

**COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA, ASPECTOS ECOLÓGICOS Y CAMBIO DE
USO DE SUELO DEL MATORRAL SUBMONTANO DE ROSÁCEAS DE LA
SIERRA DE ZAPALINAMÉ, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO**

SERGIO GERMÁN GÓMEZ PÉREZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN ZOOTECNIA**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIRECCIÓN DE POSTGRADO

**COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA, ASPECTOS ECOLÓGICOS Y CAMBIO DE
USO DE SUELO DEL MATORRAL SUBMONTANO DE ROSÁCEAS DE LA
SIERRA DE ZAPALINAMÉ, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO**

TESIS POR:

SERGIO GERMÁN GÓMEZ PÉREZ

**Elaborada bajo la supervisión del comité particular y aprobada como
requisito parcial para optar al grado de:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN ZOOTECNIA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:

Dr. Jesús Valdés Reyna

Asesor:

Dr. José A. Villarreal Quintanilla

Asesor:

Dr. Alejandro Zarate Lupercio

Dr. Jerónimo Landeros Flores

Director de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Mayo de 2009

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Jesús Valdés Reyna por la dirección de esta tesis, su confianza brindada y el apoyo continuo en la realización de la misma.

Al Dr. José A. Villarreal Quintanilla por su ayuda invaluable en la identificación de muestras botánicas, así como por sus valiosas observaciones durante el desarrollo de la tesis.

Al Dr. Alejandro Zarate Lupercio por la gran ayuda brindada y sus valiosos consejos durante la asesoría de la presente investigación.

Al M.C. Juan Antonio Encina Domínguez por la revisión detallada del documento de tesis, su apoyo continuo y sus acertadas sugerencias para mejorar su presentación.

A la Universidad Autónoma “Agraria Antonio” por todas las facilidades otorgadas durante la realización de los estudios de Maestría en Ciencias.

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECyT) y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su respaldo para realizar los estudios de postgrado.

Al los guardaparques del Área Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé, por el interés mostrado y su ayuda para realizar la presente investigación.

Al Lic. Miguel A. Hernández Gómez, Biol. Javier S. García G., Ing. Edhy Fco. García y al Ing. Efrén Carmona Peinado, por su apoyo, agradezco su valiosa ayuda en la colecta de datos de campo.

A Efrén Mata Rocha por su ayuda en el análisis de conglomerados.

Al Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, por su valiosa ayuda en la determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo.

A todas las personas que de alguna forma participaron en la elaboración de esta investigación. Gracias

DEDICATORIA

A mis padres Sebastián y María Guadalupe gracias por su apoyo, comprensión y la motivación para terminar esta etapa de mi formación profesional.

A mis hermanos gracias por ser mi inspiración y apoyo, que me estimula a seguir siempre adelante.

A Judith Robledo Domínguez, por ser mi compañera en la vida, por su apoyo incondicional, su valiosa amistad y ayuda brindada.

A mis amigos y compañeros de trabajo gracias por su amistad y por ser una parte importante en mi vida diaria.

A mi Alma Terra Mater, por darme todo sin pedirme nada a cambio.

A mis Maestros y Asesores, con admiración y respeto.

COMPENDIO

**COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA, ASPECTOS ECOLÓGICOS Y CAMBIO DE
USO DE SUELO DEL MATORRAL SUBMONTANO DE ROSÁCEAS DE LA
SIERRA DE ZAPALINAMÉ, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO**

POR:

Sergio Germán Gómez Pérez

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Marzo de 2009

Dr. Jesús Valdés Reyna – Asesor –

Palabras clave: Sierra de Zapalinamé, Matorral Submontano de Rosáceas,
estructura, composición, disturbio antropogénico.

La Sierra de Zapalinamé es una estribación de la Sierra Madre Oriental en la transición con el Desierto Chihuahuense; decretada como Zona Sujeta a Conservación Ecológica por el gobierno de Coahuila en 1996. El Matorral xerófilo es la vegetación dominante, en el área el Matorral Submontano de Rosáceas se localiza el pie de monte o ladera baja en exposición noroeste. Con la finalidad de conocer su estructura, composición florística y aspectos ecológicos, se establecieron 23 sitios rectangulares de muestreo de 75 m² para especies arbustivas y 6 m² rectangulares para las herbáceas, en donde se evaluó la densidad, cobertura, además de registrar la identidad específica y frecuencia. Con los atributos de la vegetación se calculó el valor de importancia de leñosas y herbáceas; con la finalidad de evaluar el cambio de uso de suelo se hizo una revisión histórica de los procesos o sucesos que provocaron cambios en la estructura y distribución de las comunidades vegetales de un área de 11,432.65 ha para el año 1988 al 2008. El análisis de conglomerados separó dos grupos de sitios respecto a la densidad de leñosas, reconociendo dos asociaciones del Matorral: Matorral Submontano de *Amelanchier denticulata* – *Purshia plicata* y Matorral Submontano de *Lindleya mespiloides*, las cuales se desarrollan en un intervalo latitudinal de 1,191 – 2,094 m. la precipitación y la temperatura medias es de 450 mm y 16°C respectivamente. La flora vascular está integrada por 64 familias, 198 géneros y 289 taxa. Las especies arbustivas estructuralmente importantes son *Purshia plicata* (1,936 ind/ha), *Amelanchier denticulata* (1,415 ind/ha), *Lindleya mespiloides* (968 ind/ha) con alturas medias de 1.24, 2 y 1.4 metros respectivamente; así como también *Mimosa biuncifera* (2,122 ind/ha), *Chrysactinia mexicana* (1,154

ind/ha), *Gymnosperma glutinosum* (1,119 ind/ha), *Berberis trifoliolata* (568 ind/ha) y *Brickellia veronicifolia* (782 ind/ha) con alturas debajo de los 0.71 m. Los arbustos con mayor cobertura son *Amelanchier denticulata*, *Purshia plicata* y *Lindleya mespiloides*. El estrato herbáceo representa el 62% de la flora; las más comunes son: *Dyssodia papposa* (60,000 ind/ha), *Muhlenbergia setifolia* (4,706 ind/ha), *Bouteloua curtipendula* (7,157 ind/ha), *Bouteloua hirsuta* (8,333 ind/ha), *Loeselia coerulea* (14,706 ind/ha), *Erioneuron avenaceum* (10,490 ind/ha) y *Crusea diversifolia* (22,941 ind/ha). En cuanto a diversidad el Matorral Submontano de *Amelanchier denticulata* – *Purshia plicata* es el más diverso con 3.99 bits y en menor grado el Matorral Submontano de *Lindleya mespiloides* con 3.25, esto en su mayor parte influenciado por las herbáceas. Sin embargo la primera asociación presenta valor más bajo de Equitatividad (69.28). La minería (extracción de materiales pétreos), los incendios y el crecimiento de la zona urbana son los factores que afectan al Matorral Submontano de Rosáceas, en el cual la pérdida total del año 1998 al 2008 fue de 321.73 ha, el principal factor de reducción del área fue el incremento de la zona urbana con una frecuencia del 9.89%, donde la asociación Matorral Submontano de *Amelanchier denticulata* – *Purshia plicata* es el más afectado. Por lo que para la implementación de estrategias de conservación biológica se deberá considerar el control de los disturbios antropogénicos.

ABSTRACT

**COMPOSITION, STRUCTURE, ECOLOGICAL ASPECT AND CHANGES IN
THE SOIL USAGE OF THE ROSACEAE SUBMONTANE SHRUB OF THE
SIERRA DE ZAPALINAMÉ, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO.**

By

Sergio Germán Gómez Pérez

MASTER IN SCIENCES IN ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

Buenavista, Saltillo, Coahuila, March 2009

Jesús Valdés Reyna, Ph. D. –Advisor–

Key words: Sierra de Zapalinamé, Rosaceae Submontane Shrub, structure,
composition, anthropogenic disturbance.

The Sierra de Zapalinamé is a spur of the Sierra Madre Oriental in transition with the Chihuahuan Desert; considered as a protected natural area by the state government in 1996. The Chihuahuan Desert shrub is the most common vegetation type, the Rosaceae Submontane Shrub is found in slopes with a northwest facing. With the purpose to know the structure, floristic composition and other ecological aspects; twenty three rectangular plot of 75 m² were established. Density, cover and height were measured for the adults shrubs as well as frequency for herbs. Rectangular plot of 2 m² were established in the herbs. Vegetation attributes were used to calculate the importance value for shrubs and herbs; with the purpose to evaluate the change of the soil usage, was done a historic revision of the processes or events that provoked changes in the structure and distribution of the vegetable communities of an area of 11.432,65 ha for the year 1998 to the 2008. Two groups of sites considering woody plants density, were recognized: Rosaceae Submontane Shrub of *Amelanchier denticulata* – *Purshia plicata* and Rosaceae Submontane Shrub of *Lindleya mespiloides*, both growing between 1,191 and 2,094 m of elevation. The annual average rain is 450 mm and the average temperature is 16°C. The vascular flora is represented by 64 plant families, 198 genera and 289 species. The most important shrubs are *Purshia plicata* (1,936 ind/ha), *Amelanchier denticulata* (1,415 ind/ha), *Lindleya mespiloides* (968 ind/ha) with heights of 1.24, 2 and 1.4 meters respectively; as well as *Mimosa biuncifera* (2,122 ind/ha), *Chrysactinia mexicana* (1,154 ind/ha), *Gymnosperma glutinosum* (1,119 ind/ha), *Berberis trifoliolata* (568 ind/ha) and *Brickellia veronicifolia* (782 ind/ha) with heights under the 0.71 meters. The shrubs with the highest covering value are:

Amelanchier denticulata, *Purshia plicata* and *Lindleya mespiloides*. The herbs are in 62% of the flora being the most common elements: *Dyssodia papposa* (60,000 ind/ha), *Muhlenbergia setifolia* (4,706 ind/ha), *Bouteloua curtipendula* (7,157 ind/ha), *Bouteloua hirsute* (8,333 ind/ha), *Loeselia coerulea* (14,706 ind/ha), *Erioneuron avenaceum* (10,490 ind/ha) and *Crusea diversifolia* (22,941 ind/ha). The Rosaceae Submontane Shrub of *Amelanchier denticulata* – *Purshia plicata* present the present the bigger index of diversity with 3.99 bits and minor grade the Rosaceae Submontane Shrub of *Lindleya mespiloides* with 3.25, this for the most part influenced by the herbaceous. However the first association presents the lowermost percentage of evenness (69.28%). The mining (extraction of petrous materials), fires and the growth of urban zone are the main factors that damage the shrub, as a result of the year 1998 to the 2008 the loss was of 321.73 has, the principal factor of reduction was the growth of urban zone, this with the 9.89%'s frecuency, where the Submontane Shrub of *Amelanchier denticulata* – *Purshia plicata* is the most affected. Consequently is necessary to consider the control of the human disturbance in the conservation strategy.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE CUADROS	xvii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos	5
MATERIALES Y METODOS.....	6
Descripción del Área de Estudio.....	6
Fisiografía.....	6
Geología y Suelos.	7
Clima.	9
Vegetación.....	10
Muestreo de Vegetación.....	11
Diseño del muestreo.....	11
Medición de la Vegetación.....	12
Caracterización Ecológica de los Sitios de Muestreo.	13
Cálculos derivados de la medición de vegetación.	14
Clasificación del Matorral Submontano.	15
Cálculos para obtener la Diversidad de Especies.....	15

Evaluación del cambio de uso de suelo del Matorral Submontano de Rosáceas y áreas adyacentes.....	16
RESULTADOS.....	19
Composición de especies del Matorral Submontano de la Sierra de Zapalinamé.....	19
Clasificación del Matorral Submontano de la Sierra de Zapalinamé.....	22
Grupo 1. Matorral Submontano de Amelanchier denticulata – Purshia plicata.	24
Grupo 2. Matorral Submontano de Lindleya mespiloides.	26
Aspectos estructurales del Matorral Submontano de la Sierra de Zapalinamé.....	26
Grupo 1. Matorral Submontano de Amelanchier denticulata – Purshia plicata.	27
Grupo 2. Matorral Submontano de Lindleya mespiloides.	30
Riqueza y diversidad de especies del Matorral Submontano de Rosáceas.	32
Aspectos Ecológicos del Matorral Submontano de Rosáceas.....	34
Evaluación del cambio de uso de suelo del Matorral Submontano de Rosáceas y áreas adyacentes.....	35
DISCUSIÓN.....	41
Composición de especies del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.	41
Estructura del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.....	42

Riqueza y diversidad de especies del Matorral Submontano de Rosáceas.	45
Aspectos ecológicos del Matorral Submontano de Rosáceas.	47
Evaluación del cambio de uso de suelo del Matorral Submontano y áreas adyacentes.	48
Disturbio Antropogénico en el Matorral Submontano de la Sierra de Zapalinamé y su impacto en la Estructura y Composición de especies.	51
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES GENERALES	54
LITERATURA CITADA	56
Apéndice 1. Listado florístico del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.	67
Apéndice 2. Ubicación geográfica y Características Ecológicas de los 23 sitios de muestreo en el Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.....	85
Apéndice 3. Datos ecológicos de clima, temperatura, precipitación, tipo de suelo de los 23 sitios de muestreo en el Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.	86
Apéndice 4. Características físicas de los suelos en los sitios de muestreo en el Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.	87
Apéndice 5. Características químicas de los suelos en 11 sitios de muestreo del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.	88
Apéndice 6. Carta de uso de suelo del Matorral Submontano de Rosáceas del periodo del 1998 al 2004.	89

Apéndice 7. Carta de uso de suelo del Matorral Submontano de Rosáceas del periodo del 2004 al 2008.	90
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.	8
Figura 2. Ubicación de los sitios de muestreo en el Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.	11
Figura 3. Distribución sistemática de las estaciones que integran un sitio de muestreo.	12
Figura 4. Riqueza de especies por familia del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.	19
Figura 5. Formas biológicas presentes en el Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.	20
Figura 6. Riqueza de especies en cuanto a forma biológica del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.	21
Figura 7. Clasificación de los sitios de muestreo del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.	23

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Atributos estructurales calculados para las principales especies arbustivas del Matorral Submontano de Rosáceas.....	28
Cuadro 2. Atributos estructurales calculados para las principales especies arbóreas del Matorral Submontano de Rosáceas.....	29
Cuadro 3. Atributos estructurales calculados para estrato herbáceo del Matorral Submontano.....	29
Cuadro 4. Atributos estructurales calculados para el estrato arbustivo.	31
Cuadro 5. Atributos estructurales calculados para el estrato herbáceo.	32
Cuadro 6. Diversidad de especies y equitatividad de los Matorrales Submontanos de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.	33
Cuadro 7. Riqueza de especies de los Matorrales Submontanos de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.....	34
Cuadro 8. Áreas de los diferentes Usos de Suelo en 10 años.....	36
Cuadro 9. Cambios de uso de suelo en el periodo de 1998 al 2004.....	37
Cuadro 10. Cambios de uso de suelo en el periodo de 2004 al 2008.....	38
Cuadro 11. Cambios de uso de suelo del periodo de 1998 al 2008.....	39
Cuadro 12. Perdidas principales de uso de suelo del periodo 1998-2008.	40

INTRODUCCIÓN

México es considerado el cuarto lugar en diversidad biológica a nivel mundial (Mittermeier, 1988), alberga unas 30,000 especies de plantas, dado entre otras razones, a que en el territorio confluyen dos regiones biogeográficas del mundo – la Neártica y la Neotropical (Ramamoorthy *et al.*, 1998), representa más del 12 % de la biota mundial (Toledo y Ordóñez, 1998), del cual más de 300 géneros y entre 50 y 60% de las especies son endémicas (Ramamoorthy y Lorence, 1987).

Los matorrales xerófilos, ocupan aproximadamente el 50% del territorio del país, con 6,000 especies estimadas, representa el 20% de la flora total (Rzedowski, 1978), los matorrales se distribuyen desde Baja California, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, San Luis Potosí, Guanajuato, Hidalgo, Distrito Federal, Puebla, Oaxaca hasta Chiapas (Valiente *et al.*, 1998); en el estado de Coahuila se desarrollan en el norte-centro (Sierra del Carmen, Municipio de Múzquiz) (Muller, 1947) y sur en la Sierra de Zapalinamé, este llamado Matorral inerme parvifolio de Rosáceas (Arce y Marroquín, 1985). La fisionomía vegetal de estas áreas está caracterizada por comunidades de arbustos, con diversas asociaciones de especies vegetales (Muller, 1939; White, 1940; Johnston, 1963; Miranda y Hernández, 1963; Rojas, 1965;

Rzedowski, 1978; Villarreal y Valdés, 1992-1993), distinguido como una vegetación compleja (Rojas, 1965), prospera en climas semiáridos, en suelos someros de laderas de cerros, en la mayoría de los casos formado de rocas sedimentarias (Rzedowski, 1978).

La Sierra de Zapalinamé es una estribación de la Sierra Madre Oriental en la transición con el Desierto Chihuahuense (Anónimo, 1998), fuente de suministro de recursos naturales y de recreación; a su vez, su ubicación y sus características geológicas han hecho que sea considerada como el área más importante para la recarga de los mantos acuíferos que abastece a la ciudad de Saltillo; decretada como Zona Sujeta a Conservación Ecológica por el gobierno de Coahuila en 1996 (Anónimo 1996), ocupa una superficie de 44, 739 ha, de las cuales el Matorral Submontano de Rosáceas representa el 2.86 % (1,820 ha) del área (Anónimo, 1998).

El Matorral Submontano de Rosáceas también llamado Matorral Denso Inerme Parvifolio de Rosáceas, se encuentra inmerso en un acelerado proceso de colonización urbana, talas, incendios, el cual se ha incrementado en los últimos años, por consiguiente estos determinan el tipo de vegetación (Marroquin, 1978) y modifica los procesos tendientes hacia un clímax (Arce y Marroquín, 1985), tales cambios varían de acuerdo con la naturaleza del disturbio (origen, extensión, régimen e intensidad) (Rzedowski, 1978). Por lo que la vegetación es el resultado de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan en un espacio continuo. Refleja el

clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes, así como los factores antrópicos y bióticos (Matteucci y Colma, 1982).

