

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
UNIDAD DURANGO**

**COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN DE LA SIERRA EL
REGISTRO, DURANGO**

T E S I S

**Que para Obtener el Grado de Maestro en Ciencias en
Gestión Ambiental**

P R E S E N T A :

JUAN FRANCISCO MACIEL NÁJERA

DIRECTORES:

Dra. MARÍA DEL SOCORRO GONZÁLEZ ELIZONDO

Dra. MARTHA GONZÁLEZ ELIZONDO



DURANGO, DGO. SEPTIEMBRE DE 2010



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Durango, Dgo. siendo las 16:00 horas del día 24 del mes de Agosto del 2010 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIIDIR-IPN DGO para examinar la tesis titulada:

"Composición y estructura de la vegetación de la Sierra El Registro, Durango."

Presentada por el alumno:

MACIEL

NÁJERA

JUAN FRANCISCO

Apellido paterno

Apellido materno

Nombre(s)

Con registro:

B	0	8	1	3	6	3
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

DRA. MARÍA DEL SOCORRO GONZÁLEZ ELIZONDO

DRA. MARTHA GONZÁLEZ ELIZONDO

DRA. YOLANDA HERRERA ARRIETA

DR. MARCO ANTONIO MARQUEZ LINARES

M. EN C. IRMA LORENA LÓPEZ ENRIQUEZ

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

DR. JOSÉ BERNARDO PROAL NAJERA

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL

CIIDIR-IPN DURANGO





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS Y DESIGNACIÓN DE DIRECTORES DE TESIS

México, D.F. a 28 de Agosto del 2009

El Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIIDIR Durango en su sesión Ordinaria No. 5 celebrada el día 12 del mes de Mayo conoció la solicitud presentada por el(la) alumno(a):

MACIEL	NÁJERA	JUAN FRANCISCO							
Apellido paterno	Apellido materno	Nombre (s)							
		Con registro: <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>B</td><td>0</td><td>8</td><td>1</td><td>3</td><td>6</td><td>3</td></tr></table>	B	0	8	1	3	6	3
B	0	8	1	3	6	3			

Aspirante de: Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental

1.- Se designa al aspirante el tema de tesis titulado:
"Composición y estructura de la vegetación de la Sierra El Registro, Durango."

De manera general el tema abarcará los siguientes aspectos:

2.- Se designan como Directores de Tesis a los Profesores:
Dra. María del Socorro González Elizondo y Dra. Martha González Elizondo

3.- El trabajo de investigación base para el desarrollo de la tesis será elaborado por el alumno en:
CIIDIR-IPN Unidad Durango
que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios.

4.- El interesado deberá asistir a los seminarios desarrollados en el área de adscripción del trabajo desde la fecha en que se suscribe la presente hasta la aceptación de la tesis por la Comisión Revisora correspondiente:

Directores de Tesis

S. González
Dra. María del Socorro González Elizondo

Aspirante

Juan Francisco Maciel Nájera
Juan Francisco Maciel Nájera

Martha González Elizondo
Dra. Martha González Elizondo

Presidente del Colegio

Dr. José Bernardo Proaño Nájera
Dr. José Bernardo Proaño Nájera

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
C.I.I.D.I.R.
UNIDAD DURANGO
I.P.N.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de **DURANGO, DGO.**, el día **20** del mes **AGOSTO** del año **2010**, el (la) que suscribe **JUAN FRANCISCO MACIEL NÁJERA** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL** con número de registro **B081363**, adscrito a **CIIDIR IPN UNIDAD DURANGO**, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la **DRA. MARÍA DEL SOCORRO GONZÁLEZ ELIZONDO** y la **DRA. MARTHA GONZÁLEZ ELIZONDO** y cede los derechos del trabajo intitulado **“COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN DE LA SIERRA EL REGISTRO, DURANGO”**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección otiuqap_maftal@hotmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

JUAN FRANCISCO MACIEL NÁJERA

Nombre y firma

EL PRESENTE ESTUDIO SE LLEVÓ A CABO EN EL CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, UNIDAD DURANGO, BAJO LA DIRECCIÓN DE LA Dra. MARÍA DEL SOCORRO GONZÁLEZ ELIZONDO Y LA Dra. MARTHA GONZÁLEZ ELIZONDO.

DEDICATORIA

A mis amados padres:

Bertha y Julián por el cariño que me brindan.

A mis hermanos:

Patty, Nena, Manuel y Gil por creer en mí.

A mi hermana Gris:

*Por ser siempre el pilar fundamental en la
construcción de muchas de mis metas.*

A la Dra. Socorro González:

Por el gran apoyo que siempre me ha brindado.

A mi querida Rosa Ileana:

Por el gran amor que me brindas.

ÍNDICE

GLOSARIO	I
RELACIÓN DE FIGURAS	III
RELACIÓN DE CUADROS	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
INTRODUCCIÓN	1
I. ANTECEDENTES	3
1.1. Factores que influyen en la composición de la vegetación	3
1.2. Estructura de la vegetación	4
1.3. Estudios generales de vegetación en la región de estudio	5
1.4. Antecedentes bioclimatológicos	6
1.4.1. Generales	6
1.4.2. Estudios bioclimáticos generales en México	11
II. JUSTIFICACIÓN	12
III. OBJETIVOS	12
3.1. Objetivo General	12
3.2. Objetivos particulares	12
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1. Descripción del área de estudio	13
4.1.1. Localización	13

4.1.2. Fisiografía	14
4.1.3. Topoformas	15
4.1.4. Geología	16
4.1.5. Edafología	18
4.1.6. Hidrología	21
4.1.7. Clima	23
4.1.8. Vegetación	23
4.2. Metodología	25
4.2.1. Muestreo de la vegetación	25
4.2.2. Colecta e identificación del material botánico	27
4.2.3. Estimación de los parámetros de vegetación	27
4.2.4. Índice de diversidad y similitud entre comunidades	28
4.2.5. Bioclimatología	29
V. RESULTADOS	33
5.1. Composición y estructura de la vegetación	33
5.1.1. Bosque bajo abierto	35
5.1.1.1. Bosque de encino	36
5.1.1.2. Bosque mixto	38
5.1.2. Matorral xerófilo	43
5.1.3. Matorral Caducifolio	45

5.1.4. Vegetación secundaria	47
5.2. Índice de Diversidad	49
5.3. Similitud entre comunidades	50
5.4. Análisis bioclimático	52
5.4.1. Piso Termotropical	55
5.4.2. Piso Mesotropical	56
VI. DISCUSIÓN	65
VII. CONCLUSIONES	71
VIII. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS	74
LITERATURA CITADA	76
AGRADECIMIENTOS	83
ANEXO 1. Catalogo de plantas vasculares registradas, colectadas y ocurrentes dentro del área de la sierra El Registro, Durango.	84
ANEXO 2. Composición y estructura de las comunidades vegetales de la sierra El Registro, Durango.	96
ANEXO 3. Diagramas, índices y diagnosis bioclimática de la Sierra El Registro, Durango.	103

GLOSARIO

Biocenosis. Relación o asociación que se da entre los organismos de cualquier especie que coexisten en un espacio en común, restringido y delimitado que ofrece las condiciones necesarias para su supervivencia.

Biogeocenosis. Agregado de componentes naturales (atmosfera, rocas, plantas, animales) en un área particular de tierra o agua. Se caracteriza por las relaciones específicas entre sus componentes.

