.45	135,714	28.7	14.28	24.48	
<i>Achillea millefolium</i>	15.5	9.8	112,142	23.71	17.14	16.88	
<i>Trisetum viride</i>	20	5.95	35001	7.4	8.58	7.31	
<i>Salvia glechomifolia</i>	8.5	4.87	30,714	6.5	5.71	5.69	
<i>Eryngium hemsleyanum</i>	14	10.27	17,143	3.63	2.86	5.59	

ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Koeleria macrantha</i>	30	6.02	30,000	6.34	2.86	5.07
<i>Senecio loratifolius</i>	18	9.28	7,857	1.66	2.86	4.6
<i>Artemisia ludoviciana</i>	12	1.37	37,857	8.01	2.86	4.08
<i>Trisetum spicatum</i>	60	8.17	2,143	0.45	2.86	3.83
<i>Bromus carinatus</i>	12	3.2	20,714	4.38	2.86	3.48
<i>Euphorbia brachycera</i>	13.5	1.41	8,571	1.81	5.71	2.98
<i>Lupinus cacuminis</i>	33	5.08	2,857	0.6	2.86	2.85
<i>Smallanthus uvedalia</i>	20	1.22	5,714	1.21	2.86	1.76
<i>Paxistima myrsinites</i>	24	0.87	5,000	1.06	2.86	1.59
<i>Astragalus purpusii</i>	5	0.65	3,571	0.76	2.86	1.42
<i>Phanerostylis coahuilensis</i>	10	0.42	4,286	0.91	2.86	1.39
<i>Bromus carinatus</i>	16	0.27	3,571	0.76	2.86	1.3
<i>Solidago muelleri</i>	14	0.11	4,286	0.91	2.86	1.29
<i>Brachypodium pringlei</i>	15	0.09	2,857	0.6	2.86	1.18
<i>Pleopeltis guttata</i>	10	0.19	1,429	0.3	2.86	1.12
<i>Cirsium pringlei</i>	16	0.16	714	0.15	2.86	1.06
<i>Chimaphila umbellata</i>	16	0.13	714	0.15	2.86	1.05
Total		100	472,857	100	100	100

* Valor de Importancia Ecológica = Dens. rel. + Área basal rel. + Frec. rel. / 3.

En algunas áreas de zacatal aledañas al bosque de pino (*Pinus hartwegii*) en los últimos años se han presentado buenos años semilleros lo que ha dado como resultado un gran cantidad de renuevos de esta especie de pino, los brinzales tienen altura media de 1.75 m, en estas áreas se tiene una densidad de 6,550 ind/ha (ver Tabla.5), se presentan además arbustos de maguey serrano (*Agave gentryi*) con densidad de 1,250 ind/ha y renuevos de guayamé (*Pseudotsuga menziesii*) el cual tiene densidad de 50 ind/ha. El estrato herbáceo está dominado por especies de zacates, de estos los más comunes son zacate bromo (*Bromus carinatus*) con un VIE de 40.41%, se presenta además la hierba *Hymenopappus hintoniorum* la cual tiene un VIE de 29.21%.

Tabla 5. Atributos de la vegetación de los renuevos de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas

Renuevos y Arbustos						
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Pinus hartwegii</i>	175	4.52	6,550	83.44	40	42.65
<i>Agave gentryi</i>	30	65.12	1,250	15.92	40	40.35
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	210	30.36	50	0.64	20	17
Total		100	7,850	100	100	100
Herbáceas						
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Bromus carinatus</i>	35	58.96	55,000	28.95	33.33	40.41
<i>Hymenopappus hintoniorum</i>	27	27.53	82,500	43.42	16.67	29.21
<i>Medicago polymorpha</i>	8	2.7	27,500	14.47	16.67	11.28
<i>Buchloe dactyloides</i>	40	7.03	12,500	6.58	16.67	10.09
<i>Erigeron pubescens</i>	10	3.78	12,500	6.58	16.67	9.01
Total		100	190,000	100	100	100

* Valor de Importancia Ecológica = Dens. rel. + Área basal rel. + Frec. rel. / 3.

5.1.3. Bosque de Pino Piñonero

El bosque de pino piñonero (*Pinus cembroides*), se presenta en el lado sur de la micocuenca, más abundante en altitudes de 2,100 a 2,500 m, es propio de la transición entre la zona árida Chihuahuense y los bosques de clima templado frío, crece en altitudes de 2,200 - 2,560 m, en áreas con poca pendiente y sobre suelos someros tipo rendzina y regosol. Por ello, en sitios donde existe mayor humedad se presentan arboles de pino piñonero (*Pinus cembroides*) en general son bosques abiertos, se caracteriza porque los árboles son bajos, con altura promedio de 9.25 m y diámetro medio de 19.95 cm, tal especie es la dominante en esta comunidad la cual presenta una densidad de 105 ind/ha y un VIE de 69.95% (ver Tabla.6). Otras especies frecuentes son tascate (*Juniperus saltillensis*) y encino (*Quercus laceyi*), que de manera conjunta tienen una densidad de 28 ind/ha. La regeneración de pino es escasa y se presenta bajo el dosel de los árboles, donde el suelo tiene mayor cantidad de materia orgánica.

El estrato arbustivo está dominado por hierba del zorrillo (*Ptelea trifoliolata*) con densidad de 225 ind/ha y un VIE de 22.49% (ver Tabla.6), se presentan otros arbustos con menor densidad tales como barreta (*Fraxinus greggii*) con 100 ind/ha y un VIE de 10.62% y hoja dorada (*Decatropis bicolor*) con 100 ind/ha y un VIE de 5.93%. Se presenta un estrato subarbustivo de 21.50 cm y está dominado por la hierba de San Nicolás (*Chrysactinia mexicana*) la cual tiene una densidad de 375 ind/ha.

Se presentan algunas especies de la familia Agavaceae tales como *Nolina cespitifera*, *Dasyllirion cedrosanum*, *Agave striata* y *Agave gentryi* especies que tienen densidad inferior a 75 ind/ha. Otras especies menos frecuentes son: encino (*Quercus hintoniorum*) con 125 ind/ha, táscate (*Juniperus saltillensis*) 75 ind/ha y madroño (*Comarostaphylis polifolia*) 50 ind/ha.

El estrato herbáceo está integrado por especies que crecen a una altura de 10 a 37 cm, tales como el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) con VIE de 24.94%, geranio (*Geranium crenatifolium*) con VIE de 17.72%, navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*) con VIE de 15.96%. Otras especies presentes, pero con menor densidad son: *Verbesina coahuilensis* y *Loeselia scariosa* con VIE inferior a 7%.

Tabla 6. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Bosque de Pino Piñonero

Árboles							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (m)	DIAM MEDIO (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Pinus cembroides</i>	9.25	19.95	73.46	105	79.25	57.14	69.95
<i>Juniperus saltillensis</i>	7.25	12	8.21	23	16.98	28.57	17.92
<i>Quercus laceyi</i>	12	47.5	18.33	5	3.77	14.29	12.13
Total			100	133	100	100	100
Arbustos							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*	
<i>Ptelea trifoliolata</i>	226.67	35.56	225	15.25	16.67	22.49	
<i>Chrysactinia mexicana</i>	21.5	5.03	375	25.42	11.11	13.85	
<i>Fraxinus greggii</i>	260	19.52	100	6.78	5.56	10.62	
<i>Decatropis bicolor</i>	80	5.46	100	6.78	5.56	5.93	

ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Nolina cespitifera</i>	126	6.97	75	5.08	5.56	5.87
<i>Quercus hintoniorum</i>	83	3.44	125	8.47	5.56	5.82
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	150	7.24	50	3.39	5.56	5.4
<i>Juniperus saltillensis</i>	60	5.19	75	5.08	5.56	5.28
<i>Agave striata</i>	60	2.24	75	5.08	5.56	4.29
<i>Agave gentryi</i>	47	2.02	75	5.08	5.56	4.22
<i>Comarostaphylis polifolia</i>	110	3.12	50	3.39	5.56	4.02
<i>Litsea parvifolia</i>	80	1.39	75	5.08	5.56	4.01
<i>Cercis canadensis</i>	200	1.85	25	1.69	5.56	3.03
<i>Bauhinia lunarioides</i>	140	0.74	25	1.69	5.56	2.66
<i>Croton cortesianus</i>	26	0.23	25	1.69	5.56	2.49
Total		100	1,475	100	100	100
Hierbas						
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Bouteloua curtipendula</i>	37	26.75	11,250	21.43	26.66	24.94
<i>Geranium crenatifolium</i>	10	17.91	15,000	28.57	6.67	17.72
<i>Bouteloua hirsuta</i>	16	31.68	5,000	9.52	6.67	15.96
<i>Verbesina coahuilensis</i>	21	6.8	2,500	4.76	6.67	6.07
<i>Loeselia scariosa</i>	7	1.38	5,000	9.52	6.67	5.86
<i>Mimosa malacophylla</i>	12	2.43	3,750	7.14	6.67	5.41
<i>Senecio octobracteatus</i>	34	6.4	1,250	2.38	6.67	5.15
<i>Acalypha monostachya</i>	6	0.69	3,750	7.14	6.67	4.83
<i>Bidens odorata</i>	30	3.6	1,250	2.38	6.67	4.22
<i>Gnaphalium roseum</i>	12	1.02	1,250	2.38	6.67	3.36
<i>Garrya ovata</i>	12	0.78	1,250	2.38	6.67	3.28
<i>Chaptalia nutans</i>	3	0.58	1,250	2.38	6.67	3.21
Total		100	52,500	100	100	100

* Valor de Importancia Ecológica = Dens. rel. + Área basal rel. + Frec. rel. / 3.

5.1.4. Chaparral Montano

Se presenta en laderas altas y cimas de la sierra en altitudes superiores a 2,700 m ocupa áreas donde anteriormente se presentaban bosques de oyamel y pino, se trata de un matorral denso con alturas de hasta 3 m, el cual está integrado por arbustos

rizomatosos, los que tienen hojas engrosadas tales como: *Quercus greggii*, *Q. hintoniorum*, *Ceanothus buxifolius*, *Arctostaphylos pungens*, *Agave gentryi*, y *A. montana*, este matorral se localiza tanto en exposiciones sur como en norte. La presencia de este matorral es el resultado de perturbación de comunidades boscosas que corresponden a la vegetación original del área y que han sido impactados por los incendios por lo que la presencia de tal matorral obedece a un proceso de sucesión secundaria.

El matorral posee una cobertura de hasta el 100%, las especies dominantes del estrato arbustivo presentan alturas de 0.52 hasta 0.97 m, los arbustos más abundantes son: encino blanco (*Quercus greggii*) es la de mayor abundancia con 2,217 ind/ha y VIE de 38.31%, *Cercocarpus montanus* con 750 ind/ha. De forma menos frecuente se presenta la pinguica (*Arctostaphylos pungens*) con 550 ind/ha y maguey serrano (*Agave gentryi*) con 567 ind/ha cada uno con VIE inferior a 10% del total (ver Tabla.7). Se presentan dos especies endémicas de las partes altas de la Sierra Madre Oriental entre Coahuila y Nuevo León como son: maguey serrano (*Agave montana*) con densidad de 433 ind/ha y pino enano (*Pinus culminicola*) el cual tiene densidad de 17 ind/ha. De forma importante se registra la biznaguita (*Turbinicarpus beguinii*) con 217 ind/ha, tal especie de cactácea está incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Sujeta a protección especial.

Se presentan individuos arbóreos aislados que tienen alturas de 3 a 14 m, las especies más frecuentes son guayamé (*Pseudotsuga menziesii*) con densidad de 15 ind/ha y un VIE de 50.65%, además crecen otros árboles bajos como pino (*Pinus hartwegii*) con 13 ind/ha y pino piñonero (*Pinus cembroides*) con 7 ind/ha.

En el estrato herbáceo se registraron 21 especies que presentan altura promedio de 9 a 60 cm, donde la salvia (*Salvia glechomifolia*) la cual tiene un VIE de 23.41%, con menor proporción se presenta *Senecio madrensis* con un VIE de 11.04 y *Phanerostylis coahuilensis*, así mismo otras especies de gramíneas como *Trisetum viride* con VIE de 7.49% y *Brachypodium mexicanum* con VIE de 4.59% (ver Tabla.7).