Las asociaciones entre las comunidades y el hábitat tienen importancia por su capacidad predictiva, cuanto más investigaciones sistemáticas y detalladas se realicen, más confiable será la capacidad predictiva, por lo que es urgente realizar este tipo de estudios (Matteucci y Colma, 1982). Por lo tanto los inventarios de vegetación, basada en la composición y cobertura de las especies y otros atributos del suelo, resultan de gran importancia para reconocer los sitios y conocer su condición actual (Bolaños y Aguirre, 2000).

Las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) permiten una manipulación de la información georreferida, contenida en bases de datos biológicos, para realizar análisis espacial (Murguía y Llorente, 2003), generando información básica para coadyuvar a las estrategias de manejo, agilizando los procesos de análisis necesarios tanto en la parte de diagnóstico como en la formulación de políticas fundamentales para su elaboración (Galeano y Hernández, 1995). Aplicado en estudios de impacto ambiental para la toma de decisiones (Solano y Robinson, 1995-1996), identificación y patrones de distribución (Walker, 1990), así como en la elección de áreas naturales para su protección (Davis et al., 1990).

Por lo anterior es importante el conocimiento ecológico de las comunidades vegetales del área natural protegida. El objetivo del presente estudio fue

determinar la composición de especies, conocer su estructura horizontal, diversidad de especies, sus aspectos ecológicos, así como evaluar el cambio de uso de suelo, con la finalidad de recuperar las áreas deterioradas y desarrollar programas de gestión sostenibles y así garantizar la conservación de la diversidad biológica de la Sierra de Zapalinamé. En base a la información generada se reforzaran los programas de conservación y manejo de dicha área natural protegida.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Conocer la composición florística, estructura y aspectos ecológicos del Matorral Submontano de Rosáceas en la Sierra de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.
- Evaluar el cambio de uso de suelo en el matorral Submontano de la Sierra de Zapalinamé en los periodos 1998, 2004 y 2008.

Objetivos Específicos

- Determinar la composición de especies del Matorral Submontano de Rosáceas.
- Conocer la estructura horizontal y diversidad de especies.
- Conocer sus aspectos ecológicos tales como pendiente, suelo, altitud, precipitación y temperatura.
- Evaluar el cambio de uso de suelo, mediante la interpretación imágenes satelitales de los diferentes años (1998, 2004 y 2008).

MATERIALES Y METODOS

Descripción del Área de Estudio.

La sierra de Zapalinamé es una estribación de la Sierra Madre Oriental, se localiza en el sureste del estado de Coahuila, abarca parte de los municipios de Saltillo y Arteaga. Se ubica entre los $25^{\circ}15'00''$ – $25^{\circ}25'58.35''$ latitud norte y entre los $100^{\circ}47'14.5''$ – $101^{\circ}05'3.8''$ de longitud oeste, colindando al norte y este con la carretera 57 (México – Piedras Negras), al oeste con la carretera 54 (Saltillo – Zacatecas) y al sur está limitada por la coordenada de latitud $25^{\circ}15'$ (Anónimo 1998). El área de estudio se encuentra en cuevas en exposición noreste en la Sierra de Zapalinamé. Localizada en las coordenadas (Grados decimales) 25.37N-100.97W, 25.38N-100.95W, 25.40N-100.91W, 25.41N-100.88W y 25.42N-100.86W (Figura 1).

Fisiografía.

La región pertenece a la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, la cual se extiende desde el centro del país hasta el extremo sureste de Coahuila, con ubicación en la Subprovincia de la Gran Sierra Plegada. El macizo incluye sinclinales (valles, planicies) y anticlinales (elevaciones plegadas). Las sierras generalmente se encuentran disectadas por cañones y pendientes abruptas. La orientación de los pliegues transversales es de este a oeste, las alturas van de

1,590 m en pie de monte, hasta los 2,200 m en los valles intermontanos, este alcanza su mayor elevación en el cerro del penitente a 3,140 m. La zona montañosa es un área fracturada, con topografía accidentada, cuyos anticlinales ofrecen perfiles (crestas) aserrados debido a la intensidad del plegamiento y a la erosión natural que modela el paisaje (Anónimo 1983).

Geología y Suelos.

La región se ubica en la unidad geotectónica denominada Provincia Geológica de la Sierra Madre Oriental. Las rocas que afloran en el área son en su totalidad sedimentarias marinas del Jurásico y Cretácico. Los suelos que se presentan en el área son en su mayoría aluviales de componentes calcáreo arcilloso, constituidos por gravas, arenas y arcillas sin consolidar su espesor, de profundidad variable y constituyen planicies con abanicos aluviales al pie del macizo, estos suelos ocupan casi 30% del área, las rocas calizas, tan características ocupan 43% del área, también se pueden encontrar areniscas y conglomerados, que ocupan 17% y en menor grado existen lutitas, brechas, travertino, materiales de tipo arcilloso, clástico y carbonatado (Anónimo 1983).

Los suelos que se presentan en el área son en su mayoría aluviales, de componente calcáreo arcillosos, constituidos por gravas, arenas y arcillas sin consolidar su espesor, de profundidad variable y constituyen planicies con abanicos aluviales al pie del macizo. Existen abundantes afloramientos rocosos que se alternan con áreas de suelos someros. En los valles los suelos aluviales, profundos, con buen drenaje y de fertilidad moderada a alta.

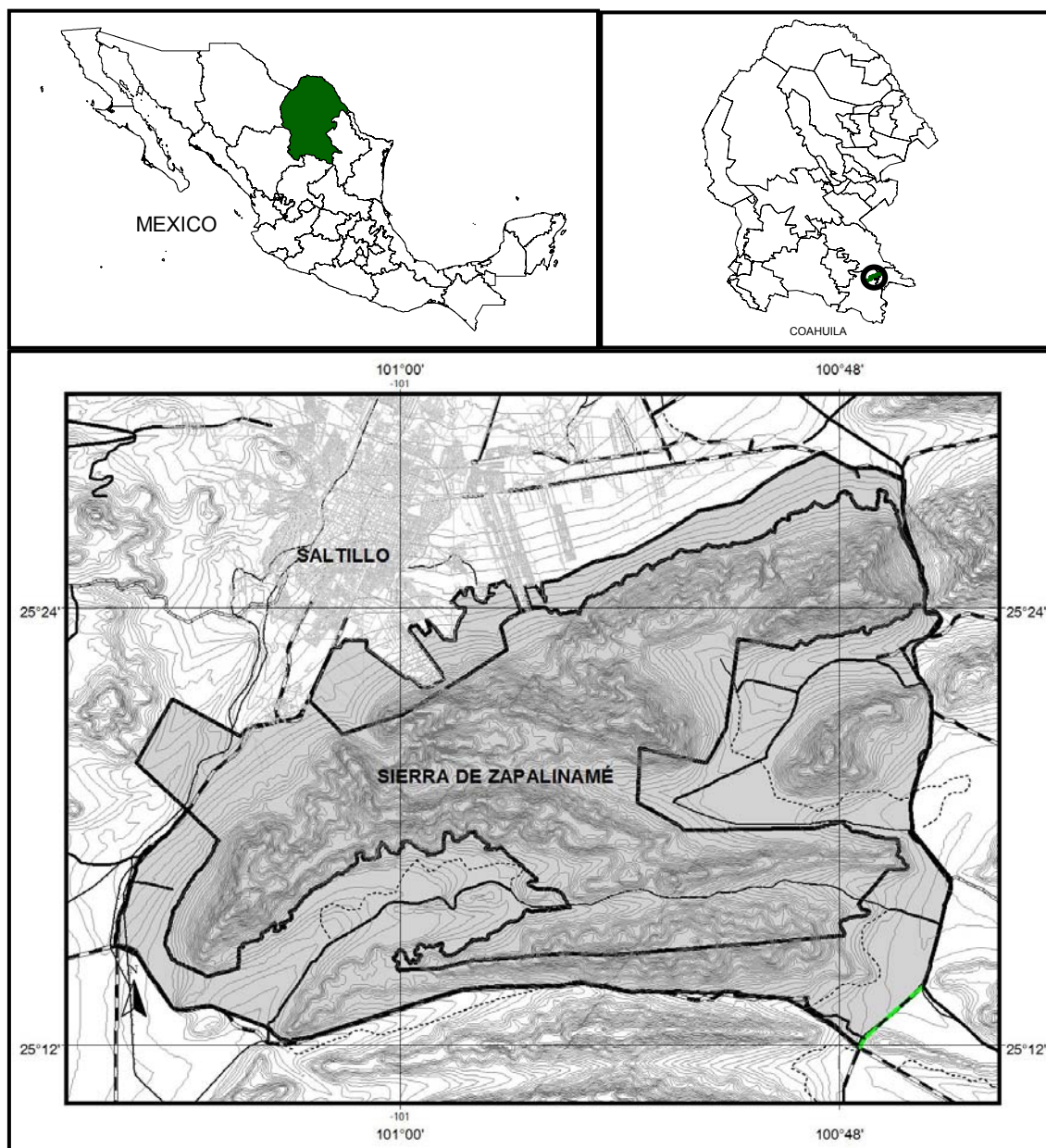


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Por su carácter de zona de montaña, abundan los litosoles y rendzinas, constituye ambos casi 80% de la superficie del área. Las unidades y subunidades de suelos que se tienen para el macizo montañoso son: litosoles, menores a 10 cm. de profundidad que sobreyacen a la roca, tepetate o caliche

cementado, que representa 49% del área. Los suelos de tipo rendzina son oscuros, pedregosos y someros, con una capa superficial de humus fértil, sobre roca caliza o material rico en cal; se les encuentra en el pie de monte y valles, pero representan solo 29%. En menor proporción aún se localizan los xerosol cálcico con 4.47 por ciento y feozem calcárico con 4.42 por ciento (Anónimo 1983).

Clima.

El área de estudio se caracteriza en general por poseer un clima semiárido en las partes bajas de la zona y templado en las altas. El clima del área se clasifica como BSokw" (e), seco, templado cálido, semifrío, con temperatura media anual entre 5° C y 12°C, la del mes más frío entre -3°C y 18°C y la del mes más caliente mayor a 18°C, con una oscilación térmica de entre 7 y 14°C (Anónimo, 1998).

El promedio de precipitación es de 498 mm, las lluvias son convectivas y coinciden con los meses calientes del año. Durante los meses secos (Octubre-Abril) tiene una variación mensual de 6 y 36 mm y en los meses húmedos (Mayo-Septiembre) el promedio mensual es de 78 mm. Por la baja humedad del área, el clima es principalmente árido, a pesar de que la región se encuentra en una zona de transición entre el desierto chihuahuense y la Sierra Madre Oriental, hacia la parte sur es semiárido y al sureste llega a ser subhúmedo.

La orografía y la topografía del área provocan diferencias marcadas de la precipitación en relación con la altitud y la exposición. Por su temperatura el clima es semiárido, varía a templado en las partes altas del macizo, donde la temperatura media anual oscila de 16 a 19°C (Anónimo, 1998).

Vegetación.

En la sierra de Zapalinamé el Matorral Xerófilo es la vegetación dominante (Anónimo, 1998). Arce y Marroquín (1985) definieron 11 tipos de vegetación. En general la cubierta vegetal en exposiciones sur, está representada por Matorrales Rosetófilo y Micrófilo, mientras que en las partes altas está integrada por Bosque de Pino y Oyamel; en los cañones se presentan Bosques de Encino y en laderas bajas de exposición noroeste crece el Matorral Submontano de Rosáceas (Marroquín, 1976).

Los más abundantes son el bosque de pino que ocupa el 14.09% de la superficie total del área protegida, el bosque de piñonero con 12.54% y el bosque de piñonero con matorral xerófilo con 9.55 %; el Matorral Submontano de Rosáceas representan aproximadamente el 2.86 %, aproximadamente 1,820 ha (Anónimo, 1998), se localiza principalmente en suelos superficiales, someros con poca pendiente, predominan en exposiciones noroeste y sur, en áreas cercanas a la urbanización, en altitudes que varían entre los 1800 y 2480 m, donde las especies del estrato superior alcanzan alturas de hasta de hasta 4 m, entre las especies dominantes que habitan esta comunidad destacan: *Lindleya mespiloides*, *Amelanchier denticulata*, *Cercocarpus fothergilloides* y *Purshia*

plicata entre otros, alcanzan alturas de hasta de hasta 4 m (Arce y Marroquín, 1985).

Muestreo de Vegetación.

Diseño del muestreo.

Se levantaron 23 sitios de muestreo (Figura 2) de 75 m² equivalentes a 1,875 m² y 6 m² para herbáceas (138 m²), del Matorral Submontano de Rosáceas. El establecimiento de los sitios en campo se realizó mediante la compensación por pendiente propuesto por Medina (1983). Las unidades de muestreo se ubicaron a una equidistancia de 50 m, a través de gradientes altitudinales.

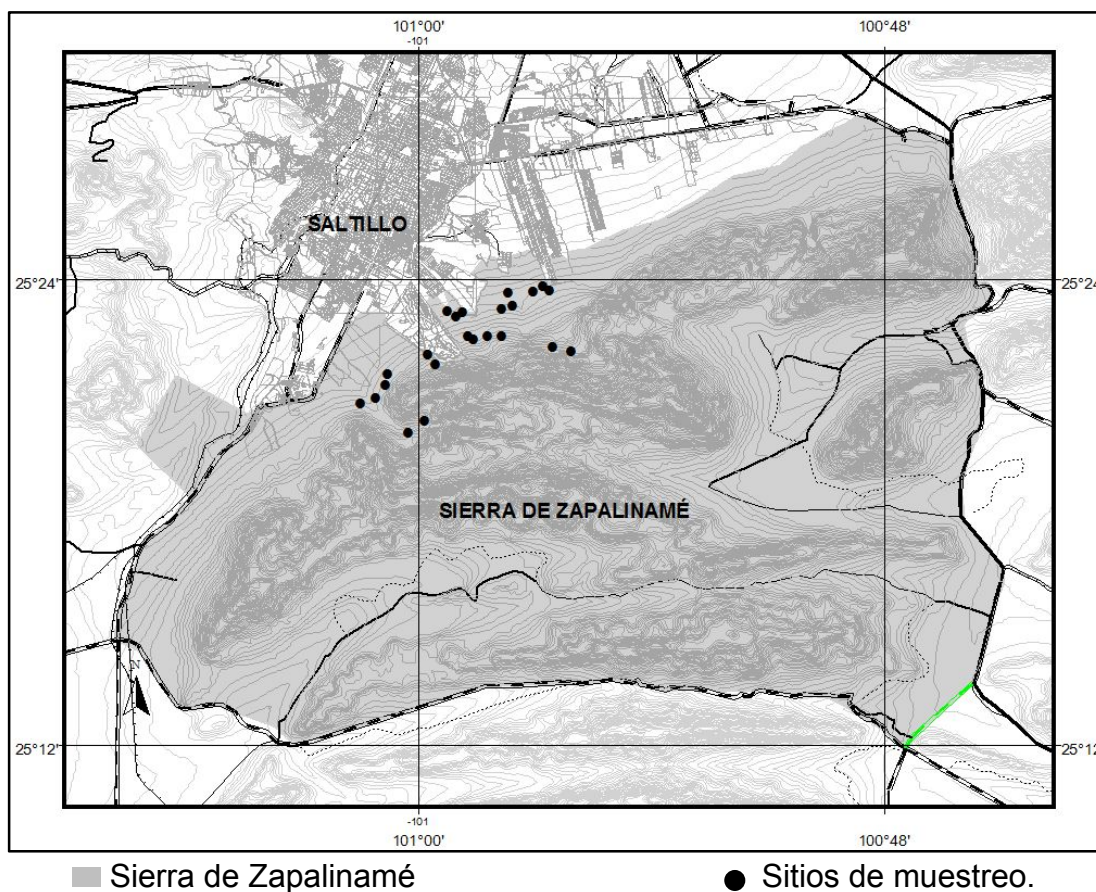


Figura 2. Ubicación de los sitios de muestreo en el Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.

Medición de la Vegetación.

Para la medición de la vegetación se utilizó la técnica de muestreo denominada: “Método de cuadrante” o “Método con parcela” (Müller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Para la medición de arbustivas fue de 3 estaciones de 25 m^2 , la forma del área de muestreo fue rectangular, lo que permitió que el error de borde sea considerable (Matteucci y Colma, 1982); cada muestreo fue integrado por un conglomerado de tres estaciones de 2 m^2 cada una para herbáceas y 3 estaciones rectangulares de 25 m^2 para evaluar las especies arbustivas (ver Figura 3).

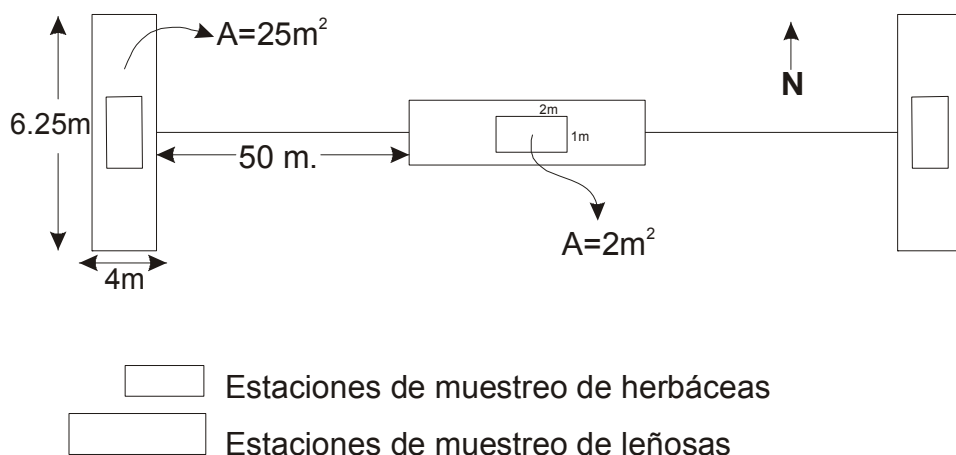


Figura 3. Distribución sistemática de las estaciones que integran un sitio de muestreo.

En cada sitio de muestreo se cuantificaron los valores de altura, cobertura de copa y densidad de las leñosas y registro del nombre científico. Durante el proceso se recolectaron muestras botánicas de las especies, se herborizaron,

identificaron e incluyeron en la colección del herbario ANSM (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro).

Caracterización Ecológica de los Sitios de Muestreo.