Bioclimatología. Ciencia ecológica que estudia las relaciones entre el clima y las especies que viven en la tierra. El objetivo consiste en determinar la relación entre determinados valores numéricos de la temperatura y precipitación y las áreas de distribución geográfica de las plantas individuales así como por comunidades.

Catena. Conjunto de comunidades vegetales contiguas ordenadas por algún factor de cambio ecológico (temperatura, topografía, humedad, etc.). Es la representación de un fenómeno de zonación en el paisaje.

Cliserie. Sustitución de una comunidad de plantas por otra debido a un cambio de las condiciones de clima. Se puede producir en un mismo lugar a lo largo del tiempo o por los cambios que introduce el clima por la altitud de la montaña.

Fitogeografía. Rama de la biogeografía responsable del estudio, distribución, adaptación y asociación de las plantas de acuerdo a su localización geográfica y evolución. Abarca conocimientos relacionados a la taxonomía, climatología, ecología y morfología, además de la fitosociología para considerar cual es la interferencia del medio en las formaciones vegetales

Fitocenosis. Comunidad vegetal de una biocenosis, constituida por una o más poblaciones vegetales que comparten un área determinada en un momento dado y que constituyen una unidad homogénea de la cobertura vegetal.

Ombrotipo. Valores que expresan los cocientes entre las precipitaciones medias en milímetros y el sumatorio en grados centígrados de aquellos meses en que la temperatura media es superior a cero grados centígrados.

Termotipo. Son unidades que expresan sumatorios de temperaturas máximas, medias o mínimas mensuales o anuales. Por conveniencias de nivel global, derivadas de sus peculiaridades termoclimáticas y vegetacionales, se reconoce una secuencia altitudinal o latitudinal (termopisos) en cada uno de los macrobioclimas de la tierra.

RELACIÓN DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
1	Localización del área de estudio.	13
2	Vías de acceso de la Sierra El Registro, Durango.	14
3	Subprovincias fisiográficas de la Sierra El Registro, Durango.	15
4	Topoformas de la Sierra El Registro, Durango.	16
5	Geología de la Sierra El Registro, Durango.	18
6	Unidades de suelo de la Sierra El Registro, Durango.	20
7	Cuenca R. San Pedro, Durango.	21
8	Corrientes superficiales de la Sierra El Registro, Durango.	22
9	Clima de la Sierra El Registro, Durango.	23
10	Vegetación de la Sierra El Registro, Durango.	25
11	Parámetros estructurales de la vegetación de la Sierra El Registro, Durango.	35
12	Bosque de <i>Pinus cembroides-Quercus</i> spp.	36
13	Parámetros estructurales del bosque de encino.	37
14	Parámetros estructurales del bosque de encino-pino.	40
15	Parámetros estructurales del bosque de pino-encino.	42

16	Matorral Xerófilo	43
17	Parámetros estructurales del matorral xerófilo.	44
18	Matorral Caducifolio. <i>Ipomoea murucoides</i> , <i>Agave durangensis</i>	45
19	Parámetros estructurales del matorral caducifolio.	47
20	Matorral de <i>Dodonaea viscosa</i>	48
21	Parámetros estructurales de vegetación secundaria.	48
22	Dendrograma de clasificación jerárquica mostrando la semejanza entre sitios.	51
23	Catena de la vegetación potencial del territorio (Oriente – Poniente).	62
24	Catena de la vegetación potencial del territorio (Sur – Norte).	63
25	Perfil esquemático de la posición de los diferentes tipos de vegetación, en dirección Sur-Norte.	67
26	Perfil esquemático de la posición de los diferentes tipos de vegetación, en dirección Oeste-Este	70

RELACIÓN DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
1	Formato para la toma de datos de vegetación.	26
2	Localización geográfica y parámetros climáticos de seis estaciones meteorológicas cercanas a la Sierra El Registro, Durango.	31
3	Riqueza y diversidad de especies por comunidad.	49
4	Similitud entre tipos de vegetación.	50
5	Índices bioclimáticos de estaciones meteorológicas cercanas a la Sierra El Registro, Durango.	53
6	Pisos, horizontes, intervalos (It, Io) y rangos altitudinales de la Sierra El Registro, Durango.	54

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN DE LA SIERRA EL REGISTRO, DURANGO

RESUMEN

La Sierra El Registro se extiende como un ramal de la Sierra Madre Occidental cubriendo una superficie aproximada de 19,474.48 ha en el centro-sur del Estado de Durango. Se describe la composición y estructura de las principales comunidades vegetales, definiendo a éstas de acuerdo a sus dominantes fisonómicos. Los atributos de vegetación fueron utilizados para obtener el valor de importancia ecológica para las especies leñosas. Para el Bosque bajo abierto las especies más importantes son *Quercus arizonica*, *Q. eduardii* y *Pinus cembroides*; para el Matorral xerófilo *Prosopis laevigata*, *Acacia schaffneri* y *Opuntia durangensis*; dentro del Matorral subtropical destacan *Ipomoea murucoides* y *Tecoma stans*; mientras que dentro de la Vegetación secundaria *Dodonaea viscosa* es la de mayor importancia ecológica. Una escasa regeneración de plantas leñosas en las comunidades de bosque bajo abierto revela que la comunidad está siendo remplazada por especies más xéricas. Se realizó una diagnosis bioclimática del territorio basada en el análisis de seis estaciones meteorológicas estableciendo los diferentes pisos bioclimáticos a través de los cuales se distribuyen las principales comunidades vegetales: a) piso Termotropical, distribuido en las zonas bajas hacia el sureste de la sierra y representado por comunidades de *Bursera* spp.-*Prosopis laevigata* e *Ipomoea murucoides*-*Prosopis laevigata*; b) piso Mesotropical, que se distribuye en la mayor parte del área de estudio, donde se presentan comunidades de *Ipomoea murucoides*-*Acacia schaffneri*, *Acacia schaffneri*-*Prosopis laevigata*, *Quercus* spp.-*Pinus cembroides*, así como comunidades de vegetación azonal como *Dasyllirion durangense*. De la flora vascular del área resultó una lista florística de 317 especies comprendidas en 228 géneros y 66 familias, de las cuales las más diversas son Asteraceae, Poaceae, Fabaceae y Cactaceae.

Palabras clave: Durango, flora, composición, estructura, diagnosis, pisos bioclimáticos.

STRUCTURE AND FLORISTIC VEGETATION OF SIERRA EL REGISTRO, DURANGO

ABSTRACT

The Sierra El Registro extends as a branch of the Sierra Madre Occidental at the south-central part of the Mexican state of Durango, covering about 19,474.48 ha. The structure and floristic composition of the major communities are described according to their dominant physiognomic species. Vegetation attributes were used to obtain the importance value for trees and shrubs. For the oak-pine woodland the most important species are *Quercus arizonica*, *Q. eduardii* and *Pinus cembroides*; xerophytic scrubs of *Prosopis laevigata*, *Acacia schaffneri* and *Opuntia durangensis*; subtropical scrub of *Ipomoea murucoides*, *Acacia schaffneri* and *Tecoma stans*; and secondary vegetation in which *Dodonaea viscosa* has the major ecological value. A scarce regeneration of woody plants in the oak-pine woodland appears to indicate that the community is being replaced by more xeric species. A bioclimate diagnosis of the territory was made based in six meteorological stations. The bioclimatic zones recognized are: a) Termotropical, which is distributed in the lowlands to the southeast of the area, represented by communities of *Bursera* spp.-*Prosopis laevigata* and *Ipomoea murucoides*-*Prosopis laevigata*; b) Mesotropical, distributed on most of the study area, with communities of *Ipomoea murucoides*-*Acacia schaffneri*, *Acacia schaffneri*-*Prosopis laevigata*, *Quercus* spp.-*Pinus cembroides* and azonal vegetation as *Dasyllirion durangense* scrub. The vascular flora of the study area is documented in a floristic list of 317 species, 228 genera in 66 families, from which the most diverse are Asteraceae, Poaceae, Fabaceae and Cactaceae.