Tabla 7. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Chaparral Montano

Árboles							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (m)	DIAM MEDIO (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	5.67	16.33	58.6	15	60	33.33	50.65
<i>Pinus hartwegii</i>	14	30	39.81	5	20	33.33	31.05
<i>Pinus cembroides</i>	3	6	1.59	5	20	33.33	18.31
Total			100	25	100	100	100
Arbustos							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*	
<i>Quercus greggii</i>	97.67	56.37	2,217	38.55	20	38.31	
<i>Cercocarpus montanus</i>	83	10.58	750	13.04	10	11.21	
<i>Arctostaphylos pungens</i>	52.5	9.67	550	9.57	6.67	8.63	
<i>Agave gentryi</i>	55	3.94	567	9.86	6.67	6.82	
<i>Agave montana</i>	68	2.86	433	7.54	6.67	5.69	
<i>Ceanothus greggii</i>	87.5	3.16	217	3.77	6.67	4.53	
<i>Garrya ovata</i>	138.5	1.87	183	3.19	6.67	3.91	
<i>Turbincarpus beguinii</i>	9	0.01	217	3.77	6.67	3.48	
<i>Arracacia toluensis</i>	115	2.76	150	2.61	3.33	2.9	
<i>Pinus culminicola</i>	210	4.47	17	0.29	3.33	2.7	
<i>Brickellia conduplicata</i>	100	0.9	150	2.61	3.33	2.28	
<i>Lupinus cacuminis</i>	70	1.14	100	1.74	3.33	2.07	
<i>Dasyllirion berlandieri</i>	120	0.85	67	1.16	3.33	1.78	
<i>Populus tremuloides</i>	160	0.63	50	0.87	3.33	1.61	
<i>Lonicera pilosa</i>	100	0.4	33	0.58	3.33	1.44	
<i>Holodiscus discolor</i>	200	0.38	17	0.29	3.33	1.33	
<i>Agave lecheguilla</i>	40	0.01	33	0.58	3.33	1.31	
Total		100	5,750	100	100	100	
Herbáceas							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*	
<i>Salvia glechomifolia</i>	8.33	10.97	111,429	48.15	11.11	23.41	
<i>Senecio madrensis</i>	34.5	22.32	7,857	3.4	7.41	11.04	
<i>Phanerostylis coahuilensis</i>	7	5.14	32,143	13.89	7.41	8.81	
<i>Conyza schiedeana</i>	8	15.12	13,571	5.86	3.7	8.23	
<i>Trisetum viride</i>	60	17.24	3,571	1.54	3.7	7.49	

ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Brachypodium mexicanum</i>	12	5.76	10,000	4.32	3.7	4.59
<i>Achillea millefolium</i>	21.75	5.24	15714	6.79	11.11	7.71
<i>Garrya ovata</i>	7	1.14	10,714	4.63	3.7	3.16
<i>Zigadenus virescens</i>	16	4.5	2,143	0.93	3.7	3.04
<i>Solidago muelleri</i>	9	1.89	5,714	2.47	3.7	2.69
<i>Eryngium hemsleyanum</i>	50	3.33	714	0.31	3.7	2.45
<i>Senecio carnerensis</i>	30	1.42	3,571	1.54	3.7	2.22
<i>Swertia radiata</i>	15	1.67	2,857	1.23	3.7	2.2
<i>Lupinus cacuminis</i>	12	0.57	5,000	2.16	3.7	2.14
<i>Salvia greggii</i>	46	2	714	0.31	3.7	2
<i>Pleopeltis guttata</i>	12	0.2	2,143	0.93	3.7	1.61
<i>Trisetum spicatum</i>	23	0.67	714	0.31	3.7	1.56
<i>Penstemon leonensis</i>	28	0.35	714	0.31	3.7	1.45
<i>Smilax bona-nox</i>	15	0.24	714	0.31	3.7	1.42
<i>Astragalus purpusii</i>	9	0.21	714	0.31	3.7	1.41
<i>Gnaphalium hintoniorum</i>	18	0.02	714	0.31	3.7	1.34
Total		100	231,429	100	100	100

* Valor de Importancia Ecológica = Dens. rel. + Área basal rel. + Frec. rel. / 3.

5.1.5. Matorral Rosetófilo

En la microcuenca la comunidad vegetal se distribuye en altitudes de 2,000 a 2,100 m. en laderas de las sierras sobre suelos someros, pedregosos y con buen drenaje, se caracteriza por la dominancia de arbustos espinosos con hojas crasas, dispuestas en forma de roseta, así como arbustos espinosos. Se trata de un matorral con cobertura del 65%, las especies dominantes del estrato arbustivo presentan alturas de 0.27 hasta 0.94 m, los arbustos más abundantes son: sotol (*Dasyilirion berlandieri*) es el de mayor abundancia con 447 ind/ha y VIE de 7.90%, caliandra (*Calliandra conferta*) con 500 ind/ha. Menos frecuente se presenta el táscate (*Juniperus saltillensis*) y guajillo (*Acacia berlandieri*) con 793 y 253 ind/ha cada uno con VIE inferior a 5% del total (ver cuadro.8). De forma importante se registra el sotol (*Dasyilirion cedrosanum*) con 180 ind/ha y VIE de 2.13%. Dentro del matorral sobresalen individuos de gatuño

(*Acacia greggii*) y barreta china (*Lindleya mespiloides*) con altura de 1.85 a 2.80 m, los que crecen aislados, tienen densidad de 7 a 87 ind/ha.

El estrato subarborescente inferior a 50 cm de altura está dominado por la lechuguilla (*Agave lecheguilla*) con 3,513 ind/ha y VIE de 19.48%, además de espadín (*Agave striata*) la cual tiene 1,707 ind/ha y un VIE 11.81%. Son frecuentes las colonias de candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*) con 2,000 ind/ha, como parte de este estrato se encuentran especies de lento crecimiento y difícil regeneración como: biznaga (*Turbinicarpus beguinii*), biznaguita (*Neolloydia conoidea*), biznaga chilitos (*Mammillaria magnimamma*), costillón (*Ferocactus hamatacanthus*) con densidad de 7 a 80 ind/ha, en conjunto integran un VIE de 2.16%.

Se presentan individuos arbóreos bajos y aislados los que tienen alturas cercanas a 3.0 m, las especies más frecuentes son encino rojo (*Quercus hintoniorum*) con densidad de 23 ind/ha y un VIE de 28.23%, además crecen otros árboles bajos como guaje (*Leucaena greggii*) con 13 ind/ha y táscate (*Juniperus flaccida*) con 7 ind/ha, las demás especies presentan densidades menores.

En el estrato herbáceo se registraron 23 especies que presentan altura promedio de 6 a 30 cm, donde el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) tiene un VIE de 23.76%, con menor proporción se presenta el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) con un VIE de 11.36%, ambas reflejan alta naturalidad del matorral e indica que existe poco disturbio en el área. Con menor proporción se presentan otras especies de gramíneas como *Aristida curvifolia* y *Lycurus phleoides* cada una con un VIE de 6 a 8%. Por otro lado, *Parthenium hysterophorus* y *Dyssodia pinnata* son especies indicadoras de disturbio y presenta VIE inferiores a 5% (ver Tabla.8).

Tabla 8. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Matorral Rosetófilo

Árboles							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (m)	DIAM MEDIO (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Quercus hintoniorum</i>	2.89	9.43	38.85	23	33.33	12.5	28.23
<i>Leucaena greggii</i>	3.5	7.75	22.2	13	19.05	12.5	17.92
<i>Juniperus fláccida</i>	3	9.5	11.1	7	9.52	12.5	11.04
<i>Yucca carnerosana</i>	3	64	11.1	7	9.52	12.5	11.04
<i>Arbutus xalapensis</i>	2	8.67	0.1	10	14.29	12.5	8.96
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	3.2	7.7	5.55	3	4.76	12.5	7.6
<i>Juniperus saltillensis</i>	3.5	6	5.55	3	4.76	12.5	7.6
<i>Pinus cembroides</i>	3.9	7	5.55	3	4.76	12.5	7.6
Total			100	70	100	100	100
Arbustos							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*	
<i>Agave lecheguilla</i>	36.64	17.08	3,513	29.96	11.4	19.48	
<i>Agave striata</i>	42.39	11.22	1,707	14.55	9.65	11.81	
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	27.43	3.28	2,000	17.06	6.14	8.83	
<i>Dasyllirion berlandieri</i>	102.5	16.38	447	3.81	3.51	7.9	
<i>Opuntia stenopetala</i>	33.21	3.46	380	3.24	9.65	5.45	
<i>Calliandra conferta</i>	62.75	4.78	500	4.26	6.14	5.06	
<i>Juniperus saltillensis</i>	54.13	5.5	793	6.77	0.88	4.38	
<i>Acacia berlandieri</i>	58	4.44	253	2.16	4.39	3.66	
<i>Quercus striatula</i>	25	4.85	233	1.99	0.88	2.57	
<i>Agave scabra</i>	55.09	2.15	200	1.71	3.51	2.45	
<i>Opuntia microdasys</i>	32	1.11	280	2.39	3.51	2.34	
<i>Lindleya mespiloides</i>	185.75	2.7	87	0.74	3.51	2.32	
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	74.44	2.22	180	1.53	2.63	2.13	
<i>Leucophyllum frutescens</i>	57	1.07	73	0.63	3.51	1.74	
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	68.14	1.48	120	1.02	2.63	1.71	
<i>Rhus muelleri</i>	200	4.08	7	0.06	0.88	1.67	
<i>Forestiera angustifolia</i>	170	3.62	20	0.17	0.88	1.56	
<i>Leucophyllum minus</i>	74.5	2.13	67	0.57	1.75	1.48	
<i>Jatropha dioica</i>	39.9	1.13	180	1.53	1.75	1.47	
<i>Flourensia cernua</i>	48.5	0.51	107	0.91	1.75	1.06	
<i>Krameria cytisoides</i>	105	0.91	20	0.17	1.75	0.95	
<i>Agave gentryi</i>	80	1.16	73	0.63	0.88	0.89	

ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Ptelea trifoliata</i>	125	0.59	13	0.11	1.75	0.82
<i>Turbinicarpus beguinii</i>	10	0.01	80	0.68	1.75	0.82
<i>Viguiera greggii</i>	65	0.55	87	0.74	0.88	0.72
<i>Parthenium incanum</i>	70	0.55	80	0.68	0.88	0.7
<i>Neolloydia conoidea</i>	10.5	0	33	0.28	1.75	0.68
<i>Acacia greggii</i>	280	1.03	7	0.06	0.88	0.65
<i>Senna demissa</i>	39	0.42	40	0.34	0.88	0.54
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	70	0.46	13	0.11	0.88	0.48
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	74	0.35	7	0.06	0.88	0.43
<i>Leucaena greggii</i>	40	0.3	7	0.06	0.88	0.41
<i>Opuntia microdasys</i>	42	0.17	20	0.17	0.88	0.41
<i>Nolina cespitifera</i>	210	0.17	20	0.17	0.88	0.4
<i>Ephedra compacta</i>	28	0.02	20	0.17	0.88	0.36
<i>Mammillaria magnimamma</i>	15	0.01	20	0.17	0.88	0.35
<i>Pinus johannis</i>	43	0.06	13	0.11	0.88	0.35
<i>Opuntia engelmannii</i>	18	0.01	13	0.11	0.88	0.33
<i>Chrysactinia mexicana</i>	60	0.03	7	0.06	0.88	0.32
<i>Ferocactus hamatacanthus</i>	17	0.01	7	0.06	0.88	0.31
Total		100	11,727	100	100	100
Hierbas						
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Bouteloua curtipendula</i>	28.25	53.23	10,938	8.06	10	23.76
<i>Bouteloua gracilis</i>	21.7	6.13	20,938	15.44	12.5	11.36
<i>Aristida curvifolia</i>	15.08	7.43	11,875	8.76	10	8.73
<i>Lycurus phleoides</i>	12.7	3.76	19,375	14.29	2.5	6.85
<i>Ageratina calophylla</i>	18.5	1.78	10,938	8.06	10	6.61
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	27.63	3.38	5,938	4.38	5	4.25
<i>Parthenium hysterophorus</i>	12	2.88	10,000	7.37	2.5	4.25
<i>Thymophylla setifolia</i>	6.5	1.27	11,250	8.29	2.5	4.02
<i>Loeselia scariosa</i>	9.75	2.39	5,313	3.92	5	3.77
<i>Aristida purpurea</i>	30	3.79	3,750	2.76	2.5	3.02
<i>Bouteloua hirsuta</i>	20	3.44	4,063	3	2.5	2.98
<i>Leucophylla minus</i>	20	3.51	3,438	2.53	2.5	2.85
<i>Evolvulus alsinoides</i>	11.5	1.13	3,125	2.3	5	2.81
<i>Commelina dianthifolia</i>	6	0.84	3126	2.3	5	2.71
<i>Notholaena greggii</i>	16.25	2.68	3,750	2.76	2.5	2.65

ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Dyssodia pinnata</i>	19.5	0.79	3,125	2.3	2.5	1.87
<i>Erigeron pubescens</i>	25	0.27	1,875	1.38	2.5	1.38
<i>Heliotropium sp.</i>	14	0.48	938	0.69	2.5	1.22
<i>Leucophyllum frutescens</i>	7	0.37	625	0.46	2.5	1.11
<i>Senna demissa</i>	18	0.17	313	0.23	2.5	0.97
<i>Sedum charasycaulum</i>	6	0.13	313	0.23	2.5	0.95
<i>Nama palmeri</i>	6	0.08	313	0.23	2.5	0.94
<i>Mandevilla karwinskii</i>	25	0.07	313	0.23	2.5	0.93
Total		100	135,625	100	100	100

* Valor de Importancia Ecológica = Dens. rel. + Área basal rel. + Frec. rel. / 3.