En las comunidades muestreadas se tomo información sobre la asociación de especies vegetales, aspectos fisiográficos: altitud, ubicación geográfica tomada con un geoposicionador (GPS) y profundidad de suelo (utilizando una barrena de 1.5 m), exposición topográfica (con respecto a un plano horizontal de referencia y con ayuda de un GPS) y pendiente (mediante una pistola Haga).

La pedregosidad se determinó en base a clases: 0, sin piedras o muy pocas; 1, pedregoso; 2, muy pedregoso; 3, excesivamente pedregoso (Daubermire, 1968).

La textura se determinó mediante el método del hidrómetro, procedimiento de sedimentación por gravedad por medio del cual la concentración de sólidos suspendidos se mide utilizando un hidrómetro a diversos tiempos durante la sedimentación. El potasio (K) se cuantifico mediante absorción atómica, utilizando el método de extracción de potasio intercambiable de un suelo por sustitución con sodio (nitrato de sodio al 25%) (Velasco, 1983).

Se midió el pH mediante determinación potenciométrica, determinando la concentración de iones hidrógeno en una suspensión de suelo; agua o solución de sal a través de un electrodo de vidrio. El fósforo (P_2O_5) se analizó a través

de la extracción de fósforo disponible con bicarbonato de sodio 0.5 M ajustado a pH 8.5, coloración del fósforo en solución con molibdeno azul y determinación de la intensidad de la coloración por fotocolorimetría (Woerner, 1990).

El contenido de materia orgánica se determinó cuantitativamente mediante el carbono orgánico (C.O.) fácilmente oxidable, presente en el suelo utilizando el método de Walkey-Walk, que consiste en provocar la oxidación de la materia orgánica sólo con el calor de reacción que se genera al mezclar el ácido sulfúrico concentrado y la solución diluida de dicromato de potasio (Aguilar *et al.*, 1987; Velasco, 1983).

El nitrógeno (N) se analizó empleando el método de Kjeldahl, que consta en la destrucción de las matrices orgánicas que contiene nitrógeno y la incorporación de los nitratos (digestión de la muestra) y la evaluación del amonio (Aguilar *et al.*, 1987).

La precipitación, temperatura, clima, tipo de suelo fue consultada del Sistema de Información Geográfica para el Manejo y Planeación por Microcuencas (SIGMAPLAN-Coahuila Sureste) (Anónimo, 2003b).

Cálculos derivados de la medición de vegetación.

Con la información recabada durante el muestreo del estrato herbáceo y del leñoso se calcularon los atributos de la vegetación. Cada especie de los estratos arbustivo, posee valores de su densidad, cobertura o área basal y

frecuencia dentro de las asociaciones del Matorral Submontano. Con la suma estos valores relativos se calcularon el valor de importancia ecológica por especie (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

La descripción del matorral considera la cobertura y la densidad de las especies más abundantes. La comparación entre índices de dominancia relativa y demás categorías permitió conocer la estructura del matorral. La contribución relativa de cada una de las especies en las asociaciones permitió asimismo conocer las dominantes.

Clasificación del Matorral Submontano.

Para obtener la clasificación de la vegetación se utilizó el índice de similitud de Motyka (Muller-Dombois y Ellenberg, 1974); variante del índice de Sorensen y se aplica cuando se dispone de mediciones, con dicho método se trabajaron los datos de la densidad relativa de 58 leñosas, con los que se preparó una matriz de similitud-disimilitud para los 23 sitios. La matriz de disimilitud ó de distancia sirvió como base para efectuar el análisis de conglomerados (Cluster Analysis).

Cálculos para obtener la Diversidad de Especies.

Para cuantificar y expresar las diversidades de las comunidades del Matorral Submontano de Rosáceas, se utilizó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Ludwing y Reynolds, 1988; Magurran, 1988), calculado mediante la siguiente ecuación:

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

Donde p_i es la densidad y/o frecuencia relativa de las especies en cada sitio de muestreo. Para el cálculo de la diversidad se utilizó logaritmo natural base 2 (Magurran, 1988), por lo cual el índice se expresa en “bits” (Pielou, 1969).

El cálculo de la diversidad de leñosas y herbáceas por sitio se realizó con base en la densidad relativa. La riqueza de especies es medida y analizada en términos del número de especies. Se calculó la equitatividad de especies (E), la cual es una medida de la uniformidad en la abundancia relativa de las especies en cada parcela, calculada de la siguiente manera (Pielou, 1966):

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

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

Evaluación del cambio de uso de suelo del Matorral Submontano de Rosáceas y áreas adyacentes

Se hizo una revisión histórica de los procesos o sucesos que provocaron cambios en la estructura y distribución de las comunidades vegetales de un área de 11,432.65 ha para el año 1988. Para la determinación de la ocupación actual en cuanto a los usos y cubierta vegetal del área (Villarreal y Valdés, 1992-1993), se utilizaron Ortofotos digitales correspondientes al año 1998,

imágenes "DigitalGlobe" del año 2004, imágenes QuickBird del año 2008 y el programa de manejo de la zona (Anónimo, 1998). El análisis de cambios en uso de suelo se realizó mediante una comparación de las imágenes en los tres tiempos mencionados. Se establecieron categorías de interpretación de acuerdo a cambios de uso de suelo los cuales son: Matorral Micrófilo, Matorral Submontano de Rosáceas, Bosque de Juniperus, Bosque de Encino, Zona urbana, Vegetación secundaria, Bosque de Pino, Zacatal, Reforestación, Minería, Sin vegetación, Agricultura, Matorral Rosetófilo, Asentamiento, Extracción de suelo, Bordo abrevadero, Pozo y Área de recreación.

La información de 2008 se complemento mediante recorridos de campo, apoyados mediante la ayuda de un GPS, se reconocieron los cambios de uso del suelo, estas fueron georeferenciadas e incorporadas al sistema de información geográfica Arc View Gis 3.3. Del mismo modo se incorporaron información reportados por PROFAUNA, A.C. en el periodo de 1998 -2008, de áreas donde se habían producido cambios recientes, como los incendios principalmente.

Se crearon coberturas (shape) de uso de suelo para cada año mediante un Sistema de Información Vectorial basado en el formato de polígonos, por consiguiente se generaron bases de datos para cada año, las bases de datos contienen información de uso de suelo y área expresado en hectáreas. Para conocer el cambio de uso de suelo a través del tiempo se realizó una intersección de temas correspondientes a cada año, que consiste en la

cuantificación de la sustitución de un uso por otro y la intensidad del cambio de cada periodo, de esa manera se contabilizó el crecimiento o decrecimiento de las coberturas.

RESULTADOS

Composición de especies del Matorral Submontano de la Sierra de Zapalinamé.

La flora vascular del Matorral Submontano está integrada por 64 familias, 198 géneros y 289 taxa. Las familias más numerosas son: Asteraceae (53 especies), Poaceae (43), Fabaceae (19), Cactaceae (17), Lamiaceae (12), Euphorbiaceae (10), Agavaceae (9), Rosaceae (7), Convolvulaceae (6), Pteridaceae (6) (ver Figura 4) y los géneros con más especies son: *Salvia* (9), *Opuntia* (7), *Ageratina* (6), *Aristida*, *Dalea*, *Quercus*, *Muhlenbergia* y *Bouteloua* con 5 taxa.

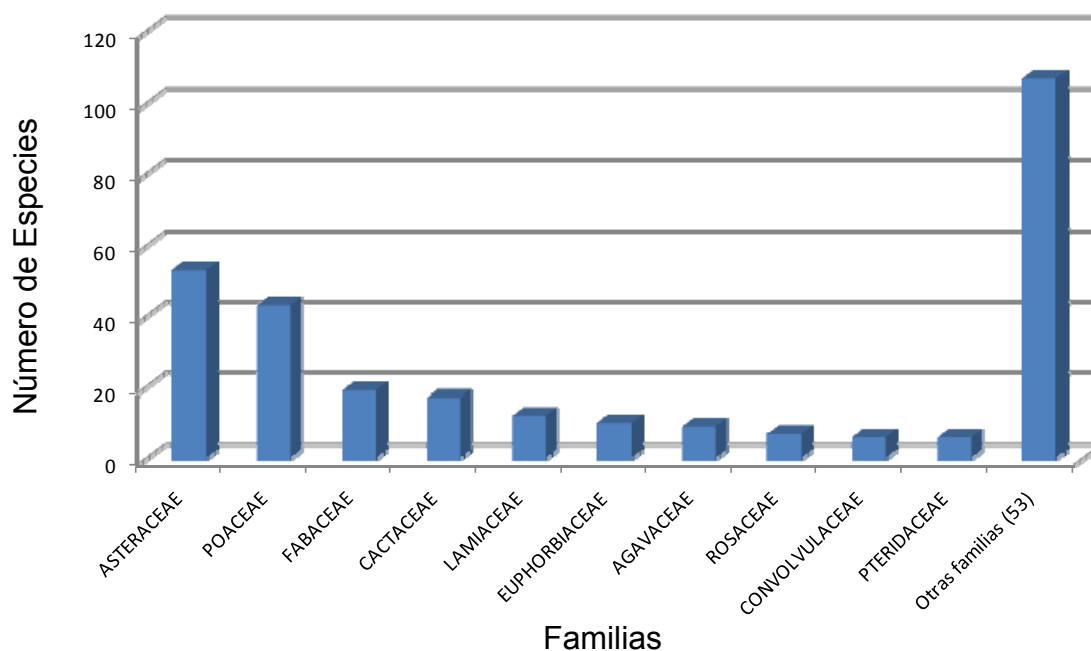


Figura 4. Riqueza de especies por familia del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.

Del total de las especies registradas la división Magnoliophyta representa el 95.5 % (276 taxa), la división Pteridophyta el 2.8% (8) y Pinophyta el 1.7 % (5). De la división Magnoliophyta las dicotiledóneas representan el 71.6% (207 taxa), las monocotiledóneas el 23.8% (69) de acuerdo a la flora total (ver listado florístico en Apéndice 1). La flora está integrada por arbustos, hierbas anuales y perennes y escasos arboles, en el que las herbáceas dominan en cuanto a número de especies sobre las demás formas biológicas en el gradiente altitudinal (Figura 5). Se encontraron también 1 especie hemiparasita: *Phoradendron tomentosum* encontrados en encinos (*Quercus*), *Orobanche ludoviciana* y una epífita *Tillandsia recurvata* en encinos principalmente (*Quercus*).

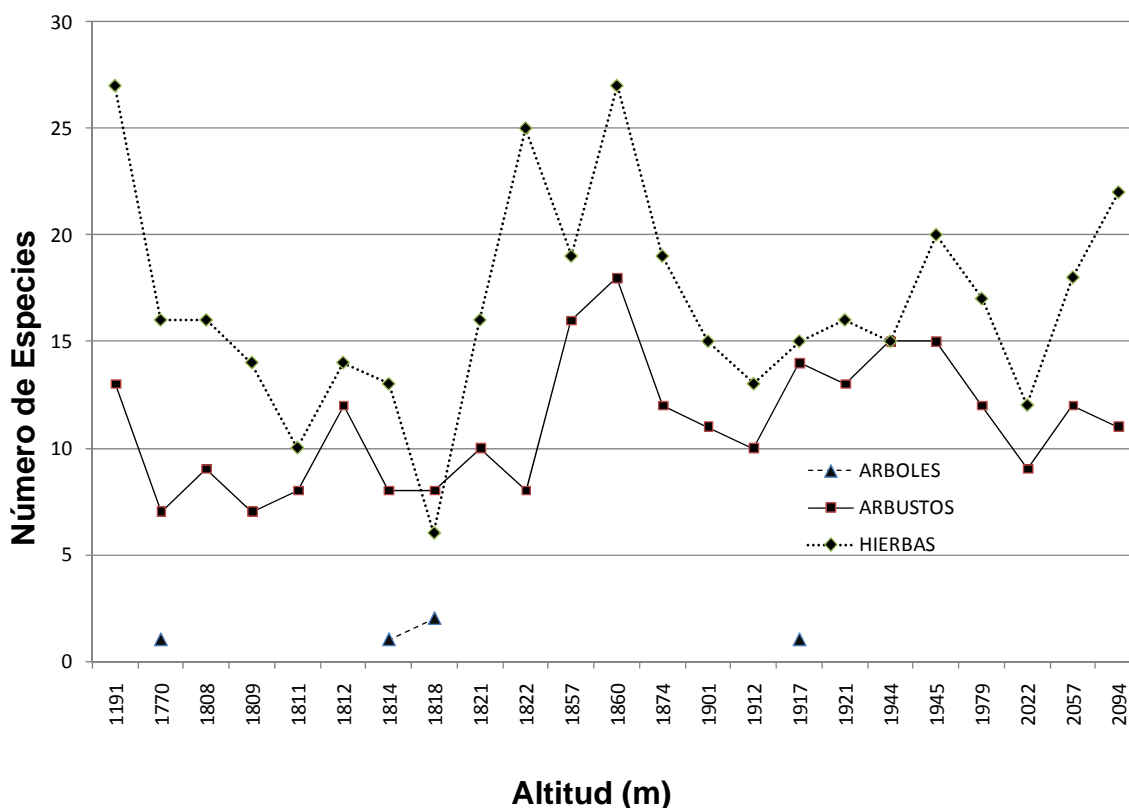


Figura 5. Formas biológicas presentes en el Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.

La flora leñosa está compuesta por 106 especies, de las cuales 98 son arbustos representa el 33.9% de la flora total y 8 son arboles (2.8%) (ver Figura 6). Del total de leñosas, 7% está integrado por especies del género *Opuntia* (7), le siguen los géneros *Ageratina* (6), *Quercus* (5), *Agave* (4), *Mammillaria* (4) y *Dalea* (4). El estrato arbustivo está representado por especies de la familia Rosaceae como: *Amelanchier denticulata*, *Purshia plicata* y *Lindleya mespiloides* con valores de cobertura relativa de 24.4, 20.3 y 19.55 respectivamente.

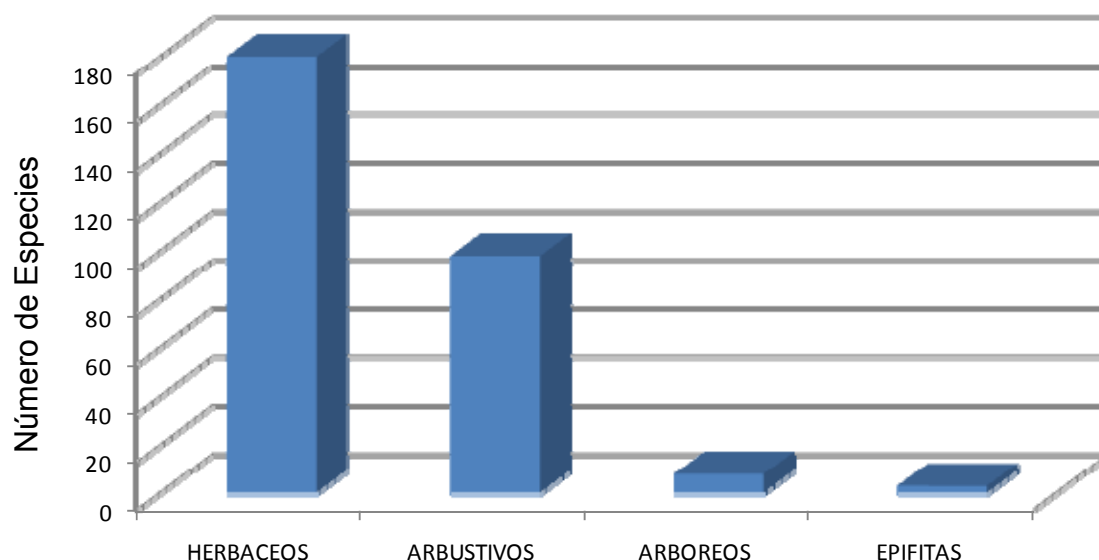


Figura 6. Riqueza de especies en cuanto a forma biológica del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.

Por su parte las especies subarbustivas más importantes que se presentan son *Mimosa biuncifera* especie abundante con 2,122 ind/ha y una frecuencia relativa de 8.14% en el Matorral Submontano de Rosáceas, este alcanzó alturas medias de 0.64 m, otras especies importantes son *Chrysactinia mexicana* con 1,154

ind/ha y *Gymnosperma glutinosum* con 1,119 ind/ha, con alturas medias de 0.2 y 0.4 m respectivamente.

El estrato herbáceo está integrado por 180 especies, lo cual representa 62% de la flora vascular; las especies perennes más comunes son: *Muhlenbergia setifolia*, *Bouteloua curtipendula*, *B. hirsuta* y *Erioneuron avenaceum*; las especies anuales más abundantes son: *Dyssodia papposa*, *Loeselia coerulea* y *Crusea diversifolia*; entre las especies más escasas son: *Erigeron pubescens* y *Setaria geniculata*.

Clasificación del Matorral Submontano de la Sierra de Zapalinamé.

Con la información de densidad de las especies se produjo una matriz, la cual se utilizó para determinar el análisis de conglomerados aplicando la técnica de Ward (clasificación jerárquica) y la separación de los sitios en el gradiente altitudinal, como se muestra en el dendrograma (Figura 7), donde se observan dos grandes grupos diferenciados. Los grupos están conformados por diferente número de sitios, 21 para el grupo 1 y 2 para el grupo 2. Estas agrupaciones están definidas por la dominancia de una o dos especies, más que por una combinación particular de varias; la nomenclatura con la que se denominó a cada agrupación está determinada por las especies más abundantes.