Key words: Durango, flora, composition, structure, diagnosis, bioclimatic zones.

INTRODUCCIÓN

Conocer la composición y la estructura de las comunidades vegetales, es un paso fundamental para la planeación estratégica en torno al óptimo aprovechamiento y su conservación, ya que cuando se tiene conocimiento de los procesos ecológicos y los factores que tienen incidencia sobre ellos, se puede construir un sistema de manejo sostenido (González-Elizondo, 1996).

La Sierra El Registro, en el estado de Durango, México, se extiende como un ramal de la Sierra Madre Occidental (SMO) con dirección norte-sur; actúa como una zona de transición entre el matorral xerófilo de la Altiplanicie mexicana, los bosques de encino de la SMO y los elementos de procedencia austral, por lo que presenta diferentes comunidades vegetales. Es una importante fuente de recursos naturales ya que a través de las diferentes unidades vegetales que la componen, se capta el agua de lluvia imprescindible para las labores agrícolas que se desarrollan a sus alrededores, además de contribuir con el abastecimiento del acuífero del Valle del Guadiana que abastece a la ciudad de Durango. La extracción de leña, de materiales de deposición aluvial, así como de algunas especies vegetales como *Agave durangensis* (maguey cenizo) son algunas de las actividades que degradan estos ecosistemas.

El presente trabajo se realizó con la finalidad de determinar la composición y la estructura de la vegetación de la zona sujeta a estudio; no se cuenta con información amplia acerca de su composición, sólo con registros de colectas de pastizales hacia el sur de la sierra y donde además se describe la localidad tipo de *Agave durangensis* (Gentry, 1957; 1982), así como con una descripción general de algunos elementos vegetales (Gonzalez-Elizondo, *et al.* 2007). Para determinar la composición, se identificaron las diferentes comunidades vegetales y se registraron las principales asociaciones vegetales. Con los parámetros relativos obtenidos (cobertura, frecuencia y densidad) se determinó el valor de importancia de las especies leñosas, así como la similitud entre comunidades. Los rangos estructurales

indican la escasa regeneración del bosque bajo abierto y la tendencia a la sustitución de éste, por elementos más xerófilos. Paralelamente se realizó una caracterización bioclimática de la zona empleando la propuesta de clasificación bioclimática de Rivas-Martínez (2008), que consiste en el establecimiento de pisos de vegetación los cuales se distribuyen en función a los rangos ombrotípicos y térmotípicos; para cada piso, se establecen las comunidades vegetales y su diagnóstico correspondiente.

En términos generales el conocimiento de la composición de la vegetación de esta serranía es una herramienta para el desarrollo de los planes de manejo indispensables para la conservación de este ecosistema. Con este trabajo se establecen las bases concernientes al conocimiento de la vegetación.

I. ANTECEDENTES

1.1. Factores que influyen en la composición de la vegetación

Los factores físicos y climáticos inciden directamente sobre la composición de la vegetación, la cual depende principalmente de la interrelación entre estos; por ejemplo, la distribución de la vegetación de una región es influenciada por la precipitación, humedad, suelo, topografía, entre otros factores, a lo largo de un gradiente altitudinal, de tal manera que se presentan notables diferencias entre bosques de tierra baja y bosques de tierra alta y conforme nos acercamos a los puntos extremos, se acentúan las diferencias (Louman, 2001).

Las condiciones ambientales y las geográficas inciden además en la ecología y dinámica de las especies que componen la vegetación. El clima es uno de los principales factores que influye en las condiciones de vida y al combinarse con las características físicas, determina la distribución de los ecosistemas y de los recursos naturales de una región o territorio. Por ejemplo, los suelos presentan condiciones favorables para algunas especies pero no para otras, de modo que la vegetación de una misma zona climática puede variar en base a este factor (Rzedowski, 2006; SEMARNAT, 2005).

En México, los factores que determinan la gran diversidad de climas, ecosistemas y especies, son la compleja topografía del país y su ubicación a ambos lados del trópico de cáncer, conjuntando en su territorio a las zonas biogeográficas neártica y neotropical. Los cordones montañosos más importantes influyen de manera decisiva en la humedad y también en la temperatura ya que retienen los vientos cargados de humedad provenientes del Golfo de México y del Océano Pacífico, lo que determina la presencia de zonas áridas en el norte, mientras que hacia el sur se recibe la influencia del clima tropical. Otros aspectos que influyen en la composición de la vegetación de un área son la historia geológica y los cambios climáticos, que a su

vez determinan la migración de floras y diversos procesos de cambio (Rzedowski, 2006).

En los procesos de cambio en la vegetación pueden diferenciarse dos componentes básicos: uno de tipo cíclico y otro sucesional; el primero se considera cuando en ciertos periodos de tiempo la vegetación transforma el entorno como parte de los cambios en la dinámica interna de la comunidad y se atribuyen principalmente a los factores climáticos (Miles, 1987, citado por Aguado *et al.* 1996); mientras que en el sucesional, se presenta una variabilidad del entorno (desorden) que permite la evolución de nuevas especies que pueden constituirse como elementos transformadores de dicho entorno, a través de una alteración significativa en la estructura y composición de la vegetación a través del tiempo. Uno de los principales agentes transformadores de los ecosistemas en las últimas décadas son las actividades humanas (Reyes *et al.* 2006), ya que desarrolladas en ecosistemas naturales pueden afectar directa e indirectamente la biodiversidad, el microclima y los procesos biológicos, influyendo en el paisaje regional y global. La influencia humana sobre la vegetación natural de México resulta altamente destructiva; este proceso de devastación se ha incrementado con la expansión de las fronteras agrícolas, la ganadería y en buena parte también la minería. De esta manera, nuevas comunidades vegetales (vegetación secundaria) se establecen a partir de la destrucción o alteración total o parcial de la vegetación primaria ya sea por causas antropogénicas o eventos naturales (sucesión secundaria), que pueden permanecer durante mucho tiempo si el factor de disturbio continúa (Rzedowski, *op. cit.*).

1.2. Estructura de la vegetación

Se entiende por estructura de la vegetación a la distribución espacial de las plantas (Barkman, 1979, citado por Cortés-S. 2003) y en ésta se distinguen tres componentes básicos: a) estructura vertical (estratificación en capas), estructura horizontal (distribución espacial de las poblaciones de especies e individuos a lo largo de un gradiente horizontal) y estructura cuantitativa (la abundancia de las

especies en la comunidad) (Kershaw, 1964, citado por Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Al llevar a cabo un análisis estructural se obtiene información en relación a cómo se compone la vegetación, el número de especies y sus formas biológicas y se puede determinar que ésta es influenciada por el medio físico y los factores climáticos. Actualmente el análisis de la estructura de la vegetación y los inventarios florísticos, son herramientas esenciales para dar el primer paso en el conocimiento integral del ecosistema a conservar (Flores, 2002).