5.1.6. Matorral Submontano

La comunidad vegetal está integrada por asociaciones de especies propias de áreas donde las condiciones ecológicas son méxicas y transicionales entre los ecosistemas xéricos y los bosques de clima templado frío, así como de especies propias de la transición entre la Sierra Madre Oriental y la Planicie Costera del Noreste donde la microcuenca desciende hasta 1,300 m de altitud. Se distribuye en el pie de monte o en las laderas medias y bajas, así como en cañones, donde los suelos son someros a profundos con buenas condiciones de humedad. Se integra por especies arbustivas inermes, perennifolias, además de pequeños árboles aislados de 4 a 6 m de alto, los que forman asociaciones densas dependiendo de la disponibilidad de humedad.

El estrato arbustivo está dominado por dos estratos uno de ellos con altura hasta 0.50 m el cual está integrado por tatalencho (*Gymnosperma glutinosum*) tiene densidad de 650 ind/ha y un VIE de 10.11% y lechuguilla (*Agave lecheguilla*) con 600 ind/ha y VIE de 8.86%. En el estrato superior a 0.50 m se presentan como arbustos dominantes como guajillo (*Acacia berlandieri*) que tiene densidad de 360 ind/ha y un VIE de 6.96% (ver Tabla 9). Son frecuentes además: barreta china (*Lindleya mespiloides*) con 190 ind/ha, maguey serrano (*Agave gentryi*) con 130 ind/ha y lenrisco (*Rhus virens*) con 150 ind/ha. Otras especies frecuentes son: cortadillo

(*Nolina cespitifera*) con 80 ind/ha, tascate (*Juniperus saltillensis*) con 50 ind/ha y barreta (*Helietta parvifolia*) con 40 ind/ha. Sobresalen de la altura media del matorral arbustos de *Comarostaphylis polifolia* y *Quercus greggii* los que suman un VIE de 3.27%. En esta comunidad crecen de forma aislada dos especies de la familia Cactácea como: *Turbinicarpus beguinii* la cual tiene 90 ind/ha, se trata de una especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de sujeta a protección especial (ver Tabla 9), además de la bisnaguita (*Neolloydia conoidea*) con 10 ind/ha.

Se presentan algunas especies arbóreas las que tienen densidad total de 190 ind/ha presentan un estrato de 4 a 6 m, está dominado por el ocotillo (*Gochnatia hypoleuca*) con densidad de 46 ind/ha y VIE de 19.61%, posee diámetro medio de 10.70 cm, se presenta además la barreta china (*Lindleya mespiloides*) con densidad de 26 ind/ha y VIE de 12.24%, con menor frecuencia crece la barreta (*Fraxinus greggii*) con 17 ind/ha y el madroño (*Arbutus xalapensis*) con 13 ind/ha.

El estrato herbáceo 5 a 15 cm está dominado por especies tales como: el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) con una dominancia relativa de 21.24% y un VIE de 11.96% (ver Tabla 9), se presenta además las hierbas anuales: *Dyssodia pinnata* con dominancia relativa de 10.18% y un VIE de 10.56% y *Leucelene ericoides* con dominancia relativa de 15.93% y un VIE de 9.09%. Con menor densidad crecen la especie ruderal: cebollín (*Asphodelus fistulosus*) la cual tiene un VIE de 2.97% y el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) con un VIE de 2.77%.

Tabla 9. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Matorral Submontano

Árboles							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (m)	DIAM MEDIO (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	4.58	10.7	26.06	46	24.06	8.7	19.61
<i>Lindleya mespiloides</i>	4.07	7.18	5.79	26	13.53	17.39	12.24
<i>Fraxinus greggii</i>	6.38	22.36	12.64	17	9.02	8.7	10.12
<i>Arbutus xalapensis</i>	2.85	10.96	8.57	13	6.77	8.7	8.01
<i>Quercus greggii</i>	4.2	13.38	9.9	11	6.02	4.35	6.75
<i>Helietta parvifolia</i>	6	8.27	4.96	16	8.27	4.35	5.86

ESPECIE	ALTURA MEDIA (m)	DIAM MEDIO (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Yucca linearifolia</i>	3.8	29.5	10.85	3	1.5	4.35	5.57
<i>Rhus muelleri</i>	2.7	10.07	5.04	10	5.26	4.35	4.88
<i>Berberis gracilis</i>	3	8.5	3.69	11	6.02	4.35	4.68
<i>Juniperus saltillensis</i>	1.61	10.17	2.05	6	3.01	8.7	4.58
<i>Quercus striatula</i>	4.23	9	3.63	10	5.26	4.35	4.41
<i>Leucaena greggii</i>	4.67	10.75	3.01	6	3.01	4.35	3.46
<i>Rhus virens</i>	5	7.67	1.14	4	2.26	4.35	2.58
<i>Quercus intricata</i>	3.5	7.33	1	4	2.26	4.35	2.54
<i>Ptelea trifoliata</i>	2.3	6.33	0.75	4	2.26	4.35	2.45
<i>Acacia berlandieri</i>	4	8.5	0.92	3	1.5	4.35	2.26
Total			100	190	100	100	100
Arbustos							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*	
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	50.7	7.47	650	16.01	6.85	10.11	
<i>Agave lecheguilla</i>	42.17	7.68	600	14.78	4.11	8.86	
<i>Acacia berlandieri</i>	113.33	7.89	360	8.87	4.11	6.96	
<i>Lindleya mespiloides</i>	123.2	6.8	190	4.68	6.85	6.11	
<i>Agave gentryi</i>	155	9.4	130	3.2	2.74	5.11	
<i>Rhus virens</i>	156.5	8.5	150	3.69	2.74	4.98	
<i>Calliandra conferta</i>	71.67	5.53	210	5.17	4.11	4.94	
<i>Dalea bicolor</i>	57.33	1.61	300	7.39	4.11	4.37	
<i>Krameria cytisoides</i>	105	4.55	180	4.43	4.11	4.37	
<i>Agave striata</i>	57.17	1.86	220	5.42	4.11	3.8	
<i>Nolina cespitifera</i>	74	2.2	80	1.97	5.48	3.22	
<i>Agave scabra</i>	69.38	4.41	60	1.48	2.74	2.88	
<i>Juniperus saltillensis</i>	155	3.05	50	1.23	2.74	2.34	
<i>Guaiacum angustifolium</i>	77.5	1.31	80	1.97	2.74	2.01	
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	130	3.6	20	0.49	1.37	1.82	
<i>Opuntia stenopetala</i>	25	0.94	70	1.72	2.74	1.8	
<i>Comarostaphylis polifolia</i>	180	3.21	30	0.74	1.37	1.77	
<i>Ptelea trifoliata</i>	72	0.59	70	1.72	2.74	1.68	
<i>Helietta parvifolia</i>	131.67	2.55	40	0.99	1.37	1.63	
<i>Croton cortesianus</i>	45.5	0.31	60	1.48	2.74	1.51	
<i>Quercus greggii</i>	200	2.65	20	0.49	1.37	1.5	
<i>Yucca carnerosana</i>	140	2.35	30	0.74	1.37	1.49	
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	59	0.88	30	0.74	2.74	1.45	

ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	70	2.17	30	0.74	1.37	1.43
<i>Chrysactinia mexicana</i>	105	0.62	30	0.74	2.74	1.37
<i>Cercocarpus fothersgilloides</i>	63	1.76	30	0.74	1.37	1.29
<i>Turbinicarpus beguinii</i>	7.75	0.03	90	2.22	1.37	1.21
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	140	1.93	10	0.25	1.37	1.18
<i>Leucophyllum frutescens</i>	53	0.86	40	0.99	1.37	1.07
<i>Juniperus fláccida</i>	180	1.46	10	0.25	1.37	1.03
<i>Nama palmeri</i>	93	0.46	40	0.99	1.37	0.94
<i>Decatropis bicolor</i>	64	0.06	40	0.99	1.37	0.81
<i>Dasyllirion berlandieri</i>	90	0.59	10	0.25	1.37	0.74
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	77	0.37	10	0.25	1.37	0.66
<i>Vauquelinia corymbosa</i>	62	0.12	20	0.49	1.37	0.66
<i>Quercus laceyi</i>	23.5	0.03	20	0.49	1.37	0.63
<i>Vauquelinia corymbosa</i>	62	0.01	20	0.49	1.37	0.62
<i>Quercus hintoniorum</i>	100	0.13	10	0.25	1.37	0.58
<i>Opuntia lindheimeri</i>	55	0.1	10	0.25	1.37	0.57
<i>Neolloydia conoidea</i>	5	0.01	10	0.25	1.37	0.54
Total		100	4,060	100	100	100
Herbáceas						
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Bouteloua gracilis</i>	15.84	21.24	8,399	8.61	6.03	11.96
<i>Dyssodia pinnata</i>	5.18	10.18	16,750	17.18	4.31	10.56
<i>Leucelene ericoides</i>	6.93	15.93	6,004	6.16	5.17	9.09
<i>Leucophyllum langmaniae</i>	6.21	15.93	6,500	6.67	4.31	8.97
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	3.88	5.34	14,011	14.37	5.17	8.29
<i>Acalypha monostachya</i>	1.33	0.47	15,000	15.38	4.31	6.72
<i>Polygala sp.</i>	2.95	2.66	8,005	8.21	5.17	5.35
<i>Nama palmeri</i>	3.17	2.67	4,507	4.62	5.17	4.15
<i>Carex schiedeana</i>	1.95	1.34	6,000	6.15	4.31	3.94
<i>Bidens odorata</i>	2.51	0.92	5,010	5.14	5.17	3.74
<i>Erigeron pubescens</i>	5.18	4.95	218	0.22	6.03	3.73
<i>Chrysactinia mexicana</i>	1.88	2.66	4,000	4.1	4.31	3.69
<i>Asphodelus fistulosus</i>	2.51	3.68	63	0.06	5.17	2.97
<i>Bouteloua curtipendula</i>	2.02	3.12	16	0.02	5.17	2.77
<i>Salvia grahamii</i>	1.81	2.66	3	0	5.17	2.61
<i>Helietta parvifolia</i>	1.22	0.45	3,000	3.08	4.31	2.61

ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Loeselia scariosa</i>	1.58	1.79	4	0	5.17	2.32
<i>Linum rupestre</i>	1.59	1.78	5	0.01	5.17	2.32
<i>Lantana achyranthifolia</i>	1.46	1.34	3	0	5.17	2.17
<i>Bauhinia lunarioides</i>	1.33	0.89	1	0	5.17	2.02
Total		100	97,501	100	100	100

* Valor de Importancia Ecológica = Dens. rel. + Área basal rel. + Frec. rel. / 3.

5.1.7. Vegetación de Arroyos

Esta comunidad se presenta a través de arroyos, donde los suelos son arenosos y se tiene más disponibilidad de humedad, es abundante en el Arroyo Casillas que atraviesa la microcuenca. El estrato arbóreo está integrado por arboles aislados o en grupos pequeños que poseen altura media de 5.0 m y diámetro de 8.59 cm, donde el sauce (*Salix nigra*) es la especie dominante con 110 ind/ha, tiene el 100% de la dominancia relativa.

El estrato arbustivo presenta baja riqueza con 2 especies que forman un estrato con altura que oscila de 0.70 a 1.63 m, la jarilla (*Brickellia veronicifolia*) presenta densidad de 100 ind/ha y un VIE de 50.84%, son frecuentes además los arbustos de mimbre (*Chilopsis linearis*) con 200 ind/ha y 49.16% del VIE total (ver Tabla.13).

Respecto al estrato herbáceo se registraron 5 especies que presenta altura promedio de 5 a 48 cm, donde el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) es la especie más abundante con 145,000 ind/ha y un VIE de 47.72%. Con menor densidad se presentan algunas malezas ruderales tales como aceitilla (*Bidens odorata*) con VIE de 14.99%, cebollín (*Asphodelus fistulosus*) con VIE de 13.46% y zacate pata de gallo (*Cynodon dactylon*) con VIE de 12.53%, con menor VIE se encuentra *Brickellia veronicifolia* que integra un VIE de 11.30% (ver Tabla.10).