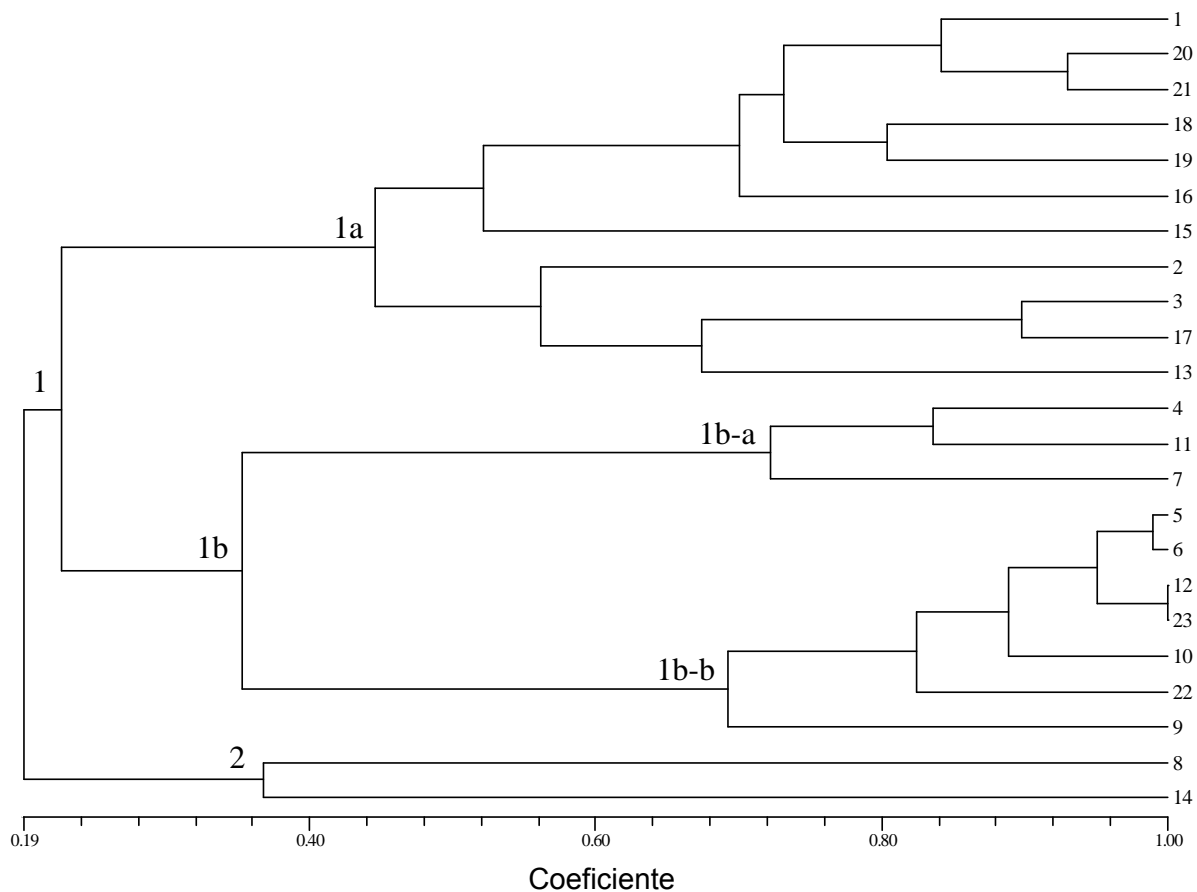


Figura 7. Clasificación de los sitios de muestreo del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.

En general en el matorral se compone de elementos altos inermes y elementos bajos espinosos (sub-arbustos), donde su mezcla y dominancia se alternan conformando en general una comunidad de matorral subinermes. Los taxa espinosos dominantes en la zona de estudio son *Mimosa biuncifera*, *Berberis trifoliolata* y *Condalia spathulata*, mientras que las inermes dominantes son *Amelanchier denticulata*, *Purshia plicata* y *Lindleya mespiloides*. Este conjunto de especies definen propiamente la composición del matorral.

Grupo 1. Matorral Submontano de *Amelanchier denticulata* – *Purshia plicata*.

Subgrupo 1a. Matorral Submontano de *Purshia plicata*-*Amelanchier denticulata*.

Agrupación que incluye más de 47% de los sitios (11), conformados en un coeficiente de similitud del 42.2%; se desarrollan en altitudes que oscilan entre 1,818-2094 m. Las especies dominantes de este tipo de asociación pertenecen de la familia Rosaceae, donde *Purshia plicata* es la especie fisonómicamente dominante con el 24% de la densidad de arbustos. En menor proporción le sigue *Amelanchier denticulata* con 17.9% y *Gymnosperma glutinosum* (11.8%), este último es una de las especies más frecuentes con 8.3%. por otro lado las especies de la familia Cactaceae como *Neolloydia smithii*, *Echinocereus stramineus* son menos frecuentes (0.75%).

Subgrupo 1b. Matorral Submontano de *Amelanchier denticulata* – *Mimosa biuncifera*.

Agrupación que incluye 10 sitios, se encuentran definidos en un coeficiente de similitud de 34%, se presenta en altitudes 1,770 – 1,945 m. Grupo en el cual las especies sub-arbustivas son las más abundantes, donde *Mimosa biuncifera* es la especie con mayor densidad (37.9%), le siguen *Chysactinia mexicana* con 14.7%, *Brickellia veronicifolia* con 10.6% y *Gymnosperma glutinosum* con 5.4%; sin embargo *Lindleya mespiloides* con el 4% de cobertura y *Amelanchier denticulata* con el 3% son las especies arbustivas fisonómicamente dominantes

con valores importantes de cobertura (26.4 y 15.8% respectivamente). Otras especies menos frecuentes son *Bouvardia terniflora*, *Eriogonum greggii* y *Opuntia schottii*.

En esta agrupación se encontraron dos asociaciones que se presentan a continuación:

a) Matorral Submontano de *Lindleya mespiloides* – *Mimosa biuncifera*.

En esta asociación conformada por 3 sitios, definidos por un coeficiente de similitud 72%. En esta asociación las especies más abundantes son sub-arbustos, donde *Chrysactinia mexicana* presenta la mayor abundancia con el 33.3%, le siguen *Brickellia veronicifolia* con 23.3% y *Mimosa biuncifera* con 9.6%, estos con alturas medias de 0.23, 0.38 y 0.64 m respectivamente; no obstante este ultimo junto con la especie arbustiva *Lindleya mespiloides* (11% de abundancia) son las especies fisonómicamente dominantes, el que *Lindleya mespiloides* presenta el valor más alto en cuanto a cobertura (53%), le siguen *Purshia plicata* con 6.8% y *Amelanchier denticulata* con 6.3%.

b) Matorral Submontano de *Amelanchier denticulata* – *Mimosa biuncifera*.

Asociación conformada por 7 sitios, definidos por un coeficiente de similitud de 69%, se presentan sub-arbustos con mayor abundancia como *Mimosa biuncifera* con 50.5%, *Chrysactinia mexicana* con 6.3%, *Gymnosperma glutinosum* con 6%. Sin embargo la especie arbustiva *Amelanchier denticulata*

con un valor de 3.8% de abundancia es la especie fisonómicamente importante, teniendo valores altos en cobertura con el 32%, le sigue *Purshia plicata* con el 6%.

Grupo 2. Matorral Submontano de *Lindleya mespiloides*.

Agrupación que incluye 2 sitios, conformados en un coeficiente de similitud de 36%; se desarrollan en altitudes que oscilan entre 1,944-2,022 m, donde *Lindleya mespiloides* es la especie dominante en el estrato arbustivo, además que ocupa 27.5% de densidad, es una de las especies más frecuentes (8.3) y con mayor cobertura (65.6%), les siguen especies sub-arbustivas como *Calliandra conferta* con 23.8% de densidad y *Brickellia veronicifolia* con el 9.4%. por su parte *Acacia berlandieri*, *Cercocarpus fothergilloides* y *Viguiera greggii* son especies que ocupan menos del 0.1 % de la densidad del estrato arbustivo.

Aspectos estructurales del Matorral Submontano de la Sierra de Zapalinamé.

El área de estudio presenta dos estratos arbustivos: un estrato superior medio de 2 m, integrado por *Amelanchier denticulata*, *Purshia plicata*, *Lindleya mespiloides*, *Cercocarpus fothergilloides*, *Ribes affine*, *Prunus serotina* y el estrato inferior (sub-arbustivo) de 10.64 m, formado de *Mimosa bincifera*, *Gymnosperma glutinosum*, *Chrysactinia mexicana*, *Calliandra conferta* y *Condalia spatulata* principalmente, el cual se encuentra dos asociaciones: Grupo 1. Matorral Submontano de *Amelanchier denticulata* – *Purshia plicata* y Grupo 2. Matorral Submontano de *Lindleya mespiloides*.

Grupo 1. Matorral Submontano de *Amelanchier denticulata* – *Purshia plicata*.

Localizada en áreas con bajo y alto grado de disturbio, es el grupo dominante en el Matorral Submontano de Rosáceas, se encuentran en el Cañón de San Lorenzo y el frente de Saltillo (camino del 4, Lomas de Lourdes). En este grupo se registraron 286 especies vegetales, de estas 95 son arbustos, Las más importantes fisonómicamente son: *Amelanchier denticulata* y *Purshia plicata* con los valores más altos de importancia ecológica, con alturas medias de 2 y 1.24 m respectivamente (Cuadro 1).

En este grupo se encuentran áreas con bajo y alto grado de disturbio como incendios, extracción de suelo, asentamientos humanos (incremento de la zona urbana). Por ello, la modificación de la estructura de esta comunidad permite la entrada de especies como: *Mimosa biuncifera*, *Gymnosperma glutinosum* y *Berberis trifoliolata*, especies sub-arbustivas con valores de importancia altos, con alturas de 1.2, 0.7 y 1.19 m respectivamente (Cuadro 3), así también la entrada de especies anuales e invasoras que más adelante se mencionan; aunado a la ecotonía entre los Bosques de Pino, Encino, Matorral Micrófilo y Rosetófilo, este grupo presenta la mayor abundancia de especies.

Cuadro 1. Atributos estructurales calculados para las principales especies arbustivas del Matorral Submontano de Rosáceas.

ESPECIE	ALTURAS MEDIAS (m)	DENSIDAD (Ind/ha)	COBERTURA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
<i>Amelanchier denticulata</i>	2.00	1,549	27.63	7.26	15.64
<i>Purshia plicata</i>	1.24	2,013	21.77	7.26	14.89
<i>Mimosa biuncifera</i>	0.64	2,292	12.27	8.12	12.72
<i>Lindleya mespiloides</i>	1.40	635	13.42	5.13	7.83
<i>Chrysactinia mexicana</i>	0.23	1,219	0.71	6.84	5.67
<i>Gymnosperma glutinosum</i>	0.40	1,194	1.11	6.41	5.59
<i>Berberis trifoliolata</i>	0.71	590	3.09	6.84	4.84
<i>Brickellia veronicifolia</i>	0.38	711	0.75	5.98	4.08
<i>Opuntia tunicata</i>	0.12	13	7.23	0.43	2.59
<i>Ribes affine</i>	2.01	197	3.30	1.28	2.04
<i>Condalia spathulata</i>	0.51	133	0.54	3.42	1.66
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	1.31	108	0.93	2.99	1.59
<i>Calliandra conferta</i>	0.26	229	0.10	1.71	1.19
<i>Juniperus flaccida</i>	1.56	57	0.50	2.56	1.17
<i>Cercocarpus fothergilloides</i>	1.11	102	1.37	1.28	1.15
Otras especies (39)	28.16	1847.62	5.27	32.48	17.36

Valor de importancia = Dens. rel. + Cobertura rel. + Frec. rel. / 3

El estrato arbóreo muy escaso, está integrado por 7 taxa, sin embargo la presencia se debe a la transición con otras comunidades como el Bosque de Pino y Encino, en el que se encuentra especies como *Juniperus flaccida*, este

con el mayor valor de importancia, le siguen *Quercus mexicana*, *Q. saltillensis* y *Q. laceyi* (Cuadro 2).

Cuadro 2. Atributos estructurales calculados para las principales especies arbóreas del Matorral Submontano de Rosáceas.

ESPECIE	ALTURAS MEDIAS (m)	DENSIDAD (Ind/ha)	COBERTURA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)*
<i>Juniperus flaccida</i>	3.71	13	50.77	40	41.37
<i>Quercus mexicana</i>	7.2	6	39.19	20	25.29
<i>Quercus saltillensis</i>	4.5	13	1.08	20	18.14
<i>Quercus laceyi</i>	3.48	6	8.95	20	15.20

*Valor de importancia = Dens. rel. + Cobertura rel. + Frec. rel. / 3

El estrato herbáceo lo forman 180 taxa, debido a la presencia de impactos en la zona, permite la presencia de especies anuales, los más abundantes son: *Dyssodia papposa*, *Crusea diversifolia*, *Hedyotis nigricanas*, *Loeselia coerulea* y *Dychondra brachypoda*. Donde *Loeselia coerulea* es la especie más frecuente; por su parte *Muhlenbergia setifolia* es la especie perenne con mas cobertura tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Atributos estructurales calculados para estrato herbáceo del Matorral Submontano.

ESPECIE	DENSIDAD (Ind/ha)	COBERTURA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)*
<i>Dyssodia papposa</i>	67,222	1.06	1.59	8.88
<i>Bouteloua curtipendula</i>	7,778	8.54	3.19	4.83
<i>Muhlenbergia setifolia</i>	2,556	10.45	1.59	4.32
<i>Erioneuron avenaceum</i>	11,889	4.77	3.19	4.07
<i>Crusea diversifolia</i>	26,000	0.17	1.99	3.81

<i>Aristida pansa</i> var. <i>pansa</i>	2,889	7.43	2.39	3.62
<i>Muhlenbergia dubia</i>	2,111	8.42	1.59	3.59
<i>Loeselia coerulea</i>	14,222	1.62	3.59	3.43
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	8,000	5.02	2.39	3.42
<i>Hedyotis nigricans</i>	21,556	0.30	1.99	3.33
<i>Piptochaetium fimbriatum</i>	1,222	6.99	0.80	2.74
<i>Aristida gypsophylla</i>	1,889	5.33	1.59	2.53
<i>Stevia tomentosa</i>	5,667	2.30	2.39	2.24
<i>Dichondra brachypoda</i>	12,222	0.92	1.20	2.16
<i>Bouteloua hirsuta</i>	9,111	1.57	1.59	2.14
otras especies (87)	86,000	35.10	68.92	44.90

*Valor de importancia = Dens. rel. + Cobertura rel. + Frec. rel. / 3

Grupo 2. Matorral Submontano de *Lindleya mespiloides*.

Localizada en el frente de saltillo (Lomas de Lourdes) y en el Cañón de San Lorenzo, esta asociación se presenta de manera aislada, en altitudes de 1,944-2,022 m, suelos muy pedregosos, con exposición suroeste y noroeste del macizo montañoso, está integrado por 211 taxa, de los cuales *Lindleya mespiloides* es la especie fisonómicamente importante, con 4,467 ind/ha, cobertura del 65%, valor de importancia ecológica con 33.8%, este arbusto alcanza alturas medias de 1.5 m; le siguen en orden decreciente: *Calliandra conferta* con 3,867 ind/ha, *Purshia plicata* con 1,133 ind/ha, *Brickellia veronicifolia* con 1,533 ind/ha y *Fraxinus greggii* con 733 ind/ha (Cuadro 4). *Calliandra conferta* y *Brickellia veronicifolia* son especies subarborescentes que alcanzan alturas no mayores de 0.5 m.

Cuadro 4. Atributos estructurales calculados para el estrato arbustivo.

ESPECIE	ALTURAS MEDIAS (m)	DENSIDAD (Ind/ha)	COBERTURA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)*
<i>Lindleya mespiloides</i>	1.48	4,467	65.63	8.33	33.81
<i>Calliandra conferta</i>	0.35	3,867	4.35	4.17	10.76
<i>Purshia plicata</i>	1.26	1,133	9.35	4.17	6.83
<i>Briellia veronicifolia</i>	0.45	1,533	1.21	8.33	6.32
<i>Fraxinus greggii</i>	1.62	733	9.59	4.17	6.09
<i>Agave lechuguilla</i>	0.29	1,333	1.56	4.17	4.64
<i>Mimosa biuncifera</i>	0.71	333	1.22	8.33	3.87
<i>Chrysactinia mexicana</i>	0.30	467	0.22	8.33	3.81
<i>Rhus virens</i>	1.05	333	2.90	4.17	3.04
<i>Quercus striata</i>	0.92	267	2.42	4.17	2.74
<i>Berberis trifoliolata</i>	0.32	333	0.17	4.17	2.13
<i>Gymnospermia glutinosum</i>	0.21	333	0.06	4.17	2.09
<i>Mammillaria candida</i>	0.05	333	0.05	4.17	2.09
<i>Dasyllirion cedrosanum</i>	0.88	133	0.58	4.17	1.86
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	0.33	133	0.24	4.17	1.74
Otras especies (5)	2.59	533	0.45	20.83	8.19

*Valor de importancia = Dens. rel. + Cobertura rel. + Frec. rel. / 3

El estrato arbóreo escaso aunque en los sitios de muestreo no se presentaron, las especies presentes son *Juniperus flaccida* y *Quercus saltillensis*.

El estrato herbáceo está integrado por 139 taxa, donde *Muhlenbergia setifolia* es la especie con mayor valor de importancia ecológica con 17.54% (Ver cuadro 5), le siguen *Dyssodia pinnata* (16.82%), *Porophyllum linaria* (11.35%) y *Bouteloua hirsuta* (9.29%). Por su parte *Dyssodia pinnata* es la especie más abundante y entre las especies menos abundante se encuentra *Zinnia peruviana*, *Stevia tomentosa* y *Sanvitalia angustifolia*.

Cuadro 5. Atributos estructurales calculados para el estrato herbáceo.

ESPECIE	DENSIDAD (Ind/ha)	COBERTURA RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA (%)
<i>Muhlenbergia setifolia</i>	20,833	34.10	7.41	17.54
<i>Dyssodia pinnata</i>	73,333	3.95	7.41	16.82
<i>Porophyllum linaria</i>	5,000	27.67	3.70	11.35
<i>Bouteloua hirsuta</i>	2,500	22.83	3.70	9.29
<i>Cheilanthes eatonii</i>	12,500	4.34	7.41	6.14
<i>Loeselia coerulea</i>	18,333	1.02	7.41	6.07
<i>Sida abutifolia</i>	9,167	1.55	7.41	4.62
<i>Asplenium resiliens</i>	5,833	1.22	7.41	3.91
<i>Bouteloua curtipendula</i>	2,500	0.92	7.41	3.22
<i>Zinnia peruviana</i>	7,500	0.03	3.70	2.58
<i>Muhlenbergia tenuifolia</i>	5,833	0.58	3.70	2.46
<i>Dyssodia papposa</i>	5,833	0.06	3.70	2.29
<i>Sanvitalia angustifolia</i>	5,833	0.03	3.70	2.28
<i>Cologania angustifolia</i>	2,500	0.95	3.70	1.99
<i>Sida spinosa</i>	2,500	0.19	3.70	1.74
Otras especies (5)	7,500	0.57	18.52	7.70

Valor de importancia = Dens. rel. + Cobertura rel. + Frec. rel. / 3

Riqueza y diversidad de especies del Matorral Submontano de Rosáceas.