1.3. Estudios generales de vegetación en la región de estudio

El estado de Durango muestra una gran variedad de rasgos topográficos que inciden en diferentes tipos de clima, los cuales definen características físicas y biológicas distintivas para cada región ecológica. En la entidad es posible localizar 14 tipos de vegetación, desde bosques tropicales hasta bosques templados y matorrales de zonas áridas, todos con una gran diversidad de especies (González Elizondo *et al.* 2007).

Las asociaciones de bosques de pino y pino-encino de la Sierra Madre Occidental fueron estudiadas por Maysilles (1959), mientras que la composición de las comunidades de pastizal fue descrita por Gentry (1957). El mismo Gentry (1982) realizó colectas en la sierra El Registro, de donde describe a *Agave durangensis*, de tal manera que el área de estudio representa la localidad tipo de esa especie. Para la reserva de la biosfera La Michilía, González-Elizondo *et al.* (1993), describen la estructura y composición florística de 13 unidades principales de vegetación, definiéndolas de acuerdo a sus dominantes fisonómicos. En el Parque El Tecuán, se realizó un inventario de la flora con la finalidad de caracterizar la zona y se analizó la estructura y composición de la vegetación para determinar sus tendencias sucesionales (González Elizondo *et al.* 1997).

Un análisis geomorfológico y de la vegetación de la microcuenca Santiago Bayacora (Unzueta, 1994), llevó al reconocimiento de cuatro unidades de vegetación, determinándose los factores físicos y climáticos que influyen en la distribución de las comunidades. Rivas (2004), analizó la estructura y el crecimiento de *Pinus lumholtzii* y determinó las asociaciones de vegetación en cuatro sitios de muestreo ubicados hacia el sureste del estado. En el Salto del Agua Llovida, perteneciente a la Sierra del Nayar, Maciel (2007) determina cuatro unidades de vegetación con diferentes asociaciones vegetales y concluye que el área es un importante almacén de recursos genéticos y biológicos, con altos valores escénicos y con gran potencial para la conservación.

Los cambios que están ocurriendo en la vegetación de la Sierra Madre Occidental, particularmente la sustitución de bosques de encino y pino por chaparrales secundarios, han sido registrados por Márquez-Linares *et al.* (2005) y González-Elizondo *et al.* (2007).

1.4. Antecedentes bioclimatológicos

1.4.1. Generales

El clima, junto con el suelo, constituye el principal factor medioambiental responsable de regular la distribución de la vegetación a nivel global. La influencia de las variables climáticas sobre las plantas y las comunidades constituye una de las interacciones ecológicas más antiguas percibidas por el hombre; los filósofos clásicos escribían acerca de la relación entre plantas de cultivo y ciertos tipos de clima. Los primeros intentos dirigidos a establecer las relaciones entre los elementos del clima y la distribución de las plantas se deben a Alexander von Humboldt (considerado como el padre de la fitogeografía) y al botánico francés Bonpland. A partir de las observaciones de campo realizadas en sus expediciones desarrollaron un marco teórico que permitió el establecimiento de los factores que regulan la distribución altitudinal y latitudinal de la vegetación en la Tierra (Peinado *et al.* 2008).

El pionero en abordar la clasificación climática de la tierra fue Köppen, ya que a inicios del siglo XX propone una clasificación empírica de las distintas zonas climáticas en el mundo, dada a conocer en 1918; toma en cuenta la precipitación, la temperatura y la media de los meses más cálidos y fríos fijando los límites de cada tipo climático en función a la distribución de la vegetación. Reconoce seis unidades bioclimáticas a las que caracterizó con letras mayúsculas que sirven como un sistema de ordenación geográfica: Tropical (A), Seco (B), Templado Lluvioso (C), Invierno frío (D), Polar (E) y de Alta Montaña (H). Sin embargo, a medida que el conocimiento sobre el medio aumenta se van considerando otros factores (Inzunza, 2005).

Thornthwaite (1931), mediante el concepto de evapotranspiración potencial, desarrolla una clasificación climática y la aplica a la descripción de las formaciones climax en función a lo establecido y descrito por Weaver y Clements, determinando la distribución de la vegetación en Norteamérica. Holdridge, entre 1947 y 1971 implementa una clasificación de gran aceptación en Iberoamérica y en otros territorios tropicales; basa su modelo en la biotemperatura, la precipitación media anual y una tasa de evapotranspiración resultado de la evapotranspiración potencial y la precipitación anual. Troll y Pfaffen en 1964, proponen una clasificación con enfoque a la estacionalidad de los ritmos climáticos, perfeccionando la clasificación de Köppen (Izco *et al.* 1997).

La historia de la bioclimatología es en buena parte la de las tentativas de sistematizar las complejas pautas de variación del clima. La definición y caracterización de un tipo de clima, es decir, de una unidad dentro de un sistema de clasificación, implica el reconocimiento de una porción de la superficie terrestre cuyos rasgos climáticos concuerdan con el modelo y en el que existen elementos florísticos y faunísticos, así como tipos de vegetación característicos y concordantes. El ajuste correspondiente entre el continente climático y el contenido biológico ha inspirado diversos sistemas de clasificación que obedecen a una concepción humboldtiana y utilizan la vegetación terrestre (interpretada a través de formaciones,

tipos fisionómico-estructurales o comunidades definidas por su composición florística), como contenido que da coherencia a la tipología bioclimática. Bajo estos modelos de clasificación del clima que se inspiran en la vegetación subyace una cierta concepción de las plantas como instrumentos meteorológicos. Así, conocidos los límites de una planta o conjunto de ellas respecto a una determinada variable climática, parece posible extrapolar su distribución a territorios en los que no se disponga de registros meteorológicos, en función de la presencia/ausencia de dichas plantas y/o comunidades vegetales. Como tal proceder tiene limitaciones, los sistemas de clasificación se basan en la vegetación zonal o climatófila, la cual representa aquella que más estrechamente está correlacionada con las principales variables climáticas (P, T y ETP), por desarrollarse en situaciones topográficas medias y sobre suelos normales (cuyo contenido hídrico depende directamente de las precipitaciones y no de factores topográficos). De forma excepcional las comunidades pueden aparecer en situaciones cuya topografía y suelos favorecen situaciones desviantes del macroclima general, constituyendo comunidades raras, higrófilas, rupícolas o saxícolas, cuya presencia está vinculada a factores ecológicos ajenos al macroclima regional. La consideración de la incidencia de las variables climáticas en los estudios sobre tipos de vegetación y su distribución ha permitido incorporar los postulados de la Climatología en la ciencia Geobotánica, dando como fruto a la Bioclimatología. Esta ciencia ecológica trata de poner de manifiesto las relaciones recíprocas entre la distribución de los seres vivos y el clima. Comenzó a estructurarse con base en la relación de los valores numéricos del clima, temperatura y precipitación principalmente, con las áreas de distribución de las plantas y las formaciones vegetales, para incorporar en las últimas décadas información de las biogeocenosis y conocimientos procedentes de la Fitosociología Dinámico-Catenal (Peinado et al., 2008).