Tabla 10. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en la Vegetación de Arroyos

Árboles							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (m)	DIAM MEDIO (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Salix nigra</i>	5.1	8.59	100	110	100	100	100
Total			100	110	100	100	100
Arbustos							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*	
<i>Brickellia veronicifolia</i>	70	69.19	100	33.33	50	50.84	
<i>Chilopsis linearis</i>	163	30.81	200	66.67	50	49.16	
Total		100	300	100	100	100	
Herbáceas							
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*	
<i>Bouteloua curtipendula</i>	27	35.28	145,000	87.88	20	47.72	
<i>Bidens odorata</i>	33	21.94	5,000	3.03	20	14.99	
<i>Asphodelus fistulosus</i>	48	17.34	5,000	3.03	20	13.46	
<i>Cynodon dactylon</i>	5	14.57	5,000	3.03	20	12.53	
<i>Brickellia veronicifolia</i>	35	10.87	5,000	3.03	20	11.3	
Total		100	165,000	100	100	100	

* Valor de Importancia Ecológica = Dens. rel. + Área basal rel. + Frec. rel. / 3.

5.1.8. Zacatal Alpino

Crece en pequeños valles intermontanos con suelos profundos, los cuales están rodeados por Bosque de Pino y Chaparral, se presenta en sitios con altitud media de 3,100 m. Las especies más abundantes son gramíneas tales como: *Achnatherum robustum* y *Bromus carinatus*, además de otras especies siendo dominantes las de la familia Asteraceae y Fabaceae. No se presentan especies arbustivas, las leñosas están integradas por juveniles escasos de *Pinus hartwegii* y *Pseudotsuga menziesii*. Tal comunidad es poco pastoreada debido a la toxicidad del zacatón (*Achatherum robustum*).

Para el estrato herbáceo se presentan siete especies, la dominante es el zacatón (*Achnatherum robustum*) con VIE de 25.55% y dominancia relativa de 45.97%, seguido por el zacate bromo (*Bromus carinatus*) especie con 15.89% del VIE y 5.43% de dominancia relativa, es frecuente además *Grindelia grandiflora* con 65,000 ind/ha (ver Tabla.14). Las especies menos frecuentes son: *Hymenoxys insignis* y *Gnaphalium hintoniorum* con 37,500 y 70,000 ind/ha.

Tabla 11. Atributos de la vegetación de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas en el Zacatal Alpino

Herbáceas						
ESPECIE	ALTURA MEDIA (cm)	DOM REL (%)	DENS (ind/ha)	DENS REL (%)	FREC REL (%)	VAL IMP ECOL (%)*
<i>Achnatherum robustum</i>	61	45.97	102,500	15.3	15.38	25.55
<i>Bromus carinatus</i>	27	5.43	180,000	26.87	15.38	15.89
<i>Grindelia grandiflora</i>	28.5	20.2	65,000	9.7	15.38	15.1
<i>Monarda sp.</i>	29.25	5.99	157,500	23.51	7.69	12.4
<i>Descurainia virletii</i>	37.5	3.02	57,500	8.59	23.07	11.56
<i>Hymenoxys insignis</i>	90	17.26	37,500	5.6	7.69	10.18
<i>Gnaphalium hintoniorum</i>	25	2.12	70,000	10.45	15.38	9.32
Total		100	670,000	100	100	100

* Valor de Importancia Ecológica = Dens. rel. + Área basal rel. + Frec. rel. / 3.

5.2. Diversidad y riqueza de especies de las comunidades vegetales de la microcuenca

La riqueza de especies por estratos para las comunidades de la microcuenca se muestra en la Tabla 15. En el estrato arbóreo la riqueza es alta ya que la máxima es 16 especies y se presenta en el Matorral submontano, mientras que en las demás comunidades esta es desde 1 hasta 8 especies, en comunidades como en el Zacatal alpino el estrato arbóreo está ausente.

Por su parte en el estrato arbustivo la mayor riqueza se presenta en el Matorral rosetófilo y Matorral submontano al presentar 40 especies, lo contrario ocurre con la Vegetación de arroyo y Bosque de oyamel la cual está representada por 2 especies, mientras que resto de las comunidades presenta riqueza que oscila de 16 a 40

especies. Referente al estrato herbáceo el Bosque de pino es el que presenta la mayor riqueza con 22 especies, las demás comunidades presentan riqueza de 8 a 13 especies y solo el Matorral submontano con Bosque de pino piñonero presenta menor riqueza con 2 especies (ver Tabla 12).

Con respecto a la diversidad del estrato arbóreo y de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener, el Matorral Submontano presenta la mayor diversidad con 2.46 nats, mientras que las demás comunidades presentan índices de diversidad bajos ya que en la mayor parte los valores son inferiores a 1.0 nats, de estos el Matorral Submontano con Bosque de pino piñonero es el que tiene menor diversidad con 0.41 nats. En cuanto al estrato arbustivo, este presenta los mayores índices de diversidad, pues de las 8 comunidades estudiadas solo tres presentan valores inferiores a 1.0 nats, el Matorral submontano tienen la mayor diversidad con 3 nats, por el contrario el menor valor ocurre en el Bosque de oyamel con 0.20 nats (ver Tabla 12). Respecto al estrato herbáceo la diversidad es desde baja a alta, ya que los índices presentan valores desde 0.20 a 2.69 nats. De las 8 comunidades estudiadas solo dos presentan valores inferiores a 1 nats. El Matorral submontano con bosque de pino piñonero presenta la menor diversidad siendo esta de 0.20 nats, por su parte el Matorral rosetófilo tiene el mayor valor, siendo este de 2.69 nats.

La equitatividad representa la distribución proporcional de las especies dentro de cada comunidad, con respecto a esto al referirse al estrato arbóreo el Matorral rosetófilo con bosque de pino piñonero presenta una equidad del 89.95%, el valor más bajo es para el Bosque de pino con 38.18%. Dentro de este estrato ocho de las 8 comunidades estudiadas tienen equitatividades superiores a 50%.

En el caso del estrato arbustivo la equitatividad es media por la razón que la mayoría de las comunidades tienen valores altos entre 28.64 a 91.83%, donde la Vegetación de arroyo tiene el mayor valor con 91.83%, por el contrario, el Bosque de oyamel tiene el menor valor con 28.64%. Dentro de este estrato ocho de las 8 comunidades estudiadas tienen equitatividades superiores a 60%.

Con respecto al estrato herbáceo existe amplia variación en la equitatividad debido a que los valores tienen un rango de 28.68 a 90.94%, donde el Matorral rosetófilo con matorral submontano es que el que presenta la mayor equidad con 90.94%, mientras que el Matorral submontano con bosque de pino piñonero presenta la menor equidad con 28.64%.

Dentro de este estrato ocho de las 8 comunidades estudiadas tienen equitatividades superiores a 75%.

Tabla 12. Riqueza de especies, índice de diversidad y equitatividad del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo en la vegetación de la microcuenca

Estrato	Riqueza de especies	Diversidad (nats)	Equitatividad (%)
Bosque de oyamel			
Árboles	5	0.97	60.11
Arbustos	2	0.2	28.64
Hierbas	13	2.09	81.6
Bosque de pino			
Árboles	5	0.61	38.18
Arbustos	8	1.4	69.16
Hierbas	22	2.62	80.3
Bosque de pino piñonero			
Árboles	3	0.61	54.44
Arbustos	16	2.4	86.68
Hierbas	13	2.24	87.3
Chaparral Montano			
Árboles	3	0.95	86.5
Arbustos	17	2.09	73.59
Hierbas	21	1.98	64.03
Matorral rosetófilo			
Árboles	8	1.84	88.62
Arbustos	40	2.42	65.71
Hierbas	24	2.69	84.77
Matorral Submontano			
Árboles	16	2.46	88.75
Arbustos	40	3	81.32
Hierbas	20	2.46	82.01
Vegetación de arroyo			
Árboles	1	----	----
Arbustos	2	0.69	91.83

Vegetación de arroyo			
Hierbas	5	0.54	33.38
Zacatal alpino			
Hierbas	8	1.86	89.45

5.3. Especies endémicas y/o en peligro de extinción (abundancia relativa y valor de importancia ecológica)

Con base en revisión de literatura sobre especies vegetales bajo estatus de conservación para la Sierra de Arteaga en el sureste del estado de Coahuila, Villarreal-Quintanilla y Encina-Domínguez (2005) mencionan que la región de la Gran Sierra Plegada en Coahuila se distribuyen algunas especies según la NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece el listado de especies y subespecies de la flora silvestre terrestre y acuática en peligro de extinción (P), sujetas a protección especial (Pr) y amenazadas (A), las cuales se incluyen en la Tabla 13. De tales especies la más frecuente es la biznaga *Turbincarpus beguinii*, en la microcuenca se presenta en el Matorral Rosetófilo con 80 ind/ha, Matorral Submontano 90 ind/ha y Chaparral Montano 217 ind/ha. Por su parte en el área del proyecto se presenta en el Matorral Rosetófilo con 109 ind/ha y en el Matorral Submontano 109 ind/ha.

Se presentan además seis especies endémicas al estado de Coahuila y áreas adyacentes tales como: *Agave montana*, *Festuca valdesii*, *Hymenopappus hintoniorum*, *Hymenoxys insignis*, *Pinus culminicola* y *Quercus hintoniorum*, la cuales se distribuyen en las partes altas de los límites entre Coahuila y Nuevo León (Villarreal-Quintanilla y Encina-Domínguez, 2005).

Durante las exploraciones botánicas en la zona montañosa se colectó una especie nueva de sotol el cual fue nombrado *Dasylyrion micropterum* Villarreal, A.E. Estrada & Encina (Villarreal-Quintanilla et al., 2016). Se considera una especie endémica a la Gran Sierra Plegada en Coahuila a Matorral Rosetofilo en altitudes de 2,800 m en exposición sur y este.

Tabla 13. Especies bajo estatus de conservación en el la microcuenca según la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Nombre Científico	Estatus de Conservación	Endémicas a Coahuila y áreas adyacentes
Cactaceae	<i>Ferocactus pilosus</i>	Sujeta a protección especial	No endémica
	<i>Turbincarpus beguinii</i>	Sujeta a protección especial	No endémica
	<i>Abies vejarii</i>	Amenazada	No endémica
Pinaceae	<i>Picea mexicana</i>	En peligro de extinción	Endémica
	<i>Pinus culminicola</i>	En peligro de extinción	Endémica

5.4. Especies de interés comercial y potencial productivo en la microcuenca

En los ecosistemas forestales habitan 13 millones de personas que viven en 23 mil ejidos y comunidades indígenas, localizadas en las áreas forestales de México (Anónimo, 2009). Algunos de éstos han creado empresas comunitarias, y aprovechan sus recursos naturales de manera tradicional. Se reconocen dos grandes grupos; los productos maderables y no maderables, la madera es el principal producto maderable, cabe señalar que es una de las principales fuentes de empleo, la leña por su parte es la principal fuente de energía para cocinar alimentos y calentar sus viviendas. Mientras que los principales productos no maderables son la resina, rizomas, fibras, ceras, gomas y otros (semillas, pencas, hojas y tallos). Además de especies vegetales que tienen propiedades alimenticias y medicinales. En la microcuenca se presentan algunas especies utilizadas actualmente, otras con potencial comercial o para autoconsumo de los pobladores del medio rural (Ver Tabla 14). La mayoría son especies de interés forestal no maderable, estas especies son la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), el cortadillo (*Nolina cespitifera*), sotol (*Dasyilirion cedrosanum*) y pino piñonero (*Pinus cembroides*).