En el cuadro 6 se muestra la diversidad (Índice de Shannon – Wiener) para las dos asociaciones del Matorral Submontano de Rosáceas. En el cual, el Matorral

Submontano de *Amelanchier denticulata* – *Purshia plicata* es el más diverso con 3.99 bits y en menor grado el Matorral Submontano de *Lindleya mespiloides* con 3.25 bits, esto en su mayor parte influenciado por las herbáceas. Sin embargo la primera asociación presenta el porcentaje más bajo de Equitatividad (69.28%), esto debido a que esta asociación presenta 2 subgrupos (Matorral Submontano de *Purshia plicata* – *Amelanchier denticulata* y Matorral Submontano de *Amelanchier denticulata* – *Mimosa biuncifera*) y por lo tanto las especies no ocurren con igual frecuencia.

Cuadro 6. Diversidad de especies y equitatividad de los Matorrales Submontanos de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.

DIVERSIDAD DEL ESTRATO ARBUSTIVO			
ASOCIACIÓN DE ESPECIES	ÍNDICE DE DIVERSIDAD (H')	DIVERSIDAD MÁXIMA (H' MAX)	EQUITATIVIDAD (E)
Grupo 1. Matorral Submontano de <i>Amelanchier denticulata</i> - <i>Purshia plicata</i>	3.99	5.75	69.28
Grupo 2. Matorral Submontano de <i>Lindleya mespiloides</i>	3.25	4.32	75.41
DIVERSIDAD DEL ESTRATO HERBÁCEO			
ASOCIACIÓN DE ESPECIES	ÍNDICE DE DIVERSIDAD (H')	DIVERSIDAD MÁXIMA (H' MAX)	EQUITATIVIDAD (E)
Grupo 1. Matorral Submontano de <i>Amelanchier denticulata</i> - <i>Purshia plicata</i>	4.77	6.67	71.54
Grupo 2. Matorral Submontano de <i>Lindleya mespiloides</i>	3.23	4.32	74.83

En el área, la asociación dominada por *Amelanchier denticulata* – *Purshia plicata* (grupo 1), presenta la mayor riqueza tanto de especies leñosas como herbáceas (Cuadro 7), así como en diversidad de especies (Cuadro 6).

Cuadro 7. Riqueza de especies de los Matorrales Submontanos de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.

ASOCIACIÓN DE ESPECIES	NO DE ESPECIES	NO. DE ESPECIES LEÑOSAS	NO. DE ESPECIES HERBÁCEAS
Matorral Submontano de <i>Amelanchier denticulata</i> - <i>Purshia plicata</i>	156	54	102
Matorral Submontano de <i>Lindleya mespiloides</i>	40	20	20

Aspectos Ecológicos del Matorral Submontano de Rosáceas.

La exposición dominante donde se presenta el Matorral Submontano de Rosáceas es la Noroeste, los rangos altitudinales variaron entre 1,191 y los 2,094 m; se determino el grado de pendiente en cada sitio de muestreo, el cual se encontró valores de 7 a los 45%. De los 23 sitios muestreados, 16 se distribuyen en el área de amortiguamiento (frente de Saltillo) y 7 en la zona núcleo (cañón de San Lorenzo y camino del cuatro). Desarrollados en climas secos en temperaturas medias anuales de 16°C, precipitación media anual de 450 mm (ver Apéndice 3), el 61% de los sitios se localizaron en exposición noroeste; la exposición noreste y norte ambos con el 17.4% de pendiente y el resto 4.3% se ubico en exposición suroeste (ver Apéndice 2).

En cada sitios de muestreo se registraron 3 características físicas, textura (limo, arena y arcilla) (sitios 1-3, 5-7, 11, 13-15 y 19), pedregosidad y profundidad de suelo (ver Apéndice 4), y 5 características químicas se registraron a 11 sitios (1-

3, 5-7, 11, 13-15 y 19), pH y materia orgánica, determinación de nitrógeno total, fósforo y potasio (ver Apéndice 5).

El Matorral Submontano de Rosáceas se desarrolla en suelos extremadamente ricos en materia orgánica (4.6 - 8.9%), sin embargo un sitio presenta un valor pobre (0.95%). En cuanto a nitrógeno total el 81% de los sitios se encuentran en valores ricos entre los 0.25 – 0.45%, el resto poseen valores medianamente ricos y extremadamente pobres, el cual representa el 9% para ambos.

En cuanto al contenido de Fósforo (P_2O_5) en los sitios se mostro desde pobre, medianamente pobre y mediano; en cuanto a Potasio se presenta desde mediano, medianamente rico y rico. En cuanto pH los valores son homogéneos, siendo estos de alcalinidad media. Las características mencionadas no determinan el matorral tanto en distribución y numero de taxa en los sitios.

La profundidad de suelo presenta variaciones irregulares en los 23 sitios, desde 1 cm hasta 21 cm en suelos muy pedregosos principalmente de tipo Rendzina, que son rocas sedimentarias de tipo geológico conglomerado.

Evaluación del cambio de uso de suelo del Matorral Submontano de Rosáceas y áreas adyacentes

En las 11,432.65 ha digitalizadas, el Matorral Submontano de Rosáceas ha sufrido más cambios, del año 1998 el área que ocupaba esta comunidad fue de 2,253.99 ha, para el año 2004 el área era de 1,903.18 ha (ver Cuadro 8), teniendo una reducción de 350.81 ha; para el año 2008 se redujo a 1,814.18 ha,

en total la pérdida total del año 1998 al 2008 fue de 321.73 ha. Le siguen el Bosque de Juniperus con una pérdida total de 392.10 ha y el Matorral Micrófilo con 321.73 ha en los más afectados.

Cuadro 8. Áreas de los diferentes Usos de Suelo en 10 años.

USO DE SUELO	1998 (Ha)	2004 (Ha)	2008 (Ha)
Matorral Micrófilo	3,039.04	2,913.89	2,717.31
Matorral Submontano de Rosáceas	2,253.99	1,903.18	1,814.18
Bosque de Juniperus	1,928.35	1,714.31	1,536.26
Bosque de Encino	1,339.62	1,338.67	1,338.67
Zona urbana	463.02	900.03	961.84
Vegetación secundaria	32.10	250.84	787.66
Bosque de Pino	738.73	738.73	611.22
Zacatal	512.46	512.46	512.42
Reforestación	333.27	333.27	321.12
Minería (extracción de materiales pétreos)	147.07	177.10	186.94
Sin vegetación	101.50	133.41	136.37
Agricultura	152.17	119.62	104.84
Matorral Rosetófilo	385.77	385.77	385.77
Asentamiento	2.89	6.86	13.40
Extracción de suelo	1.64	2.79	2.79
Bordo abrevadero	0.91	0.91	0.91
Pozo	0.13	0.61	0.75
Área de recreación	0.00	0.21	0.21
Total	11,432.65	11,432.65	11,432.65

Del año 1998 al 2004 el principal factor de reducción del Matorral Submontano de Rosáceas fue el incremento de la zona urbana con una frecuencia del

9.89%, en el Bosque de Juniperus el principal factor fueron los disturbios antropogénicos como la deforestación transformándolos en vegetación secundaria, con una frecuencia del 1.10%, con una pérdida de 206.97 ha (ver Cuadro 9); en este periodo el cambio de uso de suelo fue de 699.8 ha.

Cuadro 9. Cambios de uso de suelo en el periodo de 1998 al 2004.

CAMBIO DE USO DE SUELO	FRECUENCIA RELATIVA (%)	HECTAREAS
Matorral Submontano de Rosáceas-zona urbana	9.89	322.54
Bosque de Juniperus-vegetación secundaria	1.10	206.97
Matorral Micrófilo-zona urbana	10.99	67.78
Matorral Micrófilo-sin vegetación	12.09	23.51
Matorral Micrófilo-minería	4.40	22.96
Matorral Submontano de Rosáceas-sin vegetación	8.79	14.66
Matorral Submontano de Rosáceas-vegetación secundaria	3.30	11.89
Matorral Micrófilo-agricultura	4.40	8.11
Bosque de Juniperus-minería	3.30	7.08
Sin vegetación-zona urbana	3.30	6.03
Matorral Micrófilo-asentamiento	5.49	2.68
Bosque de Juniperus-asentamiento	2.20	1.53
Matorral Submontano de Rosáceas-extracción de suelo	2.20	1.16
Otros	28.57	2.92

En el periodo de 2004 al 2008 los tipos de vegetación fueron principalmente transformados en vegetación secundaria en el que destacan el Bosque de Juniperus con una pérdida de 170.7 ha, le siguen el Matorral Micrófilo con 154.9 ha, el Bosque de Pino con 126.8 ha y el Matorral Submontano de Rosáceas con

63.6 ha. Otro factor de disturbio es el avance de la Zona Urbana hacia las comunidades en el que se ve afectado el Matorral Micrófilo y el Matorral Submontano de Rosáceas como se muestra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 10. Cambios de uso de suelo en el periodo de 2004 al 2008.

CAMBIO DE USO DE SUELO	FRECUENCIA RELATIVA (%)	HECTAREAS
Bosque de Juniperus-vegetación secundaria	1.67	170.723
Matorral Micrófilo-vegetación secundaria	8.33	154.918
Bosque de pino-vegetación secundaria	1.67	126.823
Matorral Submontano de Rosáceas-vegetación secundaria	5.00	63.564
Matorral Micrófilo-zona urbana	8.33	29.593
Sin vegetación-zona urbana	5.00	25.81
Matorral Submontano de Rosáceas-sin vegetación	5.00	19.023
Reforestación-vegetación secundaria	1.67	12.157
Matorral Micrófilo-sin vegetación	6.67	9.745
Agricultura-vegetación secundaria	1.67	8.634
Bosque de Juniperus-minería	1.67	7.326
Matorral Submontano de Rosáceas-zona urbana	13.33	6.414
Agricultura-asentamiento	1.67	5.535
Matorral Micrófilo-minería	3.33	2.506
Matorral Micrófilo-asentamiento	3.33	1.017
Otros	31.67	3.492

Del área total digitalizada, del periodo de 1998 al 2008 (ver Apéndice 6 y 7), el cambio de uso de suelo más frecuente, es el Matorral Submontano de Rosáceas a Zona Urbana (11.61%), teniendo una pérdida total de 328.95 ha, no

obstante el cambio de Bosque de Juniperus a Vegetación Secundaria fue poco frecuente (1.39), presentó la mayor pérdida con 377.69 ha, le siguen el Matorral Micrófilo a Vegetación Secundaria con 154.92, entre otros.

Cuadro 11. Cambios de uso de suelo del periodo de 1998 al 2008.

CAMBIO DE USO DE SUELO	FRECUENCIA (%)	HECTAREAS
Bosque de Juniperus-vegetación secundaria	1.385	377.693
Matorral Submontano-zona urbana	11.61	328.954
Matorral Micrófilo-vegetación secundaria	4.165	154.918
Bosque de pino-vegetación secundaria	0.835	126.823
Matorral Micrófilo-zona urbana	9.66	97.373
Matorral Submontano de Rosáceas-vegetación secundaria	4.15	75.454
Matorral Submontano de Rosáceas-sin vegetación	6.895	33.683
Matorral Micrófilo-sin vegetación	9.38	33.255
Sin vegetación-zona urbana	4.15	31.84
Matorral Micrófilo-minería	3.865	25.466
Bosque de Juniperus-minería	2.485	14.406
Reforestación-vegetación secundaria	0.835	12.157
Agricultura-vegetación secundaria	0.835	8.634
Matorral Micrófilo-agricultura	2.2	8.11
Agricultura-asentamiento	0.835	5.535
Micrófilo-asentamiento	4.41	3.697
Bosque de Juniperus-asentamiento	1.1	1.53
Matorral Submontano de Rosáceas-extracción de suelo	1.1	1.16
Otros	30.12	6.412

Como se menciona al principio, las comunidades que presentaron mayor reducción en su área en los 10 años, fue el Matorral Submontano de Rosáceas, el Bosque de Juniperus, el Matorral Micrófilo, el Bosque de Pino y la Reforestación, en el que el Matorral tiene la mayor tasa de pérdida anual de 43.98 ha, en caso de continuar así, se estima que la comunidad se perderá por completo para el año 2049, como se aprecia en el siguiente Cuadro.

Cuadro 12. Perdidas principales de uso de suelo del periodo 1998-2008.

USO DE SUELO	PERDIDA TOTAL (Ha)	PERDIDA ANUAL (Ha)	AÑO - PERDIDA TOTAL
Matorral Submontano de Rosáceas	439.81	43.981	2049
Bosque de Juniperus	392.09	39.209	2047
Matorral Micrófilo	321.73	32.173	2092
Bosque de Pino	127.51	12.751	2056
Reforestación	12.15	1.215	2272

DISCUSIÓN

Composición de especies del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.

La flora vascular del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé (289 taxa) representa el 9.5% de las especies consideradas para Coahuila, 20.7% en géneros y 43.5% en familias de acuerdo a Villarreal (2001). Por lo tanto es la comunidad más diversa en la Sierra de Zapalinamé, siguiendo el bosque de encino con 259 taxa de acuerdo a Encina (2003). De los 409 especies y taxa infraespecíficos registrados por Arce (1980) para la sierra de Zapalinamé, las 289 taxa del Matorral Submontano de Rosáceas representa el 70.7% del total de la flora para el área protegida, por su parte Marroquín (1978) presenta 78 especies para este tipo de vegetación.

La riqueza florística que presenta el matorral es debido a que este tipo de vegetación puede presentarse en forma abierta a densa, este se extiende hasta el bosque de encino, matorral de encinos arbustivos, matorral de manzanita (*Arctostaphylos sp.*) (Arce y Marroquín, 1985), bosque de pino-encino o mezclándose con elementos del matorral de lechuguilla (Henrickson y Johnston, 1983) y matorral micrófilo. Por lo tanto debido a la ecotonía que presenta el Matorral, el número de especies arbustivas (106 especies) es mayor en

comparación con lo que encontró Estrada (1998), en el que presenta 90 especies arbustivas para el Matorral Submontano del Estado de Nuevo León. Sin embargo las especies herbáceas (180 especies) prevalecen sobre las leñosas, el cual representa el 62% de la flora total del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé, siendo las familias Poaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae y Lamiaceae las mejor representadas. Las especies arbóreas son muy escasas, presentes en ecotonos con bosques de pino y encino.

Se localizaron especies vegetales endémicas y/o que se encuentran bajo algún estatus de conservación o de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001. Se encontraron especies de cactáceas: *Ariocarpus retusus* (peyote cimarrón), *Ferocactus pilosus* (Biznaga barril de lima) ambos bajo el estatus de Protección especial (Pr), *Thelocactus rinconensis* var. *nidulans*, *Mammillaria candida* ambos bajo el estatus de Endémica Amenazada (A) y *Brahea berlanderi* (Palma) bajo el estatus de Protección especial (Pr) considerada como endémica según la Norma Oficial Mexicana.

Estructura del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.

Similar a lo encontrado por Arce y Marroquín (1985), esta comunidad está dominada por elementos de la familia Rosaceae, al igual que Muller (1947) en el área se encontró que el matorral se caracteriza por la presencia de especies arbustivas inermes con formas de vida semiarbóreas y sufrutescentes; así como

también la presencia de especies espinosas, tal como menciona Miranda y Hernández (1963).

En el Matorral Submontano de *Amelanchier denticulata* – *Purshia plicata* (Grupo 1), de mayor distribución en el área de estudio, se encontró especies fisonómicamente importantes como: *Amelanchier denticulata* con 1,549 individuos ha^{-1} , con el valor más alto de cobertura relativa (27.63%), le siguen *Purshia plicata* con una densidad de 2,013 individuos ha^{-1} y *Lindleya mespiloides* con 635 individuos ha^{-1} . Flores *et al.*, (1999) encontró en la zona inclinada del Valle de Tehuacán, Puebla, a especies de *Amelanchier denticulata* con el valor más alto de cobertura (36.69%) con alturas máximas de 1.48 m, *Gochnatia hypoleuca* con valores de cobertura de 5.27% con alturas de 1.65 m.

De acuerdo a Melgoza (1977), la presencia de disturbios permite la presencia de especies espinosas, en el que encontró en comunidades secundarias del matorral Submontano en el municipio de Santiago, Nuevo León, especies como *Acacia rigidula* con valores de frecuencia altos, siendo este el componente principal de la estructura en la comunidad. De igual manera en el Matorral Submontano de Rosáceas, en el grupo 1, se encontró especies subarborescentes como *Mimosa biuncifera* con 2,292 individuos ha^{-1} dominando el estrato inferior; Calderón y Rzedowski (2005) mencionan que *Mimosa biuncifera* es una especie muy frecuente en vegetaciones secundarias, de preferencia en áreas perturbadas, otras especies abundantes son: *Chrysactinia mexicana* con 1,219 ha^{-1} y *Gymnosperma glutinosum* con 1,194 ha^{-1} ; este último es una especie

abundante en el Matorral Submontano del Huizache, San Luis Potosí (Huerta y García, 2004). Valdés y Aguilar (1983) encontraron en el chaparral del Municipio de Santiago, Nuevo León un estrato inferior de 10 a 80 cm dominados principalmente por *Gymnosperma glutinosum* y *Chrysactinia mexicana*.