De este modo, se han ido delimitando y ajustando, de forma progresiva, los espacios correspondientes a las unidades bioclimáticas (macrobioclimas, bioclimas, termotipos y ombrotipos). Los índices y modelos biofísicos se establecen y delimitan en función de la información suministrada por los bioindicadores (especies y

fitocenosis), y presentan una elevada reciprocidad y concordancia en el binomio clima-vegetación. Se diferencia esencialmente de la climatología en que la información, índices y unidades que utiliza están relacionados y delimitados por las especies y biocenosis; entre éstas, los vegetales y sus comunidades resultan los más adecuadas debido a su estatismo. La bioclimatología ha permitido diagnosticar mejor muchas comunidades y ecosistemas vegetales y, sobre todo, delimitar con precisión las principales discontinuidades vegetacionales que se observan a lo largo de las cliseries altitudinales (Rivas-Martínez, 1987, 2004, 2007; Rivas-Martínez *et al.*, 1999; Peinado, 2008).

Al correlacionar clima, vegetación y cliseries altitudinales se cumplen ciertos ritmos o cambios en función de las variaciones de temperatura y precipitación relacionadas con los cambios altitudinales, reconociéndose respectivamente los termotipos y los ombrotipos. Ello conlleva a la definición de piso bioclimático, entendido por cada uno de los tipos o espacios termo-ombroclimáticos que se suceden en un gradiente altitudinal o latitudinal, los cuales se relacionan con determinadas comunidades vegetales (Rivas-Martínez, 2007; Rivas-Martínez *et al.*, 1999).

En la clasificación bioclimática seguida aquí, las jerarquías tipológicas de expresión latitudinal se corresponden con los macrobioclimas, bioclimas y variantes bioclimáticas, en tanto que en su aspecto altitudinal son los pisos bioclimáticos. Los macrobioclimas, unidades tipológicas de mayor rango, están delimitados por determinados valores latitudinales, climáticos y vegetacionales, que poseen una amplia jurisdicción territorial y que están relacionados con los grandes tipos de climas y de biomas, así como con regiones biogeográficas de la Tierra. Para cada uno de los cinco macrobioclimas reconocidos en la propuesta Bioclimática Global de Rivas-Martínez: Tropical, Mediterráneo, Templado, Boreal y Polar, se distinguen por sus peculiaridades climáticas y de vegetación, unidades subordinadas que son los bioclimas, diferenciándose hasta 27. Para cada bioclima se han reconocido variaciones en los ritmos estacionales de la precipitación (variantes bioclimáticas) y en los valores térmicos y ómbricos (termotipos y ombrotipos). Los pisos bioclimáticos

se corresponden con cada uno de los tipos o grupos de medios que se suceden en una cliserie altitudinal o latitudinal. Se delimitan en función de los factores termoclimáticos (Índice de termicidad, Índice de termicidad compensado, Temperatura positiva) y ombroclimáticos (Índice ombrotérmico). Cada piso bioclimático posee unas determinadas formaciones y comunidades vegetales. Aunque el fenómeno de la zonación tiene jurisdicción universal y los valores umbrales ombroclimáticos (Io) son equivalentes, los termoclimáticos (It, Itc, Tp) son diferentes para los diferentes bioclimas (Rivas-Martínez, 2008)

A nivel mundial, dentro de cada macrobioclima se reconoce una secuencia altitudinal o latitudinal de termotipos (termopisos): Para el bioclima Tropical se reconocen siete termotipos: Infratropical, Termotropical, Mesotropical, Supratropical, Orotropical, Criorotropical y Gélido. Para el Mediterráneo se reconocen de igual manera los termotipos Inframediterráneo, Termomediterráneo, etc. Para el bioclima Templado tenemos Infratemplado, Termotemplado, Mesotemplado, etc; para el Boreal tenemos Termoboreal, Mesoboreal, Supraboreal, etc. y para el Polar únicamente están representados los termotipos Mesopolar, Suprapolar y Gélido. De igual manera los intervalos que delimitan los tipos ómbricos en los Bioclimas de la Tierra son los ombrotipos listados a continuación: Ultrahiperárido, Hiperárido, Árido, Semiárido, Seco, Subhúmedo, Húmedo, Hiperhúmedo y Ultrahiperhúmedo (Rivas-Martínez, 1997).

Para una concordancia más afinada con la vegetación, se requiere distinguir en los pisos bioclimáticos la mitad inferior y superior de sus respectivos intervalos térmicos y ómbricos, dando lugar al reconocimiento de los horizontes termotípicos y ombrotípicos. Independientemente de la tipificación empleada, los sistemas de clasificación climática son una herramienta fundamental para todas las ramas biológicas dedicadas al estudio de los seres vivos (Sánchez y Garduño, 2008).

1.4.2. Estudios bioclimáticos generales en México

Algunos trabajos que se han realizado con este enfoque en el país son los de Peinado *et al.* (1994) quienes, mediante fotointerpretación y técnicas fitosociológicas, describen cuatro pisos de vegetación de la sierra San Pedro Mártir en función a la vegetación dominante; Rivas-Martínez (1997) define las unidades de vegetación potencial de Norteamérica, incluyendo las de algunas regiones ecológicas del norte de México, empleando unidades bioclimáticas y biogeográficas; este mismo autor con otros colaboradores (Rivas-Martínez *et al.* 1999), llevan a cabo una diagnosis de los bosques templados en Norteamérica, para incorporarla a la clasificación bioclimática del mundo y diseñan mapas en los que establecen la vegetación potencial; Giménez *et al.* (1999) realizan un esbozo bioclimático del país; Peinado *et al.* (2006) llevan a cabo la determinación fitosociológica de las asociaciones de plantas más representativas del desierto de San Felipe, Baja California; Peinado *et al.* (2008) describen la vegetación zonal y azonal en función a su composición y fisionomía para dos macrobioclimas (Mediterráneo y Tropical) ubicados en la cuenca del Pacífico entre Sonora y Colima; Peinado *et al.* (2009) realizan el análisis de cuatro regiones biogeográficas: Boreal-Norteamericana, Rocosiana, Californiana y Xerofítico-Mexicana, determinando que las provincias florísticamente más diversas se encuentran en la región Californiana; finalmente, Macías (2009) estudia las relaciones entre la vegetación potencial a lo largo de la costa del Pacífico y los bioclimas.

Para la zona centro del país destacan los trabajos de corte fitosociológico y bioclimático llevados a cabo por Giménez *et al.* (2003) en la Sierra de Angangueo y de Almeida *et al.* (2004), en los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl; en ambos trabajos se establecieron las diferentes comunidades vegetales reconocidas y su encuadre bioclimático; finalmente los trabajos de González-Costilla (2006) y Giménez Azcárate y Costilla (2010) establecen las relaciones entre la vegetación y el bioclima en la Sierra de Catorce y territorios aledaños.

II. JUSTIFICACIÓN

El área de trabajo se localiza en un ramal de la Sierra Madre Occidental hacia el centro-sur del estado de Durango y al sureste de la ciudad de Durango, en una zona de captación de agua de lluvia que se utiliza en agricultura de sus alrededores y que contribuye con el abastecimiento del acuífero del Valle del Guadiana. El área comprende, además, la localidad tipo de *Agave durangensis* (maguey cenizo), la especie más aprovechada en la industria mezcalera del estado y ha estado sujeta a un alto impacto por actividades humanas. No se cuenta con información sobre la composición y la estructura de su cubierta vegetal. Con el presente estudio se contribuirá al conocimiento de las comunidades vegetales de una parte de la SMO, lo cual es fundamental para lograr el óptimo manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Determinar y analizar la composición y estructura de la vegetación de la Sierra El Registro, Durango.