Tabla 14. Especies de interés comercial reportadas en la microcuenca

Nombre común	Nombre científico	Usos tradicionales
Espadín	<i>Agave striata</i>	Ornamental.
Lechuguilla	<i>Agave lechuguilla</i>	Producción de ixtle a partir de la fibra de agave lechuguilla para la elaboración de diversos utensilios como estropajos, cepillos, relleno de diversos artículos, jarcería en general.
Manzanita, pingüica	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Medicinal
Hierba de San Nicolás	<i>Chrysactinia mexicana</i>	Medicinal
Sotol	<i>Dasyliirion cedrosanum, D. berlandieri</i>	Se elabora una bebida llamada sotol, muy parecida al mezcal. Con las hojas se elaboran varios utensilios domésticos, tales como tapetes y canastas, así como algunos adornos para diversas fiestas religiosas.
Popotillo	<i>Ephedra aspera</i>	Se emplean en el tratamiento de problemas renales y pulmonares.
Biznaga colorada	<i>Ferocactus pilosus</i>	Las inflorescencias “cabuches” son comestibles y se comercializan a buen precio en las ciudades cercanas
Resinosa, tatalencho, pegajosa	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Uso medicinal, se utiliza contra la diarrea y fiebre amarilla.
Barreta	<i>Helietta parvifolia</i>	Madera para construcción
Sangre de drago	<i>Jatropha dioica</i>	Posee propiedades astringentes por lo que se usa para diversas afecciones. El cocimiento se aplica a manera de cataplasma para tratar las várices y golpes; las raíces y/o los tallos se mastican para calmar el dolor de muelas y amacizar los dientes (fortalecer las encías). Se reporta el uso del látex para tratar las erupciones de la piel, hemorroides, enfermedades venéreas y heridas. Se usa también en la preparación de champú para el cabello.
Laurel	<i>Litsea parvifolia</i>	Medicinal
Cortadillo	<i>Nolina cespitifera</i>	Se obtienen fibras para elaborar escobas, cepillos industriales.
Mariola	<i>Parthenium incanum</i>	Forraje para el ganado caprino. Uso ceremonial y para problemas hepáticos y estomacales.
pino piñonero	<i>Pinus cembroides</i>	Obtención de leña, madera para construcción y alimento (Piñones), además de árboles de navidad.
Pinos	<i>Pinus spp.</i>	Obtención de madera para construcción.
Agrillo, correosa	<i>Rhus microphylla</i>	Uso medicinal, se ha utilizado para el tratamiento de la leucemia en el estado de Chihuahua.
Nopales	<i>Opuntia spp.</i>	Se obtiene forraje para el ganado bovino.
Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	Medicinal
Hierbanís	<i>Tagetes lucida</i>	Medicinal

VI. DISCUSIÓN

6.1. Composición florística

De la flora registrada en la microcuenca, correspondiente a 64 familias, 184 géneros y 255 especies este conjunto representa el 8.39% del total de especies encontradas para el estado de Coahuila por Villarreal-Quintanilla (2001) quien reportó 147 familias, 932 géneros y 3,207 especies, siendo Asteraceae la principal familia con 47 especies de 30 géneros, concierda con lo descrito con Rzedowski (1991), quien menciona que una de las familias mejor representadas para el norte de México es la familia Asteraceae; y Pinaceae como la familia de menor abundancia con 10 de las 17 especies que se registran para la Sierra Madre Oriental, de 4 géneros, numero de géneros registrados para la provincia (Contreras, 2004). Se registraron 8 comunidades vegetales descritas basadas en valores de abundancia e importancia ecológica.

Entre las 8 comunidades destaca por tener los valores más altos en abundancia e importancia ecológica el bosque de oyamel con *Abies mexicana* con la mayor densidad para esta comunidad vegetal (407 ind/ha), otra característica importante es que por la elevada cobertura de dosel el estrato arbustivo es bajo y solo hay dos registros en la microcuenca. El zacatal alpino es la comunidad con los valores más bajos en densidad ya que presenta especies del estrato herbáceo, la más representativa es *Achnatherum robustum* con 102,500 ind/ha, esta comunidad está rodeada por bosque de pino y chaparral; la toxicidad de las especies de gramínea en el zacatal hace que no sean aprovechables como forraje para el ganado.

6.2. Estructura de las comunidades vegetales de la microcuenca

La estructura para las comunidades de bosque es heterogénea y está bien definida por los tres estratos, las especies más representativas como *Pinus hartwegii* llegan a medir hasta 30 m de altura y un diámetro de hasta 37 cm; comprende árboles de hoja perenne, caducifolia o subcaducifolia, además puede incluir especies trepadoras y epífitas. En las partes altas de la montaña las pendientes son fuertes y en ellas domina

el uso de suelo denominado roquedo, se trata de sitios sin vegetación con roca expuesta. En laderas medias se observan matorral submontano y bosques de pino piñonero en los cañones.

El Matorral Xerófilo es el tipo de vegetación mejor representado en la microcuenca, incluye Matorral Submontano y Matorral Rosetófilo, el primero es común en exposición norte de la sierra, mientras que el segundo se presenta en sitios con mayor radiación solar. Existen amplias variantes en la altitud desde 1,600 m en el arroyo Castillas hasta 3,000 m de altitud en las partes altas de la sierra. En laderas de exposición sur la vegetación posee menor cobertura, en tales sitios se tienen suelos pedregosos y mayor radiación solar ambiente propicio para el Matorral desértico rosetófilo y hábitat para las especies suculentas y arrosetadas. El Matorral Submontano es abundante en laderas de exposición norte donde se tiene mayor humedad, en estas áreas la cobertura de la vegetación es alta y en los cañones y arroyos las especies alcanzan mayores alturas. Se encuentra en las partes altas con características de una gran gama de especies como lantrisco (*Rhus virens*), barreta (*Lindleya mespiloides*), rosa de castilla (*Purshia plicata*) y espadín (*Agave striata*) con alturas de 2 a 4 m.

La zona de transición entre el matorral desértico rosetófilo y el matorral submontano se ubican en la exposición sur donde domina la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), nopal (*Opuntia* spp.), además de arbustos altos como barreta (*Helietta parvifolia*) y guajillo (*Acacia berlandieri*) estas últimas propias del Matorral Submontano. La asociación entre el Matorral rosetófilo de lechuguilla (*Agave lechuguilla*) con Matorral Submontano posee más cobertura vegetal y en el conviven especies como guajillo (*Acacia berlandieri*) y panalero (*Forestiera angustifolia*). El Matorral rosetófilo de sotol (*Dasyilirion berlandieri*), se presenta asociado con charraquillo (*Quercus striatula*).

Una variante del Matorral submontano se presenta en altitudes mayores a 2,500 m, en transición con bosques templados, se trata de un matorral denso dominado por especies de la familia Rosaceae, además de individuos aislados de pino

En los lugares en donde la sombra es mayor la vegetación predominante es pino piñonero y en las partes donde la radiación es más directa predomina el matorral

submontano. En áreas con mayor humedad se presentan arboles bajos de ocotillo (*Gochnatia hypoleuca*) y barreta (*Helietta parvifolia*) en el Matorral Submontano. El bosque de pino piñonero (*Pinus cembroides*) se encuentra en altitudes de 2,100 a 2,500 m, en laderas de exposición norte y en cañones en donde la humedad se mantiene de manera más prolongada, los arboles poseen diámetros menores a 20 cm. Bosque de pino (*Pinus hartwegii*) esta vegetación se presenta en las partes más altas de la microcuenca donde se dan las condiciones para el desarrollo de estas especies que necesitan de clima templado-frío; cohabita con individuos de maguey serrano (*Agave gentryi*) y sotol (*Dasyllirion cedrosanum*). Estos bosques se presentan en suelos de tipo leptosol con abundante pedregosidad.

En cuestión de la exposición norte se encuentra el Bosque de Oyamel en partes altas que van de los 2,700 a los 3,470 m. en la microcuenca, está dominado por arboles de oyamel (*Abies mexicana*) con alturas de 13 m. y 14.5 de diámetro, además de otras especies representativas como *Pseudotsuga menziesii* y *Abies vejarii*, en el estrato herbáceo dominan zacates de los géneros *Bromus*, *Poa* y *Koeleria*, vegetación a sitios de alta montaña. Mientras que *Quercus greggii* y *Q. hintoniorum* dominan el estrato arbustivo con un 95.58% de dominancia relativa.

La vegetación de chaparral se presenta en las partes altas de la sierra, aparece después de la ocurrencia de incendios en Bosque de pino y Bosque de Oyamel, está dominada por *Quercus greggii* y *Arctostaphylos pungens* con magueyes aislados como *Agave gentryi* y *Agave montana*. Otras especies que se establece de manera abundante en áreas impactadas por incendios, pero en el Bosque de oyamel son *Ceanothus buxifolius* y *Epilobium angustifolium*.

El zacatal alpino se presenta en altitudes de 3,100 m está dominado por el zacate *Achnatherum robustum* y otras hierbas como *Hymenoxys insignis* y *Grindelia grandiflora*.

El cauce del arroyo Casillas atraviesa la microcuenca, es de tipo perenne, su caudal disminuye en la estación seca del año. El margen de este cuerpo de agua presenta vegetación de arroyos y algunas huertas frutícolas.

Las comunidades como el chaparral o los matorrales tanto rosetófilo como submontano presentan estructura abierta con excesiva radiación solar y por ende alta evapotranspiración que no poseen mucha diversidad en comparación a zonas más húmedas, cálidas, protegidas de la radiación solar y con suelos más ricos en materia orgánica.

En la asociación de zacatal alpino y vegetación de arroyo la vegetación es prácticamente homogénea pues la gran mayoría de especies o la totalidad de ellas es de porte herbáceo por lo cual las alturas no sobrepasan 1 m. Se desarrollan en la pendiente de la sierra donde la exposición solar es elevada y los suelos tienen poca materia orgánica.

6.3. Diversidad y riqueza de especies de las comunidades de la microcuenca

La riqueza dentro de los estratos de las comunidades vegetales de la microcuenca varió de acuerdo a diversos factores como la altitud, la exposición y el tipo de suelo registrado para el área del proyecto.

La riqueza más alta para el estrato arbóreo se concentra en el matorral submontano con 16 especies presentando también la mayor diversidad para el mismo estrato con 2.46 nats; la comunidad vegetal con la mayor equitatividad es el matorral rosetófilo con bosque de pino piñonero con 89.95%.

El matorral rosetófilo concentra la mayor riqueza para el estrato arbustivo con 40 especies de igual manera que el matorral submontano este presentando la mayor diversidad con 3 nats en el estrato arbustivo y la vegetación de arroyo con un 91.83% de valor presenta mayor equitatividad que las otras 10 comunidades vegetales.

Para el estrato herbáceo el nivel de riqueza más alto fue el bosque de pino con 22 especies registradas para esta comunidad, sin embargo, para este estrato la mayor diversidad de especies se concentra en el matorral rosetófilo con un valor de 2.69 nats, mientras que el matorral rosetófilo con matorral submontano presenta la mayor equidad con el 90.94%.

Según la altitud de cada comunidad, la altura donde se distribuyen más especies es el matorral submontano que se encuentra a 1,300 m. y matorral rosetófilo a 2,000-2,100 m. con 76 y 72 especies respectivamente.

Dentro de la composición de especies en los 8 tipos de vegetación se registraron 5 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 entre especies de Pináceas y Cactáceas, dos de ellas endémicas a Coahuila, mencionadas por Contreras (2004) como las dos únicas gimnospermas endémicas para la Sierra Madre Oriental; una de ellas *Pinus culminicola* en peligro de extinción la cual requiere de un programa urgente de conservación (Farjon y Styles, 1997).

VII. CONCLUSIONES

Se obtuvo un listado florístico que incluye 255 especies, en 184 géneros y 64 familias. Se registraron 8 comunidades florísticas, destacando en aporte de especies el matorral submontano con 76 especies. De las 255 especies registrados, 4 están protegidos por la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Ferocactus pilosus*, *Turbinicarpus beguinii*, *Abies vejarii*, *Picea mexicana*; y *Pinus culminicola*. Además, seis especies endémicas al estado de Coahuila y áreas adyacentes tales como: *Agave montana*, *Festuca valdesii*, *Hymenopappus hintoniorum*, *Hymenoxys insignis*, *Pinus culminicola* y *Quercus hintoniorum*.

La comunidad vegetal con mayor extensión en la microcuenca es el matorral submontano con 763.404 ha. Que corresponde al 36.51% de la superficie total registrada para el estudio.

La riqueza se expresa mejor en altitudes medias 2,000-2,100 m. que en altitudes bajas como la vegetación de arroyo o en las cimas de las sierras a 3,100 m como el zacatal. En laderas con mayor altitud y exposición norte crecen bosques de clima templado frio como el de oyamel, al principio mezclados con Matorral Submontano pero a mayor altitud incrementan su densidad y forman bosques.

Los bosques de pino han sido impactados por incendios forestales, además de plagas y enfermedades, de tal forma que actualmente se encuentran fragmentados y en su lugar se establece el Chaparral.

En general se demostró que para la vegetación de arroyo la cual se encuentra en las partes más bajas de la microcuenca y el suelo fue pobre en materia orgánica, aun con humedad se presentó poca diversidad y riqueza de especies. Las comunidades vegetales se distribuyen a través de un gradiente altitudinal, el cual además del relieve, tienen influencia directa en la precipitación y temperatura. El Bosque de pino piñonero y Chaparral Montano son los más abundantes en el área estudiada, por lo que el clima dominante es templado semiseco.