El grupo 2 (de menor distribución), se localiza en áreas menos impactadas, dominados de elementos inermes donde *Lindleya mespiloides* es la especie arbustiva que domina estructuralmente con 4,467 individuos ha⁻¹ con alturas medias de 1.48 m, les siguen *Purshia plicata* con 1,133 individuos ha⁻¹ y *Fraxinus greggii* con 733 individuos ha⁻¹ con alturas medias de 1.26 y 1.62 m respectivamente; el estrato inferior es dominado por especies sub-arbustivas: *Calliandra conferta*, *Brickellia veronicifolia* y *Agave lechuguilla* principalmente. En la vegetación de la zona de cañada en el Cerro de Zotoltepec (Edo. de Puebla), *Lindleya mespiloides* es la tercera especie importante, con valores de 14.97% de cobertura y presenta la mayor altura de 4.48 m. En el chaparral del Municipio de Santiago, Nuevo León, Valdés y Aguilar (1983) encontraron de manera aislada *Lindleya mespiloides*, *Amelanchier denticulata* y *Arbutus xalapensis* con alturas de 3 m. González *et al.* (2007) encontró en el Matorral Submontano de la Sierra El Rosario y en el Peñón de Covadonga del Estado de Durango, elementos inermes predominantes como *Gochnatia hypoleuca*, ocasionalmente *Fraxinus berlandieri* y *Lindleya mespiloides* y también algunos espinosos como *Acacia berlandieri* con alturas de 2.5 a 4 m; también presentan un estrato inferior, menos a 0.5 m de altura de especies como *Hechtia spp*,

Euphorbia antisiphilitica y *Agave lechuguilla*; este último se presenta escaso en el área con 0.43% de frecuencia relativa con alturas medias de 0.3 m.

En el matorral, la presencia de disturbios a causa de incendios, incremento de la zona urbana, pastoreo, caminos, extracción y explotación de suelo (minería) y extracción de leña, permite la entrada de especies anuales. Encontrando en el estrato herbáceo del área de estudio a *Dyssodia papposa*, especie herbácea abundante en el área, de afinidad a condiciones de disturbio (Calderón y Rzedowski, 2005) y catalogada como maleza ruderal y arvense (Calderón y Rzedowski, 2005; Villarreal, 1983). Les siguen especies perennes: *Muhlenbergia setifolia*, *Bouteloua curtipendula* y *Bouteloua hirsuta* entre los más importantes. González *et al.*, (2007) encontró en el estrato herbáceo de la Sierra el Rosario y en el Peñón de Codovanga del Estado de Durango, diversas gramíneas, compuestas, leguminosas y helechos como *Astrolepis cochisensis*, *A. integerrima* y *A. sinuata*.

Riqueza y diversidad de especies del Matorral Submontano de Rosáceas.

El Matorral Submontano de *Amelanchier denticulata* - *Purshia plicata* presentaron la mayor riqueza de especies, esto debido en gran medida de disturbios antropogénicos (incremento de la zona urbana y minería), su ecotonía con otras comunidades (Matorral Micrófilo, Matorral Rosetófilo, Bosque de Pino y/o Encino), así como también, es la principal asociación que domina el Matorral Submontano de Rosáceas. Anónimo (2003a) menciona que los chaparrales son el tercer tipo de vegetación con mayor riqueza de especies

vegetales, únicamente debajo de la vegetación de coníferas y la de coníferas-encinos.

El Matorral Submontano de *Amelanchier denticulata* - *Purshia plicata* presenta el valor más bajo de equitatividad (69.28%), se interpreta que todas las especies no ocurren con igual frecuencia y tienen valores de abundancia poco cercanos o iguales entre sí, no siendo así en el Matorral Submontano de *Lindleya mespiloides* donde presento un porcentaje más alto (75.40), sin embargo esta asociación presenta la diversidad (Shannon–Wiener) más baja de 3.25 bits, el Matorral Submontano de *Amelanchier denticulata* - *Purshia plicata* el más alto (3.99); a pesar de tal diferencia, ambos valores no se encuentran bajos ya que, de acuerdo a Margalef (1991) las comunidades pioneras, oportunistas y perturbadas que han sido sometidas a un apacentamiento excesivo, tienden a mostrar diversidades bajas de 1 a 3 bits en el índice de Shannon, menciona también que los valores de diversidad se ubican entre 1.5 y 3.5 y raras veces sobrepasa 4.5, en el cual las comunidades avanzadas o maduras llegan hacia 4 o 5, en las mismas unidades. En relación a otros Matorrales Submontanos las diversidades que presentan, es alta. Huerta y García (2004) encontraron en el Matorral Submontano del Huizache, San Luis Potosí, una diversidad de 1.88. Estrada (1998) encontró en el Matorral Submontano de Nuevo León, valores de 1.03 a 2.24.

Aspectos ecológicos del Matorral Submontano de Rosáceas.

Al igual a lo encontrado por Arce y Marroquín (1985), el Matorral Submontano de Rosáceas se caracteriza por desarrollarse en suelos someros con regular pendiente; de la misma manera Miranda y Hernández (1963) mencionan que están presentes en laderas o pendientes de las montañas, el cual en el área de estudio se encontraron pendientes de 7 a 45%, los suelos son de tipo rendzina, litosol y xerosol haplico, formados de rocas sedimentarias, en altitudes de 1,119 a 2,094 m, no obstante Arce y Marroquín (1985) mencionan que en área se desarrollan hasta los 2,480 m. Flores *et al.*, (1999) encontró en el Valle de Tehuacán, Puebla este tipo de vegetación en los 2,280 m, en pendientes de 7°, en exposición Suroeste; al igual que el del área de estudio, la mayoría presenta esta orientación; sin embargo, se presentan también en exposiciones norte, noreste y suroeste. De igual forma Valdés y Aguilar (1983) encontraron en el chaparral del Municipio de Santiago, Nuevo León, exposiciones suroeste, en pendientes de 40%; sin embargo Huerta y García (2004) encontraron mayor predominancia de las exposiciones surestes en el Matorral Submontano del Huizache, San Luis Potosí.

El tipo de suelo en el que se encuentra los matorrales es superficial, relativamente profundo (Miranda y Hernández, 1963), en el área de estudio se encontró a una profundidad media de 5 cm, al igual a lo encontrado en el Matorral Submontano del Huizache (Huerta y García, 2004) y el chaparral del Municipio de Santiago, Nuevo León (Valdés y Aguilar, 1983), en el que se encontró los suelos extremadamente ricos en materia orgánica de clase textural

migajón arcilloso y migajón arenoso principalmente; Arce y Marroquín (1985) encontraron en el Matorral Submontano de Rosáceas áreas principalmente sobre las exposiciones sur una capa de color pardo oscuro y acumulación calcárea, desarrollados en lugares pedregosos (40 a los 95% de pedregosidad); Miranda y Hernández (1963) mencionan que este tipo de vegetación es de preferencia en suelos coluviales pedregosos.

Prosperando en climas semiáridos, donde el régimen de precipitación oscila entre los 450-900 mm (Rzedowski, 1978), el Matorral Submontano de Rosáceas presentan una precipitación anual de 450 mm, en clima secos con temperaturas medias de 16°; sin embargo, Flores *et al.* (1999) encuentra este tipo de vegetación en el Valle de Tehuacán, Puebla en clima de tipo húmedo y templado. Valdés y Aguilar (1983) encontraron en el chaparral del Municipio de Santiago, Nuevo León, precipitaciones de 400 a 800 mm.

Evaluación del cambio de uso de suelo del Matorral Submontano y áreas adyacentes.

Portes (2001) encontró en la Sierra de Zapalinamé como principales cambios de uso de suelo: la urbanización, la agricultura, la minería, los incendios, el aprovechamiento forestal y la erosión. En el área de estudio se encontró la vegetación secundaria como principal cambio, le sigue la Zona Urbana, la minería, sin vegetación, asentamiento y extracción de suelo. En el municipio de Linares, Edo. de Nuevo León, García y Jurado (2008) encontraron en gran parte de las áreas abiertas para actividades agrícolas, pecuarias o forestales, están

ahora cubiertas por vegetación secundaria o en el caso extremo se encuentran desnudas o sin vegetación. Llata *et al.*, (2006) encuentra en la vegetación de la Sierra Gorda del Edo. de Querétaro áreas desmontadas, tanto para la agricultura (11.77%), como potreros, zonas erosionadas y manchas urbanas, abarcando en conjunto casi un 16% del área.

Del mismo modo en la Cuenca alta del río Santo Domingo, Estado Mérida, Venezuela, se encontró que los principales cambios de uso de suelo son: área agropecuaria, área urbana, suelo descubierto y área crítica de erosión, en el que estos son las que presentan los mayores incrementos en los cambios de su superficie por año, en contraste el matorral y bosque natural son las que muestran las más grandes pérdidas por año (Lozano, 2006).

Del periodo 1998-2008 en el área se encontró mayor aumento de superficie en la vegetación secundaria con 755.56 ha, le sigue la Zona Urbana con un incremento de 498.82 ha, la minería con 39.87 ha, sin vegetación con 34.87 ha. El cual en el Matorral Submontano de Rosáceas el Incremento de la Zona Urbana disminuyó su superficie, el cual sustituyó 328.95 ha; similar a lo encontrado con Portes (2001) donde menciona que la mancha urbana tuvo un incremento de 822.45 %, con respecto a lo que había en 1874, donde este es responsable de la pérdida del 74.40% del matorral. Anónimo (2003) menciona que el crecimiento de la mancha urbana ha generado un impacto negativo sobre la superficie forestal, en el país tiene un aumento de 74.78 ha del año 1993 al 2000, con un promedio anual de 10.68 ha. Llata *et al.*, 2006 encuentra

áreas ocupadas por la Zona Urbana de 487.86 ha en la vegetación de la Sierra Gorda Queretana.

Otro cambio de uso de suelo en el Matorral Submontano de Rosáceas es el incremento de la vegetación secundaria con 75.45 ha, este producto de incendios. Anónimo (2003) menciona que en el país los incendios forestales provocan y contribuyen a la deforestación, en el que anualmente son afectadas de 200 a 300 mil hectáreas por incendios forestales. En tercer lugar se encuentra la remoción de la vegetación, en el que este aumento 27.81 ha en el área de estudio; de la misma manera Llata *et al.*, 2006 encuentra áreas desprovistas de vegetación 1,977 ha en la vegetación de la Sierra Gorda Queretana. Todos estos cambios propicia la introducción de especies invasoras, arvenses, malezas, tal es el caso en el Matorral Submontano en el que existe una abundancia de *Mimosa biuncifera* en el estrato arbustivo, en el estrato herbáceo la abundancia de *Dyssodia papposa*, especies catalogadas como especies preferentes de áreas de disturbio (Villarreal, 1983). García y Jurado (2008) muestran las consecuencias de una histórica falta de planeación en el aprovechamiento de los recursos naturales en el municipio de Linares, N.L., en el que la superficie ocupada por el matorral en 1994, estimada en 58% del territorio municipal, menos del 1% guarda condiciones de virginidad.

Disturbio Antropogénico en el Matorral Submontano de la Sierra de Zapalinamé y su impacto en la Estructura y Composición de especies.

Los diferentes factores de disturbios son los que determinan este tipo de vegetación y que dependiendo del grado de perturbación ocasionan que el Matorral Submontano de Rosáceas sea transformado en chaparrales secundarios en sus distintas fases (Arce y Marroquín, 1985). El cual Favorece la invasión y establecimiento de especies espinosas como *Mimosa biuncifera* y en áreas ruderales se observo especies invasoras como *Cynanchum kunthii*, *Chenopodium album*, *Kochia scoparia*, *Salsola tragus*, *Aristida adscensionis*, *Cenchrus ciliaris*, *C. incertus* y *Ricinus communis*. Por lo tanto la composición de especies y su abundancia varía dependiendo de los factores ambientales y principalmente a la influencia humana (Marroquín, 1978; Arce y Marroquín, 1985). Valdés y Aguilar (1983) clasificaron en el Chaparral del Municipio de Santiago, Nuevo León, tres tipos de vegetación: 1. chaparral primario, 2. Chaparral favorecido y 3. Chaparral secundario, esto de acuerdo a su disturbio, su ecotonía y densidad con la que se presentan.

Arce y Marroquín (1985) observaron en el área de estudio especies herbáceas como: *Acalypha hederacea* (*Acalypha monostachya*), *Astragalus sanguineus*, *Bouteloua curtipendula*, *Euphorbia prostrata*, *Loeselia scariosa* y *Verbena canescens*; diferente a lo encontrado, donde *Dyssodia papposa*, *Muhlenbergia setifolia*, *Bouteloua curtipendula* y *B. hirsuta* son las especies más importantes; esto demuestra el efecto ocasionado por el pastoreo, fragmentación (camino), influencia humana, talas, incendios y actualmente la urbanización en la

estructura herbácea del matorral. Por su parte Briones (1991) encontró en la Sierra de San Carlos, Tamaulipas especies propias de lugares húmedos: *Adiantum tricholepis*, *Cheilanthes aemula*, *Lobelia berlandieri*, *Teucrium cubense*.

Al igual que Portes (2001), la minería (Cañón de San Lorenzo), los incendios, el aprovechamiento forestal y el crecimiento de la zona urbana son los principales factores que afectan al Matorral Submontano de Rosáceas, este último es responsable sobre la pérdida del 74.40%, así también menciona que se encuentra pastizales inducidos, permitiendo la disponibilidad de forraje, por consiguiente se efectúa el apacentamiento y el pastoreo, el cual ocasiona el ramoneo y eliminación de la regeneración.

CONCLUSIONES

Se concluye que la diversidad florística del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé es baja. Las especies fisonómicamente importantes son *Purshia plicata*, *Amelanchier denticulata* y *Lindleya mespiloides*. La composición florística, así como sus atributos estructurales del matorral, presentan claras diferencias; conformados por dos estratos: arbustivo y sub-arbustivo, la diversidad y riqueza que presentan las asociaciones del Matorral es media.

Desarrollados en suelos ricos, los principales factores que determinan el cambio de uso de suelo son el incremento de la zona urbana, los incendios (vegetación secundaria) y la minería; en el cual la asociación Matorral Submontano de *Purshia plicata* - *Amelanchier denticulata* se ha ocasionado mayor impacto, por lo cual es la comunidad más fragmentada, esto principalmente por el incremento de la zona urbana.

RECOMENDACIONES GENERALES

Debido a que esta comunidad es la más afectada por la presión humana, es necesario establecer un sistema en el que se evalúe, de forma precisa y de manera continua los agentes de disturbio; como realizar vigilancias no solo en esta comunidad, sino en todo el área protegida y mecanismos para el seguimiento de las denuncias ciudadanas.

Realizar programas de educación ambiental dirigida a la conservación y conocimiento del matorral en los cuales se presente la importancia de las especies dominantes como *Purshia plicata*, *Lindleya mespiloides* y *Amelanchier denticulata* entre otras. Por ello, es necesario llegar en un acuerdo entre las necesidades y demandas de la población.

Como parte del Plan de Manejo del Área, se considera importante el realizar monitoreos en el Matorral, todo esto para poder realizar inferencias sobre el futuro de las comunidades, y así poder regular las actividades antropogénicas, de tal forma que permita su recuperación, así como también identificar especies raras, invasoras, malezas y endémicas y/o en peligro de extinción, y así determinar que especies se deberán fomentar, y cuales controlar.

El avance de la Zona Urbana, es el principal factor de reducción del Matorral Submontano de Rosáceas, por lo que es necesario promover la estricta aplicación de las políticas públicas vigentes.

Para explicar el disturbio que presenta las comunidades vegetales de la Sierra, es necesario considerar los usos de suelo, su disposición espacial, los cambios que presentan a través del tiempo, la densidad de las especies, su importancia ecológica de la comunidad, su riqueza y diversidad, por lo tanto el aporte metodológico presentado en este estudio puede ser aplicado y/o utilizado en la planeación de uso de suelo y/o Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé.

Todo esto con la finalidad de garantizar la conservación del Matorral Submontano de Rosáceas y las demás comunidades, teniendo como resultado ventajas para la composición, estructura y diversidad del matorral; de esta manera garantizar la recarga de los mantos acuíferos.

LITERATURA CITADA

Aguilar S., A., Etchevers B., J.D. y J.Z. Castellanos R. 1987. Análisis Químico para evaluar la fertilidad del Suelo. 1ª Ed. Sociedad Mexicana del Suelo, México. 217 pp.

Anónimo. 1983. Síntesis geográfica de Coahuila. México. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F. 163 pp.

Anónimo. 1996. Decreto del Área Natural Protegida, con Carácter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica. Un Área de la Serranía conocida como Zapalinamé. Periódico Oficial del Gobierno de Coahuila. Tomo CIII. No. 83. Saltillo, Coahuila.

Anónimo. 1998. Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica “Sierra de Zapalinamé”. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 179 pp.

Anónimo. 2002. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su

inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Instituto Nacional de Ecología. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo de 2002. México, D.F. 40 pp.

Anónimo. 2003a. Proceso de Montreal, Aplicación de los Criterios e Indicadores para el manejo forestal sustentable (Informe de México). SEMARNAT – INE – CP – UACH – INIFAP – INEGI – CONAFOR – CONANP – CONABIO. México. 87 pp.

Anónimo. 2003b. Sistema de Información Geográfica para el Manejo y Planeación por Microcuencas (SIGMAPLAN-Coahuila Sureste). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - FIRCO – Secretaría de Fomento Agropecuario, Coahuila, México.

Arce G., L. 1980. Adición al estudio de la vegetación y la florística del Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila, México. Tesis. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L. 92 pp.

Arce G., L. y J.S. Marroquín. 1985. Las unidades fisonómico-florísticas del Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila, México. *Biótica* 10:369-393.

- Arteaga M., B. 1988. Factores del sitio que influyen en la productividad de *Pinus patula* Schl. Et Cham. en la región Chignahuapan-Zacatlan, Puebla. *Agrociencia* 72:121-131.
- Bolaños, A y J.R. Aguirre R. 2000. Evaluación preliminar de los agostaderos forestales del occidente del estado de México. *Acta Cient. Potos.* 15(2):74-97.
- Briones, O.L. 1991. Sobre la Flora, Vegetación y Fitogeografía de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. *Acta Botánica Mexicana*, 16:15-43.
- Calderón, G. y J. Rzedowski. 2005. Flora Fanerogámica del Valle de México. 2ª. Ed., 1ª. reimp., Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Patzcuaro, Michoacan, 1406 pp.
- Davis, F.W., Stoms, D., Estes, J.E., Scepan, J. y Scott, J.M. 1990. An information systems approach to the preservation of biological diversity. *Int. J. Geographical Information Systems*. 4(1):55-78.
- Daubenmire, R. 1968. Plant communities. A Textbook of plant synecology. Harper and Row, New York. 300 pp.
- Encina D., J.A. 2003. Aspectos estructurales, caracterización ecológica y diversidad de los bosques de encino de la sierra Zapalinamé, Coahuila,

México. Tesis Maestro en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila. 173 pp.