3.2. Objetivos particulares

- a) Registrar las principales asociaciones vegetales del área de estudio.
- b) Registrar el grado de similitud entre las comunidades vegetales.
- c) Detectar la tendencia sucesional en la vegetación del área de estudio.
- d) Llevar a cabo una caracterización bioclimática del área de estudio.
- e) Aportar información que contribuya a sustentar un mejor manejo de la zona.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Descripción del área de estudio

4.1.1. Localización

La Sierra El Registro se ubica entre los 560732 E y los 2655685 N hacia el norte y los 559217 E y 2622375 N hacia el sur, en el centro-sur del Estado de Durango, a una distancia de 28 km aproximadamente al sureste de la ciudad de Durango. Tiene un área de 19,474.48 ha, donde se localizan parte de los municipios de Durango, Nombre de Dios y El Mezquital (Figura 1).

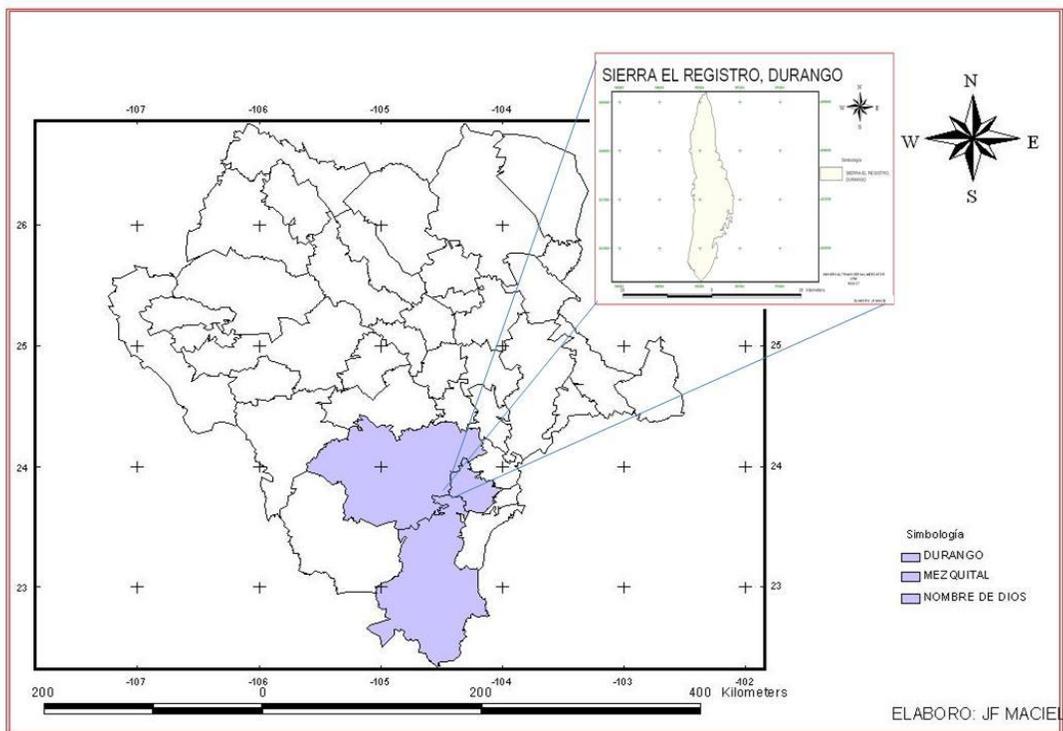


Figura 1. Localización del área de estudio.

Fuente: Conjunto de datos del marco geostatístico municipal, INEGI. Esc. 1: 250 000.

Cuenta con dos accesos principales, uno por la carretera estatal número 27 (Durango - El Mezquital) y el otro por la carretera federal número 45 (Durango - México), por medio de la cual se tiene acceso a las comunidades de Juan Aldama, Antonio Gaxiola y colonia Minerva, ubicadas al pie de la sierra (Figura 2.)

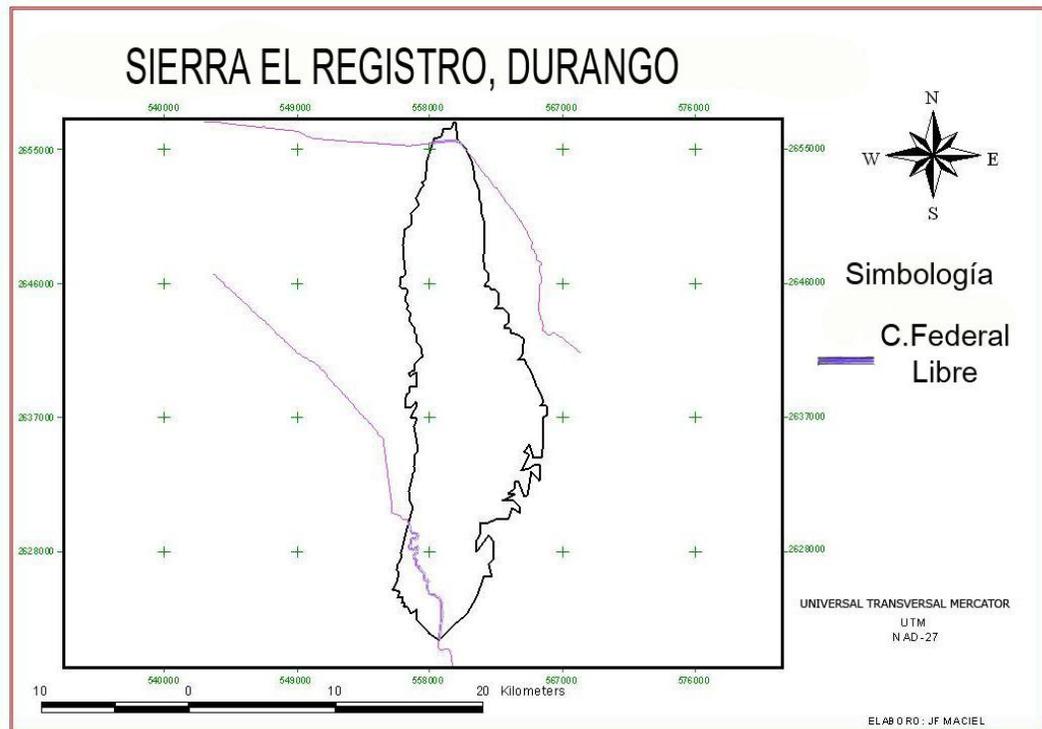


Figura 2. Vías de acceso de la Sierra El Registro, Durango.
Fuente: Conjunto de datos topográficos INEGI. Esc. 1: 250 000.

4.1.2. Fisiografía

La Sierra El Registro se localiza en la provincia fisiográfica denominada Sierra Madre Occidental, la cual representa el 71.3% de la superficie del estado, más específicamente en la subprovincia que comprenden las Sierras y Llanuras de Durango (Figura 3). Representa un ramal de la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental y comprende un sistema de topoformas muy variadas. Hacia el extremo sureste de la sierra, las formas topográficas se combinan y se incrementa la presencia de lomas con cañadas profundas representativas de la subprovincia conocida como Gran Meseta y Cañones Duranguenses, la cual cubre aproximadamente un 3.4% del municipio de Durango (INEGI, 2004).