Las comunidades como Bosque de pino y Bosque de oyamel han disminuido su superficie debido a la ocurrencia de incendios forestales, posterior a estas perturbaciones son reemplazados por el Chaparral Montano.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con exploraciones botánicas en este tipo de hábitat, en especial en las zonas más inaccesibles, lo anterior con el objetivo de incrementar el conocimiento de las especies e interacciones ecológicas de flora presente en el área estudiada.

Se recomienda fomentar la conservación de la riqueza florística de la Gran Sierra Plegada en Coahuila, así como la restauración de las áreas impactadas y con ello asegurar la permanencia de los servicios ecosistémicos que proporcionan las comunidades vegetales del macizo montañoso.

IX. LITERATURA CITADA

- Abella, S. R., Covington W.W. 2006. Vegetation environment relationships and ecological species groups of an Arizona *Pinus ponderosa* landscape. *Plant Ecol* 185:225–268.
- Akira, S.M. Shiono, T. Koide, D. Kitagawa, R. Ota, A.T. Mizumachi E. 2013. Community assembly processes shape an altitudinal gradient of forest biodiversity. *Glob Ecol Biogeogr* 22:878–888.
- Ávila-Sánchez, P., Sánchez-González, A., Catalán-Heverástico, C., Almazán-Núñez, R. C., y Jiménez-Hernández, J. 2018. Patrones de riqueza y diversidad de especies vegetales en un gradiente altitudinal en Guerrero, México. *Polibotánica*, (45), 101-113.
- Axelrod, D. A. 1975. Evolution and biogeography of madrean-tethyan sclerophyll vegetation. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 62:280-334.
- Beaman J.H. 1962. The timberlines of Iztaccíhuatl and Popocatepetl, México. *Ecology* 43:377-385.
- Beaman J.H. y Andresen. 1966. The vegetation, floristics, and phytogeography of the Summit of Cerro Potosí, México. *Amer. Midl. Naturalist* 75: 1-33.
- Billings, W.D. 1974. Adaptations and origins of alpine plants. *Arctic Alpine Res.* 6: 129-142.
- Burton. J. Mladenoff., D.J. Clayton., M.K. Forrester., J.A. 2011. The roles of environmental filtering and colonization in the fine-scale spatial patterning of ground-layer plant communities in north temperate deciduous forests. *J Ecol* 99:764–776.
- Cabral C., I. 2003. Sinecología y florística del Rancho Experimental Las Norias., en la Sierra del Carmen, Mpio. de Acuña, Coah. Tesis MC. UAAAN. México.

- Castillo, M., Pedernera, P., y Pena, E. 2003. Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA*, 19(3), 44-53.
- Chandler, C.; Cheney, P.; Thomas, P.; Trabaud, L. y Williams, D. 1983. Fire in the forestry. *Forest fire behavior and effects*. Vol. I. John Wiley y Sons, Inc. USA. 450 pp.
- Chaneton, E. J. 2005. Factores que determinan la heterogeneidad de la comunidad vegetal en diferentes escalas espaciales. *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas*, 19-42.
- Contreras, R. 2004. "Gimnospermas". En *Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental*. Prensas de Ciencias, Conabio, México, D.F. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Crawley, M.J. y J.E. Hurrell. 2001. Scale dependence in plant biodiversity. *Science* 291: 864868.
- Critchfield, W. B. y E. L. Little, Jr. 1966. Geographic distribution of the pines of the world. U. S. Department of Agriculture. Forest Service. Misc. Publ. 991. Washington, D. C. 97 pp.
- Daniel, T. W.; Helms, J. A.; Baker, F. S. 1982. *Principles of silviculture*. 2ª edición. New York, McGraw-Hill. 500 pp.
- Davis, K. P. 1959. *Forest fire control and use*. McGraw-Hill Editors. USA. 584 pp.
- Encina-Domínguez, J.A. Meave, J.A. Zárate-Lupercio, A. 2013. Structure and woody species diversity of the *Dasyliirion cedrosanum* (Nolinaceae) rosette scrub of central and southern Coahuila State, Mexico. *Bot. Sci.* 91:335–347
- Estrada-Castillón E, Villarreal-Quintanilla JA, Jurado-Ybarra E, Cantú Ayala C, García-Aranda MA, Sánchez-Salas J, Jiménez-Pérez J, Pando-Moreno M 2012. Clasificación, estructura y diversidad del matorral submontano adyacente a la planicie costera del Golfo Norte en el Noreste de México. *Bot. Sci.* 90:37–52

- Estrada-Castillón, E. Arévalo, J., R. Villarreal-Quintanilla, J., A. González-Rodríguez, H. Salinas-R, M. y C. Cantú. 2015. Classification and ordination of main plant communities along an altitudinal gradient in the arid and temperate climates of northeastern Mexico. *Sci. Nat.* 102-59. P. 12.
- Farjon, A. y B. T. Styles. 1997. *Pinus* (Pinaceae). The New York Botanical Garden, *Flora Neotropica* no. 75. Nueva York. 291 p.
- Faustino Manco, J., y Jiménez Otárola, F. 2000. Manejo de cuencas hidrográficas, Turrialba, Costa Rica.
- Flores M., G., J. Jiménez L., X. Madrigal S., F. Moncayo R. y F. Takaki T. 1971. Memoria del mapa de tipos de vegetación de la República Mexicana. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, D. F. 59 pp.
- Flores, G. J., 2009. Impacto ambiental de incendios forestales, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), 313 pp.
- Fuller, M. 1991. Forest fires. And introduction to wildland fire behavior, management, firefighting and prevention. John Wiley & Sons. USA. 238 pp.
- Gadow K. V., Sánchez O. S., y Álvarez J. G., 2007. Estructura y crecimiento del bosque. Universidad de Göttingen, Alemania. 287 pp.
- Givnish, T. J. 1981. Serotiny, geography, and fire in the pine barrens of New Jersey. *Evolution*, 35: 101-123.
- Gleason, H.A. 1926. The individualistic concept of the plant association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 53: 7-26
- González-Medrano, F. 2003. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. INE, Semarnat, México.

- Gutiérrez-Flores, I. R., y Canales-Gutiérrez, Á. 2012. Evaluación comparativa de la diversidad de flora silvestre entre la isla Taquile y el cerro Chiani en relación a la altitud, Puno, Perú. *Ecología Aplicada*, 11(2), 39-46.
- Huerta-Martínez F.M., Vázquez-García J.A., García-Moya E., López-Mata L., Vaquera-Huerta H. 2004. Vegetation ordination at the southern Chihuahuan Desert (San Luis Potosi, Mexico). *Plant Ecol.* 174:79– 87.
- Jump A.S.C. Matyas. y J. Peñuelas, 2009. The altitud-for-latitude disparity in the range retractions of woody species. *Trends Ecol. Evol.*, 24(12): 694-701
- Koeppen, W. 1948. *Climatología*. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 478 pp.
- Kolasa, J. and C.D. Rollo. 1991. Introduction: the heterogeneity of heterogeneity: a glossary. En: J. Kolasa and S.T.A. Pickett (eds.), *Ecological heterogeneity*. Springer-Verlag, New York. 1-23.
- Koleff, P. Soberón, J. Arita, H.T. Dávila, P. Flores-Villela, O. Golubov, J. y Munguía, M. 2008. Patrones de diversidad espacial en grupos selectos de especies. *Capital Natural de México*, 1, 323-364.
- Komarek, E. U. 1967. Fire and the ecology of man. Proc. Tall. Timbers fire. Ecology conference N. 6 Tallahassee. Florida, USA.
- Körner, C. 1994. Scaling from species to vegetation: the usefulness of functional groups. In: Schulze E, Mooney HA (eds) *Biodiversity and ecosystem function*. Springer, Berlin, pp 117–140.
- Körner, C., M. Ohsawa, E. Spehn, E. Berge, H. Bugmann, B. Groombridge, H. Thomas, J. Ives, N. Jodha, B. Messerli, P. Price, M Reasoned, A. Rodgers, J. Thonell, M. Yashino, J. Baron, B. Barry, J. Blais, R. Bradley, R. Hofstede, V. Kapos, P. Leavitt, R. Monson, L. Nagy, D. Schindler, R. Vinebrooke and T. Watanabe. 2005. Mountain systems. In: Hassan, R., R. Scholes and N. Ash (eds.). *Ecosystems and human well-being: current state and trends*. Millennium

- Ecosystem Assessment. Island Press. Washington, DC, USA. Vol 1. pp. 681-716.
- 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. Publ. Addison-Welsey. Canadá.
- Krebs, C.J. 1978. *Ecology; the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper & Row, Publishers. Nueva York. 678 pp.
- Loreau, M. 2000. Are communities saturated? On the relationship between α , β and γ diversity. *Ecology Letters* 3: 73-76.
- Louman, B. 2001. *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central (Vol. 46)*. CATIE.
- Magurran, A. E. 1988. Why diversity? In: *Ecological diversity and its measurement* (pp. 1-5). Springer, Dordrecht.
- Major, J. y D. W. Taylor, 1977. 1977. Alpine In: M.G. Barbour y J. Major (eds.), *Terrestrial Vegetation of California*. Nueva York, Wiley Interscience.
- Marr, J.W. 1977. The development and movement of the tree islands near the upper limit of tree growth in the Southern Rocky Mountains *Ecology* 58:1159-1164.
- McDonald, J. A. 1990. The alpine-subalpine flora of Northeastern México. *Sida* 14: 21-28.
- McDonald, J. A. 1998. Fitografía e historia de la flora alpina-subalpina del noreste de México *en Diversidad biológica de México orígenes y distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 665-686.
- Medrano, M. D. J. M., Hernández, F. J., Rivas, S. C., y Luna, J. A. N. 2017. Diversidad arbórea a diferentes niveles de altitud en la región de El Salto, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8(40), 57-68.

- Melic, A. 1993. Biodiversidad y riqueza biológica: Paradojas y problemas. Zapateri: Revista aragonesa de entomología, 3, 97-103.
- Muller C.H. 1939. Relation of the vegetation and climatic types in Nuevo Leon, Mexico. American Midland Naturalist 21:687- 729.
- Müller-Dombois, D., y Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation science. New York.
- Nogués, B., D., M. B. Araújo, M. P. Errea and J. P. Martínez R. 2007. Exposure of global mountain systems to climate warming during the 21st Century. Global Environmental Change 17: 420-428.
- Ohmann, J. L., y Spies, T. A. 1998. Regional gradient analysis and spatial pattern of woody plant communities of Oregon forests. Ecol. Monographs 68:151-182.
- Ondarza, R.N. 1993. Ecología: El Hombre y su Ambiente. Editorial Trillas. México.
- Patterson III, W. A. 1986. My chance: A "New Ecology". Journal of Forestry 84(2):1.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp.
- Rzedowski, J. y T. Reyna-Trujillo. 1990. Divisiones florísticas. Escala 1:80000000. En: Tópicos fitogeográficos (provincias matorral xerófilo y cactáceas). Tomo II. Sección IV .8.3. Atlas Nacional de México (1990-1992). Instituto de Geografía. UNAM. México.
- Sánchez-González, A., y L. López-Mata, 2005. Plant species richness and diversity along an altitudinal gradient in the Sierra Nevada, Mexico. Diversity and Distribution 11: 567 – 575.
- Sang, W. 2009. Plant diversity patterns and their relationships with soil and climatic factors along an altitudinal gradient in the middle Tianshan Mountain area, Xinjiang, China". Ecol. Research 24: 303-314.

- Sheng, T. C. 1992. Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas: Estudio y planificación de cuencas hidrográficas (Vol. 13). Food & Agriculture Org.
- Sosa, M., Galarza, J. L., Lebgue, T., Soto, R., y Puga, S. 2006. Clasificación de las comunidades vegetales en la Región Árida del Estado de Chihuahua, México. *Ecología Aplicada* 5(1-2), 53-59.
- SPP. 1983. Síntesis Geográfica de Coahuila, México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Secretaría de Programación y Presupuesto. 163 pp.
- Stebbins, G. L. 1982. Floristic affinities of the high Sierra Nevada. *Madroño* 29: 189-199.
- The International Convention on Biological Diversity, 2003. Convention on Biological Diversity: Article 2: Use of Terms. <http://www.biodiv.org/convention/>
- Trivedi, M.R., Berry, P.M. Morecroftz, M.D. Dawson T.P. 2008. Spatial scale affects bioclimate model projections of climate change impacts on mountain plants. *Global Change Biol.* 14:1089 –1103
- Villarreal-Quintanilla, J.A. y Encina-Domínguez, J.A. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Botánica Mexicana* 70:1–46.
- Villarreal-Quintanilla J.A, y E. Estrada-Castillón. 2008. Flora de Nuevo León. Listados Florísticos de México XXIV. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Villarreal, J.A. y J. Valdés, R. 1992-93. Vegetación de Coahuila, México. *Revista de Manejo de Pastizales* 6(1):9-18.
- Vivian-Smith, G. 1997. Microtopographic heterogeneity and floristic diversity in experimental wetland communities. *J. Ecol.* 85:71–82.