Estrada C., A.E. 1998. Ecología del Matorral Submontano en el Estado de Nuevo León, México. Tesis doctoral. Fac. de Zootecnia. Univ. Autónoma de Chihuahua. 190 pp.

Flores H., N., Valiente B., A., Dávila, P. y J.L. Villaseñor. 1999. La vegetación esclerófila perennifolia del Valle de Tehuacán Puebla y sus similitudes con la vegetación esclerófila de climas mediterráneos. Bol. Soc. Bot. México 64:41-55

Galeano, R. y Hernández, A. 1995. Sistemas de Información Geográfica: Un Elemento Estratégico para el Ordenamiento Territorial. SELPER-México, A.C. In: Memorias VII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Puerto Vallarta, Jalisco, México. Pag. 187-196.

García-Hernández, J. y E. Jurado. 2008. Caracterización del matorral en condiciones prístinas en Linares N. L., México. Ra Ximhai 4(1): 1-21.

González M., F. 1972. La Vegetación del nordeste de Tamaulipas. An. Inst. Biol. Mex. Ser. Bot. 43:11-50.

González E., M.S., González E., M. y M.A. Márquez L. 2007. Vegetación y Ecorregiones de Durango. Instituto Politécnico Nacional-Plaza y Valdéz, S.A., México. D.F. 219 pp.

Henrickson, J. and M.C. Johnston. 1983. Vegetation and Community types of the Chihuahuan Desert. In: second symposium on resources of the Chihuahuan Desert Region, U.S. and México (Barlow, J.C., Powell, A.M. and B.N. Timmermann, Eds.). Pp. 20-30. Sul Ross State University, Alpine, Texas.

Huerta M., F.M. y E. García M. 2004. Diversidad de especies perennes y su relación con el ambiente en un área semiárida del Centro de México: implicaciones para la conservación. *Interciencia* 29(8):435-441.

Johnston, M.C. 1963. Past and present grasslands of southern Texas and northeastern Mexico. *Ecology* 44:456.

Llata-Gómez, R., Bayona C., A., Rivera S., E., Valtierra G., Martínez R., W.E. y A. Montoya M. 2006. Vegetación, uso de suelo y unidades de paisaje en la Sierra Gorda Queretana. Reporte Técnico. Centro Queretano de Recursos Naturales. Tomo XI.

Lozano-Peñaloza, E. 2006. Análisis de cambio multitemporal de uso de la tierra en la cuenca alta del río Santo Domingo, estado Mérida, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 50(1).

Ludwing, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley, New York. 337 pp.

Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. Princeton, New York. 337 pp.

Margalef, R. 1991. *Teorías de los Sistemas Ecológicos*. Publicación de la Universidad de Barcelona. Barcelona, España. 275 pp.

Marroquín, J.S. 1976. *Ensayos Fitogeográficos: Vegetación y florística del nordeste de México. I. Aspectos gincológicos en Coahuila*, *Rev. Soc. Mex. de Hist. Nat.* 36: 69-101.

Marroquín, J.S. 1978. A Physiognomic analysis of the types of transitional vegetation in the easter parts of the Chihuahuan Desert in Coahuila, México. *Trans. Symposium on the biological Resources of the Chihuahuan Desert, Region, U.S. and México (Oct. 1974)*. U.S. Dept. Interior Nat. Park Service *Trans. Procced. Ser.* 3:249-272.

- Matteucci, S.D. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la Vegetación. Secretaría General de los Estados Americanos. Washington, D.C. 168 pp.
- Medina, B.R. 1983. Delimitación de sitios circulares de muestreo en investigación forestal. *Ciencia Forestal*: 8(43):3-25.
- Melgoza, C.A. 1977. Estudio florístico ecológico de comunidades secundarias del matorral Submontano en Santiago, Nuevo León, México. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. 85 pp.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 28:29-179.
- Mittermeier, R.A 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. In: E. Wilson (ed.). *Biodiversity*, National Academy Press, Washington, D. C.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons. Inc., New York. 547 pp.

- Muller, C.H. 1939. Relation of the vegetation and climatic types in Nuevo León, México. *Amer. Mid. Nat.* 21:687.
- Muller, C.H. 1947. Vegetation and climate in Coahuila, México. *Madrono*: 9:33-57.
- Murguía, M. y J. Llorente B. 2003. Reflexiones conceptuales en Biografía Cuantitativa. In: Morrone, J. J. y J. Llorente B. (Eds.). Una perspectiva Latinoamericana de la Biografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Pag. 133-154.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.* 13:131-144.
- Pielou, E.C. 1969. An introduction to mathematical ecology. Wiley and Sons, Inc., New York. 286 pp.
- Portes V., L. 2001. Evaluación del cambio de uso de suelo y del paisaje regional en la Sierra Zapalinamé, Coahuila. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*: 2(1):41-51.
- Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A. y J. Fa (comp.). 1998. Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución. Instituto de Biología – Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

- Ramamoorthy, T.P. y D.H. Lorence. 1987. Species vicariance in Mexican Flora and a New species of *Salvia* from Mexico. *Adansonia* 2:167-175.
- Rojas M., P. 1965. Generalidades sobre la Vegetación del estado de Nuevo León y datos acerca de su flora. Tesis. Fac. Cienc. UNAM. México, D.F. 124-75 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, S.A. México, D.F. 431 pp.
- Solano, M.A. y T. Robinson. 1995-1996. Sistemas de Información Geográfica y algunas aplicaciones. *Rev. Geográfica de América Central*. 32-33:79-76.
- Toledo, V.M. 1999. La diversidad biológica de México. In: Núñez, F. J y L. E. Eguiarte (Comp.). *La evolución biológica* (pp. 413-437). 1ª. Ed. CONABIO – UNAM. México. 457 pp.
- Toledo, V.M. y M.J. Ordóñez. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. In: Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A. y J. Fa (comp.). *Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución* (pp. 739-757). Instituto de Biología – Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

- Valdés T., V. y M.L. Aguilar E. 1983. El género *Quercus* en las unidades fisonómico – florísticas del Municipio de Santiago, Nuevo León, México. Boletín Técnico No. 98. INIFAP. 94 pp.
- Valiente B., A., Flores H., N., Verdú, M., and P. Dávila. 1998. The Chaparral vegetation in Mexico under nonmediterranean climate: the convergence and Madrean-Tethyan hypotheses reconsidered. *American Journal of Botany* 85(9): 1398-1408.
- Velasco M., H.A. 1983. *Uso y manejo del suelo*. 1ª Ed. Edit. Limusa. México. 191 pp.
- Villarreal Q., J.A. 1983. *Malezas de Buenavista Coahuila*. 1ª. Ed. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México. 269 pp.
- Villarreal Q., J.A. 2001. *Listados florísticos de México. XXIII Flora de Coahuila*. UNAM, Instituto de Biología. 137 pp.
- Villarreal Q., J.A. y J. Valdés R. 1992-1993. *Vegetación de Coahuila. Manejo de Pastizales*. Vol. 6 no. 1. Coahuila. México.
- Walker, P. 1990. Modeling wildlife distribution using a geographic information system: kangaroos in relation to climate. *Journal of Biogeography* 17:279-289.

White, S.S. 1940. Vegetation of the Cerro de la Silla, near Monterrey, México.

Mich. Acad. Sci. Papers 46:87-98.

Woerner, P.M. 1990. Métodos químicos para el análisis de suelos calizos de

zonas áridas y semiáridas. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad

Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, 104 pp.

Apéndice 1. Listado florístico del Matorral Submontano de Rosaceas de la Sierra de Zapalinamé.

Colectores: G= Sergio G. Gómez Pérez, E= Juan A. Encina Domínguez, V= José A. Villarreal Quintanilla, A= Leopoldo Arce González, M= Jorge Saúl Marroquín y H= Jorge Hinton.

ACANTHACEAE

Dyschoriste linearis (Torr. et A. Gray) Kuntze (E 749)

Dyschoriste schiedeana (Nees) Kuntze

AGAVACEAE

Agave americana L. var. *americana*

Agave gentryi Ullrich

Agave lechuguilla Torr.

Agave scabra Salm-Dyck. ssp. *scabra* (G 636)

Dasyllirion cedrosanum Trel. (G 616)

Manfreda brunnea (S. Watson) Rose

Nolina cespitifera Trel. (G 610)

Yucca carnerosana (Trel.) Mc Kelvey

Yucca filifera Chaub.

AMARANTHACEAE

Amaranthus blitoides S. Watson (G 645)

Amaranthus hybridus L. (A 979)

ANACARDIACEAE

Rhus microphylla Engelm.

Rhus virens A. Gray var. *virens* (G 521)

APOCYNACEAE

Mandevilla karwinskii (Muell. Arg.) Hemsl. (G 598)

ARECACEAE

Brahea berlandieri Bartlett (E 1891)

ASCLEPIADACEAE

Cynanchum kunthii (Dcne.) Standl. (E 750)

Gonolobus chrysanthus Greenm. (G 276)

ASPLENIACEAE

Asplenium resiliens Kunze (G 340)

ASTERACEAE

Ageratina calaminthaefolia (Kunth) King et. H. Rob. (G 517)

Ageratina calophylla (Blake) King et H. Rob. (G 344)

Ageratina havanense (Kunth) King et H. Rob. (G 176)
Ageratina saltillensis (Rob.) King et H. Rob. (G 326)
Ageratina wrightii (A. Gray) King et H. Rob. (G 532)
Ageratina scordoniooides (A. Gray) King et H. Rob (G 483)
Ageratum corymbosum Zucc. (G 319)
Ambrosia confertiflora DC. (G 331)
Bidens bipinnata L.
Bidens odorata Cav. var. *odorata* (S 329)
Brickellia laciniata A. Gray (S 171)
Brickellia lemmonii A. Gray var. *conduplicata* (Rob.) B. Turner (G 519)
Brickellia veronicifolia (Kunth) A. Gray (G 520)
Calyptocarpus vialis Lees. (G 291)
Chaetopappa parryi A. Gray (G 265)
Chaptalia texana Greene (G 117)
Chrysactinia mexicana A. Gray (G 126)
Cosmos bipinnatus Cav. (G 529)
Dahlia coccinea Cav. (G 557)
Dyssodia papposa (Vent.) Hitchc.
Dyssodia pinnata (Cav.) Rob. var. *glabrescens* (G 316)
Erigeron pubescens Kunth (G 498)
Fleischmannia pynocephala (Lees) King et H. Rob. (G 324)
Gaillardia mexicana A. Gray (G 509)
Gaillardia pinnatifida Torr. var. *linearis* (Rydb.) Bidd.
Gnaphalium semiamplexicaule DC. (G 568)

Gochnatia hypoleuca (DC.) A. Gray var. *hypoleuca* (G 335)
Gutierrezia sarothrae (Pursh) Britton et Rusby (G 280)
Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less. (E 2059)
Heliopsis parvifolia A. Gray (G 550)
Heterotheca mucronata B. Turner (G 262)
Heterotheca subaxilaris (Lam.) Britton et Rusby (G 334)
Hymenoxys scaposa (DC.) Parker (G 511)
Parthenium argentatum A. Gray
Parthenium hysterophorus L. (G 219)
Parthenium incanum Kunth (G 293)
Pinaropappus roseus (Less.) Less. var. *roseus* (G 369)
Porophyllum linaria (Cav.) DC (G 343)
Psacalium peltatum (Kunth) Cass. var. *adenophorus* (G 345)
Sanvitalia angustifolia Engelm. ex A. Gray (G 376)
Simsia amplexicaulis (Cav.) Pers. (G 623)
Simsia calva (A. Gray et Engelm. ex A. Gray) A. Gray (G 338)
Stevia serrata Cav. var. *serrata* (G 325)
Stevia tomentosa Kunth (G 327)
Thelesperma simplicifolium A. Gray (G 227)
Thymophylla pentachaeta (DC) Small (G 320)
Thymophylla setifolia Lag. (G 292)
Verbesina hypomalaca Rob. et Greenm. var. *saltillensis* B. Turner (G 513)
Verbesina rothrockii Rob. & Greenm.
Viguiera brevifolia Greenm. (G 534)

Wedelia acapulcensis Kunth var. *hispida* (G 294)

Zinnia acerosa (DC.) A. Gray (G 282)

Zinnia peruviana (L.) L. (G 348)

BERBERIDACEAE

Berberis trifoliolata Moric. var. *glauca* (E 1158)

BIGNONIACEAE

Tecoma stans (L.) Juss var. *angustata* Rehd. (G 525)

BRASSICACEAE

Lesquerella fendleri (A. Gray) S. Watson (G 375)

Schoenocambre linearifolia (A. Gray) Roll. (G 474)

Thelypodium longipes (Roll.) Roll. (E 2061)

BROMELIACEAE

Hechtia texensis S. Watson

Tillandsia recurvata (L.) L.

CACTACEAE

Ariocarpus retusus Scheidw.

Echinocereus stramineus (Engelm.) Ruempler var. *stramineus*

Ferocactus pilosus (Gal.) Werder.

Mammillaria chionocephala Purpus

Mammillaria candida Scheidw. var. *candida*

Mammillaria heyderi Muehl. var. *heyderi*

Mammillaria winteriae Boedeker

Neolloydia conoidea (DC.) Britton et Rose var. *conoidea* (G 646)

Neolloydia smithii (Muehl.) Kaldiwa et Fittkau var. *beguinii* (Weber) Kladiwa et Fittkau

Opuntia cantabrigiensis Lynch

Opuntia imbricata (Haw.) DC. var. *imbricata*

Opuntia lindheimeri Engelm.

Opuntia rastrera Weber

Opuntia schottii Engelm. var. *schottii*

Opuntia stenopetala Engelm. var. *stenopetala*

Opuntia tunicata (Lehm.) Link et Otto

Thelocactus rinconensis (Poselger) Britton et Rose var. *nidulans* (Quehl) Glass et Foster

CAPPARACEAE

Koeberlinia spinosa Zucc. (G 286)

CHENOPODIACEAE

Chenopodium album L. (G 374)

Kochia scoparia (L.) Schrad.

Salsola tragus L.

COMMELINACEAE

Aneilema karwinskiana (Roem. et Schult.) Wood. (G 155)

Aneilema linearis (Benth.) Rohw. (G 371)

Commelina dianthifolia Delile (G 495)

Commelina erecta L. var. *angustifolia* (Michx.) Fern. (G 516)

CONVOLVULACEAE

Convolvulus arvensis L. (G 278)

Dichondra argentea H. et B. ex. Willd. (G 378)

Dichondra brachypoda Woot. et Standl.

Evolvulus alsinoides L. var. *hirticaulis* Torr. (G 342)

Ipomea purpurea (L.) Roth. (E 1168)

Ipomoea hederifolia L. (G 481)

CRASSULACEAE

Villadia aristata Clausen (G 372)

CUPRESSACEAE

Juniperus erythrocarpa Cory

Juniperus flaccida Schlecht. var. *flaccida* (G 455)

CYPERACEAE

Carex schiedeana Kunze (G 477)

Cyperus esculentus L. (G 377)

EPHEDRACEAE

Ephedra compacta Rose

ERICACEAE

Arbutus xalapensis Kunth (E 1272)

Arctostaphylos pungens Kunth (E 1268)

EUPHORBIACEAE

Acalypha lindheimeri Muell. Arg. (G 296)

Acalypha monostachya Cav. (G 389)

Argythamnia humilis (Engelm. et A. Gray) Muell. Arg.

Croton dioicus Cav. (V 565)

Euphorbia graminea Jacq. (G 486)

Euphorbia prostrata Ait.

Euphorbia villifera Scheele (G 527)

Jatropha dioica Cerv. var. *graminea* McVaugh

Phyllanthus polygonoides Spreng. (G 328)

Ricinus communis L. (G 300)

FABACEAE

Acacia berlandieri Benth. (G 526)

Acacia farnesiana (L.) Willd.

Acacia roemeriana Scheele
Astragalus emoryanus (Rydb.) Cory. (G 223)
Astragalus sanguineus Rydb. (G 528)
Calliandra conferta A. Gray (G 524)
Cercis canadensis L. var. *mexicana* (Rose) Hopk. (G 507)
Cologania angustifolia Kunth (M 3600)
Dalea aurea Nutt. (G 317)
Dalea bicolor Willd. (E 1810)
Dalea eriophylla S. Watson var. *eriophylla* (A s.n.)
Dalea greggii A. Gray (G 522)
Dalea radicans S. Watson (H 20226)
Desmodium grahamii A. Gray (G 626)
Eysenhardtia polystachya (Ort.) Sarg. (G 279)
Mimosa biuncifera Benth. (G 457)
Mimosa zygophylla A. Gray
Prosopis glandulosa Torr. var. *glandulosa*
Schrankia subinermis S. Watson

FAGACEAE

Quercus intricata Trel.
Quercus laceyi Small (G 599)
Quercus mexicana Humb. et Bonpl. (G 150)
Quercus saltillensis Trel. (E 687)
Quercus striatula Trel. (G 533)

FOUQUIERIACEAE

Fouquieria splendens Engelm. in Wislz. ssp. *splendens* (G 545)

GARRYACEAE

Garrya ovata Benth. ssp. *ovata* (E 1260)

GERANIACEAE

Geranium crenatifolium Moore (E 488)

GROSSULARIACEAE

Ribes affine Kunth (G 254)

LAMIACEAE

Hedeoma costatum A. Gray (G 264)

Poliomintha longiflora A. Gray var. *longiflora* (G 347)

Salvia ballotaeflora Benth.

Salvia coulteri Fern.