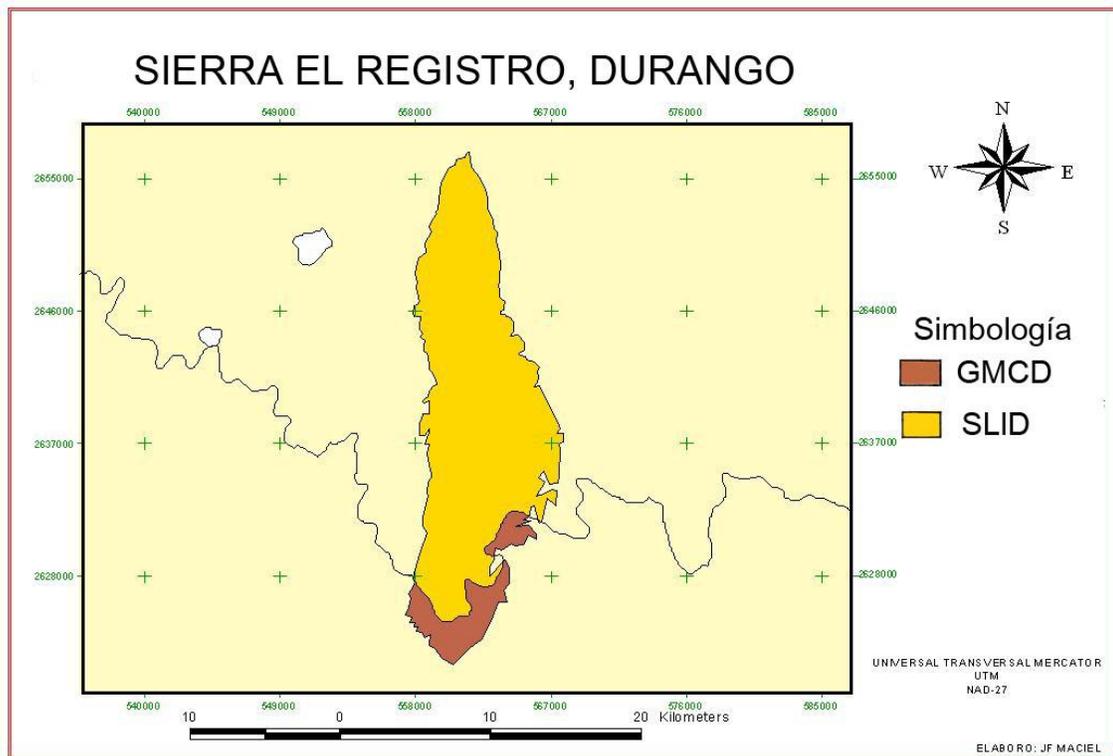


Figura 3: Subprovincias fisiográficas de la Sierra El Registro, Durango. GMCD: Gran Meseta y Cañones Duranguenses, SLID: Sierras y Llanuras de Durango.

Fuente: Conjunto de datos fisiográficos. INEGI escala 1: 250 000.

4.1.3. Topoformas

En la región se encuentran altitudes superiores a los 2600 m snm, por lo cual funciona como un parteaguas entre los municipios de Durango y Nombre de Dios; hacia el extremo norte de la sierra se localizan sitios de menor elevación los cuales oscilan alrededor de los 1850 m snm (INEGI, 1999), continuados con las llanuras del Valle del Guadiana (Figura 4).

Son representativos del área diferentes elevaciones que conforman la topografía de la sierra; hacia la zona centro, es notoria la prominencia de un cerro que sobrepasa ligeramente los 2600 m snm, así como el cerro El Picacho, el cual presenta una altitud de 2500 m snm; otra elevación importante es el cerro Alto, cuya cima se encuentra en la cota altitudinal correspondiente a los 2480 m snm. Hacia el este de la sierra las formaciones descienden en elevación y se extienden formando

pequeñas mesetas continuadas por valles, mientras que hacia el suroeste de la sierra se presenta una corriente topográfica más abrupta conformada por lomeríos que se interconectan con el cañón de El Mezquital (INEGI, 1999).

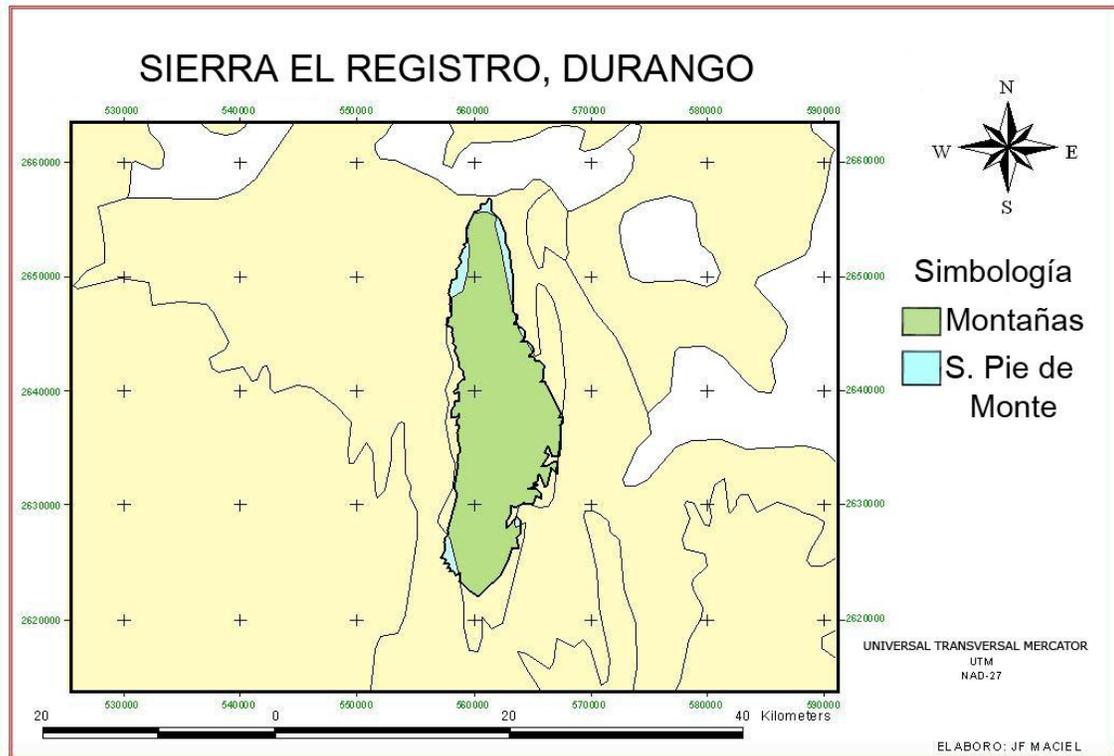


Figura 4: Topoformas de la Sierra El Registro, Durango.

Fuente: Conjunto de datos de sistemas de topoformas. INEGI escala 1: 250 000

4.1.4. Geología

La SMO está conformada por una superposición de rocas volcánicas piroclásticas. En lo que respecta a la Sierra El Registro, ésta presenta una secuencia de rocas de rango estratigráfico proveniente del Jurásico – Cretácico al reciente en el que la base la constituyen rocas metasedimentarias y metavolcánicas. En las partes altas de la sierra, la conformación de mesetas es el resultado de rocas extrusivas provenientes del Terciario Medio; frecuentemente la continuidad de dichas mesetas se ve afectada tanto por la presencia de fallas normales como por la acción erosiva de las corrientes que disectan el área (INEGI, 1988).