- Whittaker R.H. 1972. *Communities and Ecosystems*. 5a impresión. McMillan Company. New York. U.S.A
- Whittaker, R.H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary Biology* 10: 1-67.
- Wiens, J.A. 1976. Population responses to patchy environments. *Annual Review of Ecology and Systematics* 7: 81-120
- Willig, M.R., Kaufman, D.M. and Stevens, R.D. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34:273–309.

X. APÉNDICES

Apéndice 10.1. Listado florístico de especies en la microcuenca estudiada

Familia	Género	Especie	Autor
Acanthaceae	<i>Dyschoriste</i>	<i>Linearis</i>	(Torr. & A. Gray) Kuntze
	<i>Siphonoglossa</i>	<i>Pilosela</i>	(Nees) Torr.
Agavaceae	<i>Agave</i>	<i>Lecheguilla</i>	Torr.
	<i>Agave</i>	<i>Gentryi</i>	B. Ullrich
	<i>Agave</i>	<i>Montana</i>	Villarreal
	<i>Agave</i>	<i>Scabra</i>	Salm-Dyck
	<i>Agave</i>	<i>Striata</i>	Zucc.
	<i>Dasyllirion</i>	<i>Berlandieri</i>	S. Watson
	<i>Dasyllirion</i>	<i>cedrosanum</i>	Trel.
	<i>Dasyllirion</i>	<i>micropterum</i>	Villarreal, A.E. Estrada & Encina
	<i>Nolina</i>	<i>Cespitifera</i>	Trel.
Yucca	<i>Yucca</i>	<i>carnerosana</i>	(Trel.) McKelvey
	<i>Yucca</i>	<i>thompsoniana</i>	Trel.
Anacardiaceae	<i>Rhus</i>	<i>microphylla</i>	Engelm.
	<i>Rhus</i>	<i>Muelleri</i>	Standl. & F.A. Barkley
	<i>Rhus</i>	<i>Virens</i>	Lindh. ex A. Gray
	<i>Toxicodendron</i>	<i>Radicans</i>	(L.) Kuntze
Apiaceae	<i>Arracacia</i>	<i>atropurpurea</i>	(Lehm.) Benth. et Hook.
	<i>Arracacia</i>	<i>Tolucensis</i>	Hemsl.
	<i>Donnellsmithia</i>	<i>Ternate</i>	(Walt.) Math. & Const.
	<i>Eryngium</i>	<i>hemsleyanum</i>	H. Wolf in Engler
	<i>Tauschia</i>	<i>johnstoniana</i>	Mathias & Constance
Aspleniaceae	<i>Asplenium</i>	<i>monanthes</i>	L.
	<i>Asplenium</i>	<i>resiliens</i>	Kunze
Asteraceae	<i>Erigeron</i>	<i>basilobatus</i>	Blake
	<i>Achillea</i>	<i>millefolium</i>	L.
	<i>Ageratina</i>	<i>calophylla</i>	(Blake) R.M. King & H. Rob.
	<i>Ageratina</i>	<i>nesomii</i>	B.L. Turner
	<i>Ageratina</i>	<i>zapalinama</i> *	B.L. Turner
	<i>Artemisia</i>	<i>ludoviciana</i>	Nutt.
	<i>Bidens</i>	<i>odorata</i>	Cav.
	<i>Brickellia</i>	<i>conduplicata</i>	B.L. Rob.
	<i>Chaetopappa</i>	<i>ericoides</i>	(Torr.) G.L. Nesom
	<i>Chaptalia</i>	<i>nutans</i>	(L.) Pol.
<i>Conyza</i>	<i>schiedeana</i>	(Less.) Cronq.	

Familia	Género	Especie	Autor
	<i>Chrysactinia</i>	<i>mexicana</i>	A. Gray
	<i>Cirsium</i>	<i>novoleonense</i>	G.L. Nesom
	<i>Cirsium</i>	<i>pringlei</i>	(S. Watson) Petrark.
	<i>Dahlia</i>	<i>coccinea</i>	Cav.
	<i>Dyssodia</i>	<i>pinnata</i>	B.L.Rob.
	<i>Erigeron</i>	<i>basilobatus</i>	Blake
	<i>Erigeron</i>	<i>hintoniorum*</i>	B.L. Turner
	<i>Erigeron</i>	<i>potosinus</i>	Standl.
	<i>Erigeron</i>	<i>pubescens</i>	Kunth
	<i>Flourensia</i>	<i>cernua</i>	DC.
	<i>Gymnosperma</i>	<i>glutinosum</i>	Less.
	<i>Gochnatia</i>	<i>hypoleuca</i>	(DC.) A. Gray
	<i>Gnaphalium</i>	<i>hintoniorum*</i>	G.L. Nesom
	<i>Gnaphalium</i>	<i>roseum</i>	Kunth
	<i>Hymenopappus</i>	<i>hintoniorum*</i>	B.L. Turner
	<i>Hymenoxys</i>	<i>insignis*</i>	(A. Gray) Cockerell
	<i>Leucelene</i>	<i>ericoides</i>	Greene
	<i>Parthenium</i>	<i>incanum</i>	Kunth
	<i>Parthenium</i>	<i>hysterophorus</i>	L.
	<i>Phanerostylis</i>	<i>coahuilensis</i>	(A. Gray) R.M. King & H. Rob
	<i>Phanerostylis</i>	<i>nesomii</i>	B. L. Turner
	<i>Psilactis</i>	<i>tenuis</i>	S. Watson
	<i>Senecio</i>	<i>carnerensis</i>	Greenm.
	<i>Senecio</i>	<i>coahuilensis</i>	Greenm.
	<i>Senecio</i>	<i>loratifolius</i>	Greenm.
	<i>Senecio</i>	<i>madrensis</i>	A. Gray
	<i>Senecio</i>	<i>octobracteatus</i>	BL Turner & T.M. Barkley
	<i>Senecio</i>	<i>richardsonii</i>	B.L. Turner
	<i>Senecio</i>	<i>zimapanicum</i>	Hemsl.
	<i>Solidago</i>	<i>muelleri</i>	Standl.
	<i>Smallanthus</i>	<i>vedalia</i>	(L.) Mack. ex Mack
	<i>Tagetes</i>	<i>lucida</i>	Cav.
	<i>Thymophylla</i>	<i>setifolia</i>	Lag
	<i>Verbesina</i>	<i>coahuilensis</i>	A. Gray ex S. Watson
	<i>Viguiera</i>	<i>greggii</i>	A. Gray ex S. Watson
	<i>Viguiera</i>	<i>stenoloba</i>	S.F. Blake
Berberidaceae	<i>Berberis</i>	<i>gracilis</i>	Hartw
Bignoniaceae	<i>Chilopsis</i>	<i>linearis</i>	(Cav.) Sweet
Boraginaceae	<i>Onosmodium</i>	<i>dondrantale</i>	I.M. Johnston
	<i>Heliotropium</i>	<i>torreyi</i>	I.M. Johnston
	<i>Nama</i>	<i>sp</i>	L.

Familia	Género	Especie	Autor
Brassicaceae	<i>Descurainia</i>	<i>virletii</i>	(E. Fourn.) O.E. Schulz
	<i>Draba</i>	<i>helleriana</i>	Greene
	<i>Erysimum</i>	<i>capitatum</i>	(Dougl.) Greene
Cactaceae	<i>Cylindropuntia</i>	<i>imbricata</i>	(Haw.) F.M. Knuth
	<i>Ferocactus</i>	<i>hamatacanthus</i>	Britton & Rose
	<i>Neolloydia</i>	<i>conoidea</i>	Britton & Rose
	<i>Mammillaria</i>	<i>magnimamma</i>	Haw.
	<i>Opuntia</i>	<i>engelmannii</i>	Salm-Dyck
	<i>Opuntia</i>	<i>lindheimeri</i>	Engelm.
	<i>Opuntia</i>	<i>microdasys</i>	(Lehm.) Pfeiff.
	<i>Turbincarpus</i>	<i>beguinii</i>	(N.P. Taylor) Mosco y Zanovello
Campanulaceae	<i>Campanula</i>	<i>rotundifolia</i>	L.
Caprifoliaceae	<i>Lonicera</i>	<i>pilosa</i>	(Kunth) Willd.
	<i>Symphoricarpos</i>	<i>microphyllus</i>	Kunth
Caryophyllaceae	<i>Arenaria</i>	<i>lanuginosa</i>	(Michx.) Rohrb.
	<i>Arenaria</i>	<i>lycopodioides</i>	Willd.
Celastraceae	<i>Paxistima</i>	<i>myrsinites</i>	(Pursh.) Raf.
Convolvulaceae	<i>Evolvulus</i>	<i>alsinoides</i>	L.
Cornaceae	<i>Cornus</i>	<i>stolonifera</i>	Michx.
Crassulaceae	<i>Sedum</i>	<i>greggii</i>	Hemsl.
	<i>Villadia</i>	<i>cucullata</i>	Rose
Cupressaceae	<i>Callitropsis</i>	<i>arizonica</i>	(Greene) D.P. Little
	<i>Juniperus</i>	<i>saltillensis</i>	M.T.Hall
	<i>Juniperus</i>	<i>flaccida</i>	Schltl.
Ephedraceae	<i>Ephedra</i>	<i>compacta</i>	Rose
Ericaceae	<i>Arbutus</i>	<i>xalapensis</i>	Kunth
	<i>Arctostaphylos</i>	<i>pungens</i>	Kunth
	<i>Camarostaphylos</i>	<i>polifolia</i>	(Kunth) Zucc. ex Klotzsch
Euporbiaceae	<i>Acalypha</i>	<i>monostachya</i>	Cav.
	<i>Argythamnia</i>	<i>neomexicana</i>	Müll. Arg
	<i>Bernardia</i>	<i>myricifolia</i>	(Scheele) S. Watson
	<i>Croton</i>	<i>cortesianus</i>	Kunth
	<i>Euphorbia</i>	<i>antisyphilitica</i>	Zucc.
	<i>Euphorbia</i>	<i>furcillata</i>	Kunth
	<i>Euphorbia</i>	<i>brachycera</i>	Engelm.
<i>Jatropha</i>	<i>dioica</i>	Sessé	
Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>berlandieri</i>	Benth.
	<i>Acacia</i>	<i>greggii</i>	A. Gray
	<i>Astragalus</i>	<i>purpusii</i>	M. E. Jones

Familia	Género	Especie	Autor
	<i>Bauhinia</i>	<i>lunarioides</i>	A. Gray
	<i>Calliandra</i>	<i>conferta</i>	Benth.
	<i>Cercis</i>	<i>canadensis</i>	L.
	<i>Dalea</i>	<i>bicolor</i>	Humb. & Bonpl. in Willd.
	<i>Dalea</i>	<i>radicans</i>	S.Watson
	<i>Phaseolus</i>	<i>filiformis</i>	Benth.
	<i>Lathyrus</i>	<i>parvifolius</i>	S. Watson
	<i>Lupinus</i>	<i>cacuminis</i>	Standl.
	<i>Senna</i>	<i>demissa</i>	(Rose) H.S.Irwin & Barneby
	<i>Vicia</i>	<i>ludoviciana</i>	Nutt.
	<i>Vicia</i>	<i>pulchella</i>	Kunth
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>greggii</i>	(A. DC.) Trel.
	<i>Quercus</i>	<i>hintoniorum*</i>	Nixon & C.H. Muller
	<i>Quercus</i>	<i>intricata</i>	Trel.
	<i>Quercus</i>	<i>laceyi</i>	Small
	<i>Quercus</i>	<i>pringlei</i>	Seemen ex Loes.
	<i>Quercus</i>	<i>saltillensis*</i>	Trel.
	<i>Quercus</i>	<i>striatula</i>	Trel.
Garryaceae	<i>Garrya</i>	<i>ovata</i>	Benth.
Gentianaceae	<i>Swertia</i>	<i>radiata</i>	(Kell.) Kuntze
Geraniaceae	<i>Erodium</i>	<i>cicutarium</i>	(L.) L. Her.
	<i>Geranium</i>	<i>crenatifolium</i>	Moore
	<i>Geranium</i>	<i>seemannii</i>	Peyr.
Grossulariaceae	<i>Ribes</i>	<i>microphyllum</i>	Kunth
Hydrangeaceae	<i>Phyladelphus</i>	<i>madrensis</i>	Hemsl.
Hydrophyllaceae	<i>Phacelia</i>	<i>patuliflora</i>	(Engelm. & A. Gray) A. Gray
Iridaceae	<i>Sisyrinchium</i>	<i>scabrum</i>	Cham. & Schlecht.
Juglandaceae	<i>Carya</i>	<i>illinoensis</i>	(Wangenh.) K.Koch
	<i>Carya</i>	<i>ovata</i>	(Mill.) K.Koch
Krameriaceae	<i>Krameria</i>	<i>cytisoides</i>	Cav.
Lamiaceae	<i>Agastache</i>	<i>palmeri</i>	(B.L. Rob.) Lint & Epling.
	<i>Salvia</i>	<i>regla</i>	Cav.
	<i>Salvia</i>	<i>glechomifolia</i>	Kunth.
	<i>Salvia</i>	<i>grahamii</i>	Benth.
	<i>Salvia</i>	<i>greggi</i>	A. Gray
Lauraceae	<i>Litsea</i>	<i>parvifolia</i>	Mez
Leguminosae	<i>Leucaena</i>	<i>greggii</i>	S.Watson
	<i>Mimosa</i>	<i>malacophylla</i>	A.Gray
Liliaceae	<i>Asphodelus</i>	<i>fistulosus</i>	L.
	<i>Allium</i>	<i>kunthii</i>	G. Don
	<i>Echeandia</i>	<i>flavescens</i>	(Schult. & Schult) Cruden