Salvia glechomifolia Kunth (G 482)

Salvia grahamii Benth. (G 479)

Salvia greggii A. Gray (G 235)

Salvia reflexa Hornem. (G 510)

Salvia regla Cav. (G 609)

Salvia roemeriana Scheele (G 346)

Salvia tiliifolia Vahl (G 323)

Scutellaria potosina Brandegees (E 1912)

LILIACEAE

Allium kunthii G. Don (G 380)

Asphodelus fistulosus L. (G 123)

Zephyranthes brevipes (Baker) Standl. (G 255)

LINACEAE

Linum schiedeanum Schlecht. et Cham. (G 321)

LOASACEAE

Mentzelia incisa Urban et Gilg (G 480)

LYTHRACEAE

Cuphea eaquipetala Cav. (G 318)

MALVACEAE

Sida abutilifolia Mill. (G 285)

Sida spinosa L. (G 297)

Sphaeralcea angustifolia (Cav.) G. Don

NYCTAGINACEAE

Cyphomeris crassifolia (Standl.) Standl. (G 289)

Mirabilis linearis (Pursh) Heimerl (G 383)

Mirabilis oblongifolia (A. Gray) Heimerl (V 1724)

OLEACEAE

Fraxinus cuspidata Torr. (G 506)

Fraxinus greggii A. Gray. var. *greggii*

Menodora scabra A. Gray (G 290)

ONAGRACEAE

Gaura coccinea Pursh

Oenothera kunthiana (Spach) Munz (G 259)

Oenothera texanensis Raven & Parnell (G 260)

ORCHIDACEAE

Dichromanthus cinnabarinus (LaLlave et Lex.) Garay (D 1195)

Malaxis brachystachya (Reichb.) Kuntze (D 1387)

Malaxis soulei L. O. Wms. (D 458)

OROBANCHACEAE

Orobanche ludoviciana Nutt. var. *ludoviciana* (G 384)

PHYTOLACCACEAE

Phytolacca octandra L. (G 523)

PINACEAE

Pinus cembroides Zucc.

Pinus pinceana Gordon

PIPERACEAE

Peperomia campylotropa Hill (G 605)

PLANTAGINACEAE

Plantago hookeriana Fish. et Meyr

POACEAE

Achnatherum eminens (Cav.) Barkworth (G 309)

Achnatherum robusta (Vasey) Barkworth (G 357)

Andropogon spadiceus Swallen (G 604)

Aristida adscensionis L. (G 392)

Aristida eludens Allred & Valdés-Reyna (G 615, VR 2254)

Aristida gypsophylla Beetle (G 353)

Aristida pansa Woot. et Standl. var. *pansa* (G 352)

Aristida purpurea Nutt. var. *purpurea* (G 405)

Bothriochloa barbinodis (Lag.) Herter (G 304)

Bothriochloa laguroides (DC.) Herter var. *laguroides* (G 305)

Bouteloua curtispindula (Michx.) Torr. (G 307)

Bouteloua dactyloides (Nutt.) Columbus

Bouteloua gracilis (Kunth) Griffiths (G 394)

Bouteloua hirsuta Lag. (G 303)

Bouteloua uniflora Vasey var. *coahuilensis* Gould et Kapadia (G 403)

Cenchrus ciliaris L. (G 399)

Cenchrus incertus M. A. Curtis (G 302)

Cynodon dactylon (L.) Pers. (G 398)

Elymus elymoides (Raf.) Swezey (G 406)

Enneapogon desvauxii Beauv. (G 402)

Eragrostis intermedia Hitchc. (G 310, VR 3063)

Eragrostis palmeri S. Watson (G 393)

Erioneuron avenaceum (Kunth) Tateoka (G 306)

Erioneuron nealleyi (Vasey) Tateoka (G 314)

Hilaria swallenii Cory (G 333)

Leptochloa dubia (Kunth) Nees (G 407, VR 3065)

Lycurus phleoides Kunth (G 308, VR 3067)

Metcalfia mexicana (Scribn.) Conert (G 360, VR 3070)

Muhlenbergia dubia Hemsl. (G 478)

Muhlenbergia emersleyi Vasey (G 350)

Muhlenbergia rigens (Benth.) Hitchc. (G 351, VR 3068)

Muhlenbergia setifolia Vasey (G 349, VR 3073)

Muhlenbergia tenuifolia (Kunth) Kunth (G 400, VR 3072)

Nassella tenuissima (Trinius) Barkworth (G 332)

Panicum hallii Vasey

Paspalum setaceum Michx. var. *ciliatifolium* (Michx.) Vasey (G 614)

Piptochaetium fimbriatum (Kunth) Hitchc. (G 500)

Schizachyrium sanguineum (Retz.) Alst. (G 354)

Setaria leucopila (Scribn. et Merr.) Schum. (G 301)

Setaria parviflora (Fourn.) Kerg. (G 167)

Sorghastrum brunneum Swallen (G 475)

Tridens muticus (Torr.) Nash var. *muticus* (G 361)

Zuloagaea bulbosa (Kunth) Bess (G 471)

POLEMONIACEAE

Gilia rigidula Benth. var. *acerosa* A. Gray (G 299)

Gilia stewartii I. M. Johnst. (G 484)

Loeselia coerulea (Cav.) G. Don (V 538)

Loeselia greggii S. Watson (G 281)

POLYGALACEAE

Polygala barbeyana Chodat

POLYGONACEAE

Eriogonum atrorubens Engelm. var. *auritulum* Hess et Reveal (G 247)

Eriogonum ciliatum Torr. (G 390)

Eriogonum greggii Torr. et A. Gray (G 298)

Polygonum aviculare L. (G 381)

PORTULACACEAE

Talinum aurantiacum Engelm. (G 370)

PTERIDACEAE

Argyrochosma microphylla (Tryon) Windham (G 114)

Astrolepis cochisensis (Goodd.) Benham et Windham (E 615)

Cheilanthes alabamensis (Buckley) Kunze (G 116)

Cheilanthes eatonii Baker ex Hook. et Baker (G 163, VR 1411)

Notholaena aschenborniana Klotz (G 124)

Pellaea intermedia Mett. ex Kuhn (A s.n.)

RANUNCULACEAE

Clematis drummondii Torr. et A. Gray (G 514)

RHAMNACEAE

Condalia spathulata A. Gray

ROSACEAE

Amelanchier denticulata (Kunth) Koch (E 1157)

Cercocarpus fothergilloides Kunth var. *mojadensis* (E 1257)

Cercocarpus montanus Raf. (M 3587)

Lindleya mespiloides Kunth (G 257)

Prunus serotina Ehrh. (G 508)

Purshia plicata (D. Don) Henrickson (E 1156)

Vauquelinia corymbosa H. et B. ssp. *Saltilloensis* Hess et Henrickson (M 3552)

RUBIACEAE

Bouvardia ternifolia (Cav.) Schlecht. (E 1341)

Crusea diversifolia (Kunth) Anderson (G 512)

Hedyotis acerosa A. Gray (G 312)

Hedyotis nigricans (Lam.) Fosb. (G 145)

Relbunium microphyllum Hemsl. (M 3592)

RUTACEAE

Ptelea trifoliata L. ssp. *coahuilensis* (Greene) Bailey (G 118)

Thamnosma texana (A. Gray) Torr.

SAPINDACEAE

Ungnadia speciosa Endl. (G 472)

SAPOTACEAE

Bumelia lanuginosa (Michx.) Pers. var. *rigida* A. Gray (G 133)

SCROPHULARIACEAE

Castilleja tenuiflora Benth. (M 2941)

Maurandya antirrhiniflora Willd. (G 295)

Mecardonia vandellioides (Kunth) Pennell (G 382)

Penstemon lanceolatus Benth. (V 886)

SOLANACEAE

Nicotiana glauca Grah.

Physalis viscosa L. (G 322)

Solanum elaeagnifolium Cav.

Solanum rostratum Dunal (G 385)

Solanum verrucosum Schlecht. (E 1468)

ULMACEAE

Celtis laevigata Willd.

VERBENACEAE

Verbena bipinnatifida Nutt. (G 283)

Verbena canescens Kunth (V 563)

Verbena neomexicana (A. Gray) Small (G 284)

VISCACEAE

Phoradendron tomentosum (DC.) Engelm. (G 504)

ZYGOPHYLLACEAE

Kallstroemia hirsutissima Vail (G 386)

Larrea tridentata (DC.) Cav.

Apéndice 2. Ubicación geográfica y Características Ecológicas de los 23 sitios de muestreo en el Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.

SITIO	Y	X	ALTITUD (m)	ESPOSICIÓN	PENDIENTE %
1	25.36608	-100.96919	1917	NORESTE	30
2	25.36741	-100.95953	1979	NORTE	25
3	25.3767	-100.95964	1821	NORTE	25
4	25.37606	-100.97813	1822	NORESTE	8
5	25.34401	-101.00778	1874	NORTE	30
6	25.34611	-101.0026	1857	NOROESTE	28
7	25.33404	-100.99154	1945	NOROESTE	30
8	25.33818	-100.98583	1944	SUROESTE	30
9	25.38273	-100.94867	1812	NOROESTE	8
10	25.38286	-100.943	1811	NOROESTE	7
11	25.37386	-100.97512	1814	NOROESTE	8
12	25.3846	-100.94538	1809	NOROESTE	8
13	25.36344	-100.94185	2057	NORESTE	30
14	25.35771	-100.98207	2022	NOROESTE	45
15	25.3611	-100.98489	1912	NORTE	30
16	25.35435	-100.9986	1860	NOROESTE	24
17	25.36222	-100.93573	2094	NORESTE	35
18	25.36717	-100.97111	1901	NOROESTE	25
19	25.36723	-100.96449	1921	NOROESTE	15
20	25.35048	-100.9992	1895	NOROESTE	30
21	25.37554	-100.97286	1818	NOROESTE	20
22	25.38207	-100.95718	1770	NOROESTE	8
23	25.37773	-100.95572	1808	NOROESTE	15

Apéndice 3. Datos ecológicos de clima, temperatura, precipitación, tipo de suelo de los 23 sitios de muestreo en el Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.

SITIO	CLIMA	TEMPERATURA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm/año)	TIPO DE SUELO
1	BSohw	16	450	Rendzina
2	BSohw	16	450	Rendzina
3	BSohw	16	450	Rendzina
4	BSohw	16	450	Rendzina
5	BSohw	16	450	Rendzina
6	BSohw	16	450	Rendzina
7	BS1kw	12	450	Litosol
8	BS1kw	12	550	Litosol
9	BSohw	16	450	Rendzina
10	BSohw	16	450	Rendzina
11	BSohw	16	450	Rendzina
12	BSohw	16	450	Rendzina
13	BS1kw	12	450	Litosol
14	BSohw	16	450	Litosol
15	BSohw	16	450	Rendzina
16	BSohw	16	450	Rendzina
17	BS1kw	12	550	Litosol
18	BSohw	16	450	Rendzina
19	BSohw	16	450	Rendzina
20	BSohw	16	450	Rendzina
21	BSohw	16	450	Rendzina
22	BSohw	16	450	Xerosol haplico
23	BSohw	16	450	Rendzina

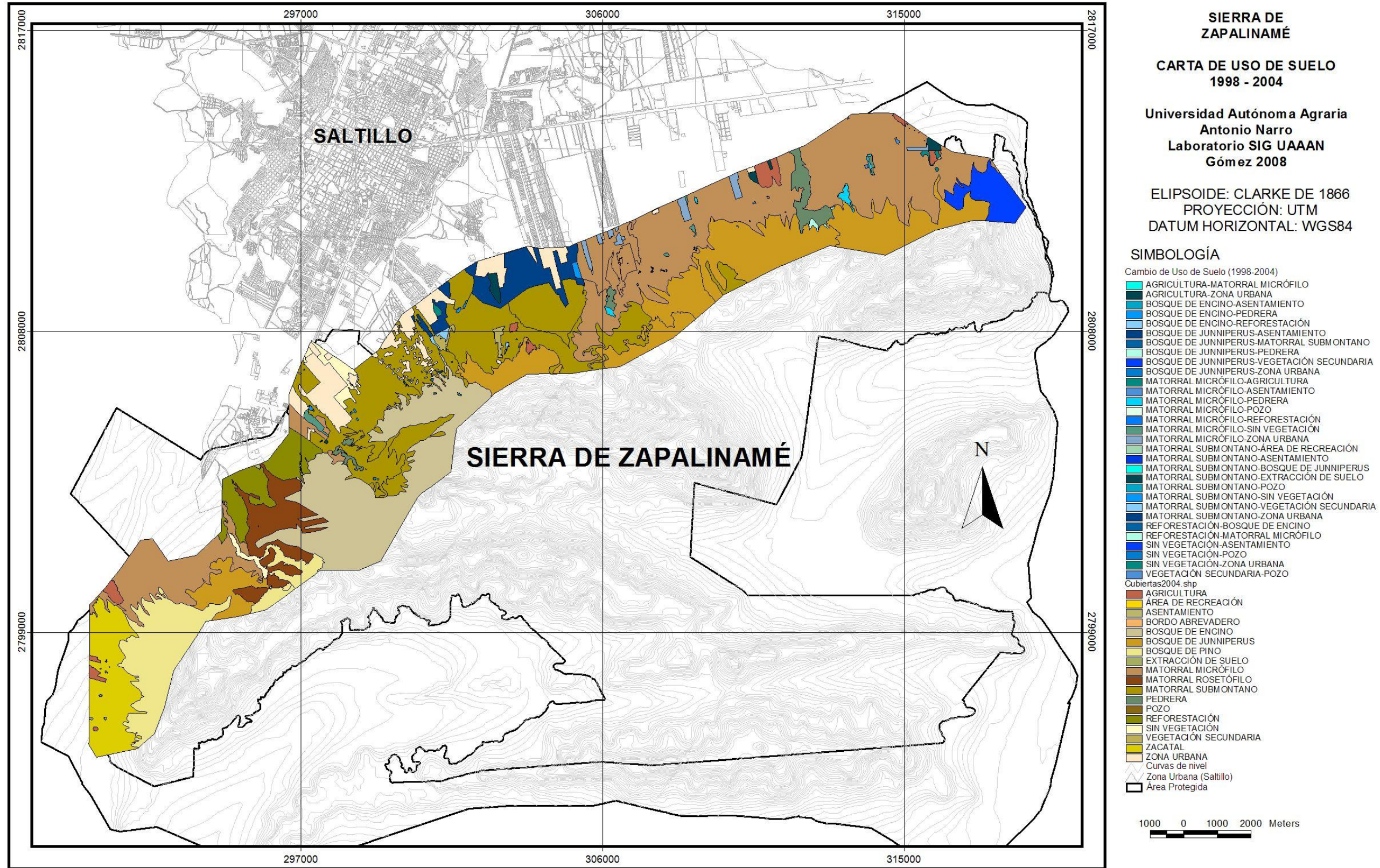
Apéndice 4. Características físicas de los suelos en los sitios de muestreo en el Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.

SITIO	Arena %	Limo %	Arcilla %	CLASE TEXTURAL	PROF. DE SUELO (cm)	PEDREGOSIDAD %	CLASIF. AGRON.
1	74	10	16	MIGAJON ARENOSO	1	90	MUY PEDREGOSO
2	42	22	36	MIGAJON ARCILLOSO	2	95	EXCESIVAMENTE PEDREGOSO
3	44	30	26	MIGAJON	1	90	MUY PEDREGOSO
4					16	70	MUY PEDREGOSO
5	50	38	16	ARCILLA ARENOSO	3	90	MUY PEDREGOSO
6	60	24	20	MIGAJON ARENOSO	2	85	MUY PEDREGOSO
7	48	26	26	MIGAJON ARCILLOSO	2	65	MUY PEDREGOSO
8					2	85	MUY PEDREGOSO
9					5	80	MUY PEDREGOSO
10					11	40	MUY PEDREGOSO
11	48	22	30	MIGAJON ARCILLOSO ARENOSO	2	70	MUY PEDREGOSO
12					10	90	MUY PEDREGOSO
13	44	40	16	ARCILLA	21	95	EXCESIVAMENTE PEDREGOSO
14	50	34	12	MIGAJON ARENOSO	2	40	MUY PEDREGOSO
15	56	8	36	MIGAJON ARCILLOSO ARENOSO	1	50	MUY PEDREGOSO
16					2	65	MUY PEDREGOSO
17					1	70	MUY PEDREGOSO
18					2	85	MUY PEDREGOSO
19	56	40	16	MIGAJON ARENOSO	1	85	MUY PEDREGOSO
20					2	90	MUY PEDREGOSO
21					1	80	MUY PEDREGOSO
22					15	75	MUY PEDREGOSO
23					12	85	MUY PEDREGOSO

Apéndice 5. Características químicas de los suelos en 11 sitios de muestreo del Matorral Submontano de Rosáceas de la Sierra de Zapalinamé.

SITIO	PH	CLASIFICACIÓN AGRONÓMICA	MATERIA ORGÁNICA %	CLASIFICACIÓN AGRONÓMICA	N TOTA %	CLAS. AGR.	P ₂ O ₅ ppm	CLAS. AGR.	K ppm	CLAS. AGR.
1	7.6	Alcalinidad Media	8.9	Extremadamente Rico	0.45	Rico	16.8	Pobre	360	Rico
2	7.9	Alcalinidad Media	5.8	Extremadamente Rico	0.29	Rico	8.7	Extremadamente pobre	220	Medianamente Rico
3	8	Alcalinidad Media	0.95	Medianamente Pobre	0.04	Extremadamente pobre	16.8	Pobre	230	Medianamente Rico
5	7.8	Alcalinidad Media	8.9	Extremadamente Rico	0.45	Rico	19.4	Medianamente Pobre	170	Mediano
6	7.8	Alcalinidad Media	8.3	Extremadamente Rico	0.41	Rico	16.2	Pobre	180	Mediano
7	7.8	Alcalinidad Media	5.1	Extremadamente Rico	0.25	Rico	27.1	Mediano	210	Medianamente Rico
11	7.8	Alcalinidad Media	4.6	Extremadamente Rico	0.23	Medianamente Rico	17	Medianamente Pobre	270	Medianamente Rico
13	7.9	Alcalinidad Media	5	Extremadamente Rico	0.25	Rico	21.6	Medianamente Pobre	270	Medianamente Rico
14	7.7	Alcalinidad Media	7.2	Extremadamente Rico	0.36	Rico	23.2	Medianamente Pobre	290	Medianamente Rico
15	7.4	Alcalinidad Media	5.7	Extremadamente Rico	0.28	Rico	23.2	Medianamente Pobre	320	Medianamente Rico
19	7.8	Alcalinidad Media	6.2	Extremadamente Rico	0.3	Rico	20	Medianamente Pobre	250	Medianamente Rico

Apéndice 6. Carta de uso de suelo del Matorral Submontano de Rosáceas del periodo del 1998 al 2004.



Apéndice 7. Carta de uso de suelo del Matorral Submontano de Rosáceas del periodo del 2004 al 2008.