Familia	Género	Especie	Autor
	<i>Maianthemum</i>	<i>stellatum</i>	(L.) Link
	<i>Zigadenus</i>	<i>virescens</i>	(Kunth) Macrb.
Linaceae	<i>Linum</i>	<i>schiedeanum</i>	Schltl. & Cham.
	<i>Linum</i>	<i>rupestre</i>	(A.Gray) Engelm. ex A.Gray
Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>spinosa</i>	L.
Oleaceae	<i>Fraxinus</i>	<i>greggii</i>	A.Gray
Onagraceae	<i>Epilobium</i>	<i>angustifolium</i>	L.
Orchidaceae	<i>Corallorhiza</i>	<i>bulbosa</i>	A. Rich. & Gal.
	<i>Malaxis</i>	<i>brachystachya</i>	(Reichb.) Kuntze
	<i>Malaxis</i>	<i>soulei</i>	L.O. Williams
Orobanchaceae	<i>Conopholis</i>	<i>alpina</i>	Liebm.
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>violacea</i>	L.
Papaveraceae	<i>Hunnemannia</i>	<i>fumariifolia</i>	Sweet
Pinaceae	<i>Abies</i>	<i>mexicana</i>	Martínez
	<i>Abies</i>	<i>vejarii</i>	Martínez
	<i>Picea</i>	<i>mexicana*</i>	Martínez
	<i>Pseudotsuga</i>	<i>menziesii</i>	(Mirb.) Franco
	<i>Pinus</i>	<i>cembroides</i>	Zucc.
	<i>Pinus</i>	<i>culminicola</i>	Andresen & Beaman
	<i>Pinus</i>	<i>greggii</i>	Engelm.
	<i>Pinus</i>	<i>hartwegii</i>	Lundl.
	<i>Pinus</i>	<i>johannis</i>	M.-F. Robert
<i>Pinus</i>	<i>strobiformis</i>	Engelm.	
Poaceae	<i>Arundo</i>	<i>donax</i>	L.
	<i>Achnatherum</i>	<i>robustum</i>	(Vasey) Barkworth
	<i>Aristida</i>	<i>curvifolia</i>	E. Fourn. ex Hemsl.
	<i>Aristida</i>	<i>purpurea</i>	Nutt.
	<i>Bouteloua</i>	<i>curtipendula</i>	Torr.
	<i>Bouteloua</i>	<i>gracilis</i>	(Kunth) Lag. ex Steud.
	<i>Bromus</i>	<i>carinatus</i>	Hook. & Arn.
	<i>Bromus</i>	<i>densus*</i>	Swallen
	<i>Brachypodium</i>	<i>mexicanum</i>	(Roem. & Schult.) Link
	<i>Brachypodium</i>	<i>pringlei</i>	Scribn. en Beal
	<i>Cynodon</i>	<i>dactylon</i>	(L.) Pers.
	<i>Elymus</i>	<i>trachycaulus</i>	(Link) Gould
	<i>Festuca</i>	<i>thurberi</i>	Vasey
	<i>Festuca</i>	<i>valdesii*</i>	González – Ledezma
	<i>Jarava</i>	<i>ichu</i>	Ruiz & Pav.
	<i>Koeleria</i>	<i>macrantha</i>	(Ledeb.) Schultz
<i>Melica</i>	<i>porteri</i>	Scribn.	
<i>Muhlenbergia</i>	<i>montana</i>	Hitchc.	

Familia	Género	Especie	Autor
	<i>Muhlenbergia</i>	<i>tricholepis</i>	(Torr.) Columbus
	<i>Peyritschia</i>	<i>deyeuxioides</i>	(Kunth) Finot
	<i>Piptochaetium</i>	<i>virescens</i>	(Kunth) Parodi
	<i>Poa</i>	<i>fendleriana</i>	(Steud.) Vasey
	<i>Poa</i>	<i>palmeri</i>	Soreng & P.M. Peterson
	<i>Trisetum</i>	<i>viride</i>	(Kunth) Kunth
Polemoniaceae	<i>Ipomopsis</i>	<i>aggregata</i>	(Pursh) V. Grant
	<i>Loeselia</i>	<i>scariosa</i>	(M.Martens & Galeotti) Walp
Polypodiaceae	<i>Polygala</i>	<i>sp</i>	L.
	<i>Eriogonum</i>	<i>atrorubens</i>	Engelm.
	<i>Pleopeltis</i>	<i>guttata</i>	(Maxon) E.G. Andr. & Windham
Pteridaceae	<i>Cheilanthes</i>	<i>tomentosa</i>	Link
	<i>Pellaea</i>	<i>ternifolia</i>	(Cav.) Link
Pyrolaceae	<i>Chimaphila</i>	<i>umbellata</i>	(L.) Barton
Ranunculaceae	<i>Thalictrum</i>	<i>grandidentatum</i>	S. Watson
Rhamnaceae	<i>Ceanothus</i>	<i>buxifolius</i>	Willd.
	<i>Ceanothus</i>	<i>greggii</i>	A. Gray
	<i>Condalia</i>	<i>spathulata</i>	A.Gray
	<i>Karwinskia</i>	<i>humboldtiana</i>	S.Watson
	<i>Rhamnus</i>	<i>betulifolia</i>	Greene
	<i>Ziziphus</i>	<i>obtusifolia</i>	(Hook. ex Torr. & A.Gray) A. Gray
Rosaceae	<i>Alchemilla</i>	<i>vulcanica</i>	Schlecht. & Cham.
	<i>Amelanchier</i>	<i>denticulatum</i>	(Kunth) K. Koch
	<i>Cercocarpus</i>	<i>fothergilloides</i>	(Kunth) K. Koch
	<i>Cercocarpus</i>	<i>montanus</i>	Raf.
	<i>Fragaria</i>	<i>virginiana</i>	Duchesne
	<i>Holodiscus</i>	<i>discolor</i>	(Pursh) Maxim
	<i>Lindleya</i>	<i>mespiloides</i>	Kunth
	<i>Prunus</i>	<i>serotina</i>	Ehrh.
	<i>Purshia</i>	<i>plicata</i>	(D. Don) Henrickson
	<i>Rosa</i>	<i>woodsii</i>	Lindl.
	<i>Rubus</i>	<i>idaeus</i>	L.
	<i>Fragaria</i>	<i>virginiana</i>	Duchesne
Rubiaceae	<i>Galium</i>	<i>uncinulatum</i>	DC.
Rutaceae	<i>Decatropis</i>	<i>bicolor</i>	(Zucc.) Radlk.
	<i>Helietta</i>	<i>parvifolia</i>	(A.Gray ex Hemsl.) Benth.
	<i>Ptelea</i>	<i>trifoliata</i>	Bol.
Salicaceae	<i>Populus</i>	<i>tremuloides</i>	Michx.
	<i>Salix</i>	<i>nigra</i>	Marshall
	<i>Salix</i>	<i>paradoxa</i>	Kunth.
Sambucaceae	<i>Sambucus</i>	<i>nigra</i>	L.

Familia	Género	Especie	Autor
Saxifragaceae	<i>Heuchera</i>	<i>mexicana</i>	W. Schaffn. ex Small & Rydb
Scrophulariaceae	<i>Castilleja</i>	<i>scorzoneraefolia</i>	Kunth
	<i>Penstemon</i>	<i>barbatus</i>	(Cav.) Roth
	<i>Penstemon</i>	<i>leonensis</i>	Straw
	<i>Leucophyllum</i>	<i>frutescens</i>	I.M. Johnst
	<i>Leucophyllum</i>	<i>minus</i>	A. Gray in Torr.
Smilacaceae	<i>Smilax</i>	<i>bona-nox</i>	L.
Solanaceae	<i>Nectouxia</i>	<i>Formosa</i>	Kunth
	<i>Solanum</i>	<i>verrucosum</i>	Schlecht
Verbenaceae	<i>Lantana</i>	<i>achyranthifolia</i>	Desf.
Violaceae	<i>Viola</i>	<i>galeanaensis</i>	Baker
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum</i>	<i>angustifolium</i>	Engelm.

Nota: * Especies endémicas de la sierra madre oriental entre Coahuila y Nuevo León.

Apéndice 10.2. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo

No. sitio	X	Y
S1	364009	2792623
S2	363607	2791897
S3	365219	2791935
S4	365633	2791173
S5	367065	2791701
S6	366753	2790074
S7	368493	2791069
S8	368616	2790164
S9	369271	2790468
S10	369150	2789477
S11	369655	2789981
S12	371171	2789366
S13	370457	2789220
S14	367209	2793492
S15	371861	2795756
S16	368114	2794308
S17	366993	2794599
S18	364266	2796449
S19	373196	2792400
S20	371400	2792820
S21	372800	2790525
S22	369609	2794043
S23	366817	2795433

No. sitio	X	Y
S24	368204	2797427
S25	364984	2795154
S26	372522	2794330
S27	365871	2797327
S28	367060	2796414
S29	368933	2795900
S30	366220	2795299
S31	364770	2796225
S32	370917	2796031
S33	376628	2789530
S34	374412	2791499
S35	375871	2789941
S36	371408	2794913
S36	374371	2789906
S37	372164	2792948
S38	372669	2791560
S39	375250	2790688
S40	368607	2792788
S41	365575	2793669
S42	372389	2795288
S43	369731	2793132
S44	370868	2792994
S45	371109	2793774
S46	374176	2790819
S47	370948	2792205
S48	370997	2788549
S49	373157	2790937
S50	368309	2795759
S51	374371	2789906
S52	368715	2795404
S53	367515	2790562
S54	363185	2796049
S55	367840	2790002
S56	368703	2791896
S57	370991	2795336

*coordenadas UTM WGS 84 Zona 13

Apéndice 10.3 Memoria fotográfica de los tipos de vegetación en la microcuenca y especies representativas en la microcuenca



A. Matorral submontano y bosques de pino piñonero en los cañones, **B.** Matorral Submontano y Matorral Rosetófilo, **C.** Matorral desértico rosetófilo, **D.** Zona de transición entre el matorral desértico rosetófilo y el matorral submontano.





E. Matorral rosetófilo de lechuguilla (*Agave lechuguilla*) asociado con Matorral Submontano, **F.** Matorral rosetófilo de sotol (*Dasyllirion micropterum*), **G.** Matorral submontano en transición, Bosques templados, **H.** Matorral submontano, **I.** Bosque de pino piñonero (*Pinus cembroides*), **J.** Bosque de pino (*Pinus hartwegii*).





K. Chaparral, **L.** bosque de oyamel, **M.** Zacatal alpino, **N.** Vegetación de arroyos y algunas huertas frutícolas, **Ñ.** Huerta frutícola de nogal (*Carya illinoensis*) aguacate (*Persea americana*) y durazno (*Prunus pérsica*).





Especies de cactáceas encontradas en la microcuenca. **O.** Biznaguita (*Neolloydia conoidea*), **P.** Biznaga chilitos (*Mammillaria magnimamma*), **Q.** Biznaga Costillón (*Ferocactus hamatacanthus*), **R.** Biznaguita (*Turbinicarpus beguinii*).



Especies endémicas de la Sierra Madre Oriental, **S.** Pino enano (*Pinus culminicola*) **T;** Maguey serrano (*Agave montana*).