En la zona afloran rocas ígneas extrusivas constituidas por Riolita-Toba Ácida, las cuales cubren la mayor parte de la superficie y proceden del periodo geológico Terciario Superior Oligoceno-Mioceno; también es posible localizar roca sedimentaria y volcanosedimentaria a ambas caras de la sierra en menor proporción; hacia los piedemontes de la sierra se localizan suelos conglomerados del Terciario Superior (Figura 5). De acuerdo con la información estratigráfica de la zona proporcionada por INEGI (1988), la descripción de los diferentes tipos de roca es la siguiente:

Tom (Ta), Roca Ígnea Extrusiva (Toba Ácida)

Constituida por vidrio, cuarzo y fragmentos de feldespatos potásicos. Presenta color rosa con tonos rojos y morados, ocasionalmente colores verde y amarillo, de textura piroclástica. La unidad sobreyace discordante a las rocas metasedimentarias y metavolcanosedimentarias del Jurásico – Cretácico como andesitas y calizas del cretácico inferior provenientes de 34 a 27 millones de años, asignándose al Terciario en las edades Oligo – Mioceno.

Q (Cg), Roca Sedimentaria y Volcanosedimentaria (Conglomerado)

Pertenece al sistema cuaternario de la era del Cenozoico, es una unidad de gravas y guijarros asociados con arenas y limos depositados al pie de la sierra. Es masiva y no consistente, cubre una capa calichosa de 50 cm; longitudinalmente presenta selección en el tamaño de las partículas. Su origen está relacionado al intemperismo y erosión actual de los diversos tipos de roca preexistentes. Tiene una amplia distribución a lo largo del sistema formando depósitos aluviales y rellenando depresiones intermontanas.

Ts (Cg), Suelo del Terciario Superior del Plioceno y Mioceno (Conglomerado)

Proveniente del terciario superior del Cenozoico, se constituye por partículas gruesas de 2 mm de diámetro subredondeadas a redondeadas, compactada por una matriz areno – limosa originadas por intemperismo físico de tobas ácidas y depositadas al pie de la montaña con trozas de selección y estratificación masiva. Sobreyace de toba ácida del Terciario (Oligo – Mioceno) y yace concordante y en forma transicional a la unidad del conglomerado y arenisca del Terciario Superior con lo cual se correlaciona su origen al mismo evento erosivo.

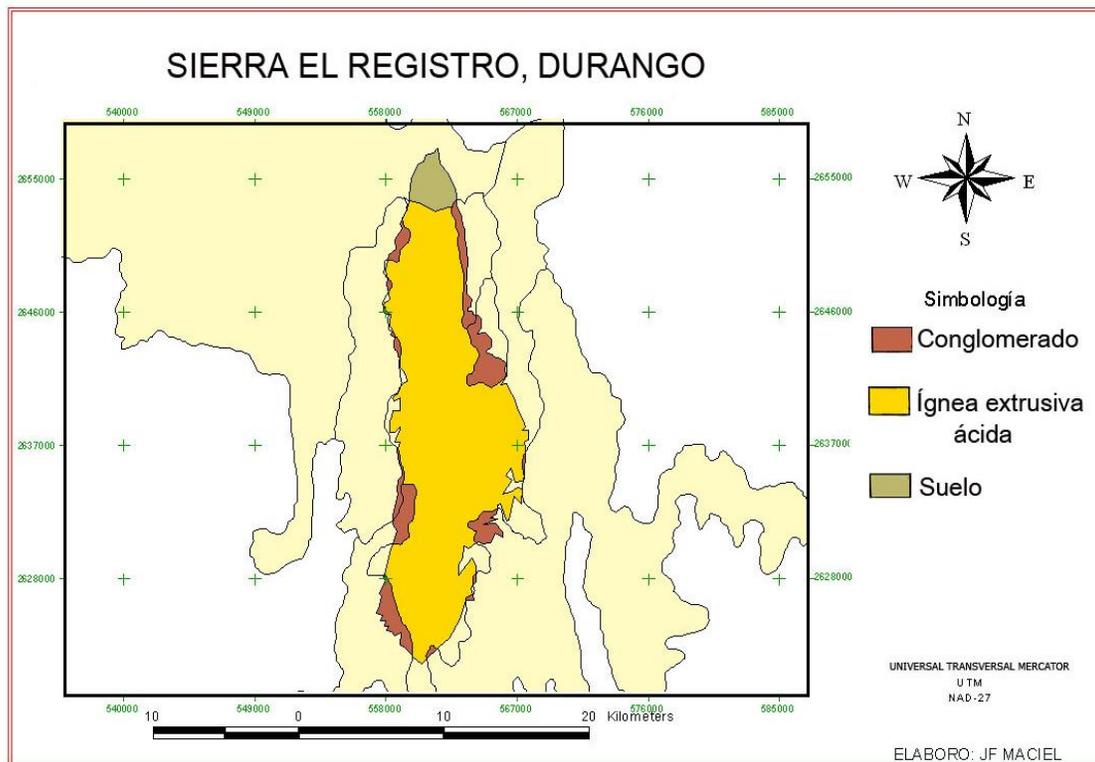


Figura 5: Geología de la Sierra El Registro, Durango.

Fuente: Conjunto de datos geológicos. INEGI escala 1: 250 000

4.1.5. Edafología

La superficie de la sierra El Registro está cubierta principalmente por tipos de suelos que pueden presentar dominancia o codominancia entre sí (Figura 6). Mediante la interpretación edafológica que realiza el INEGI (1973) basado en la propuesta de la FAO/UNESCO 1968, modificada por DETENAL en 1970, se describen las unidades de suelo principales (INEGI, 2008):

Castañozem (K). Suelos alcalinos ubicados en las zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos como las sierras y llanuras. En condiciones naturales presentan vegetación de pastizal, con algunas áreas de matorral; frecuentemente tienen 70 cm de profundidad y se caracterizan por presentar una capa superior de color pardo o rojizo oscuro, rico en materia orgánica y nutrientes. Ocupa sólo una pequeña porción hacia el oriente del cuerpo montañoso (0.10%) presenta una textura media y fina en terreno plano con pendientes menores al 8%;

Feozem (H). Se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo más abundante en el país, se caracteriza por tener una capa superficial oscura, rica en materia orgánica y nutrientes, semejante a los Chernozems y Castañozem. Son de profundidades muy variables dependiendo de la zona donde se encuentre. Cubre una superficie de 15.19% distribuyéndose principalmente hacia el sur, oriente y norte de la sierra donde se puede asociar con regosoles y xerosoles sobre terreno plano y montañosos con oscilación de pendientes entre 8 y 20%.

Litosol (I). Son los más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación en todas las sierras de México, barrancas lomeríos y algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 cm, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su uso depende principalmente de la vegetación que los cubre. Ocupa el 46% de la superficie de la sierra y se distribuye a través de las laderas de mayor elevación principalmente en terrenos con disección severa y pendientes mayores a 20%.

Luvisol (L). Suelo con acumulación de arcilla. Se encuentran en las zonas tropicales o templadas o clima más secos, su vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son suelos con una alta susceptibilidad a la erosión. Ocupa el 23% y presenta una clase textural media ubicado en mesetas con pendientes menores de 8%.

Regosol (R). Capa de material suelto que cubre la roca. Ubicado en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve, tiene poco desarrollo por lo que no presentan capas muy diferenciadas entre sí; son claros y pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. Se asocian con litosoles y con afloramientos de roca o tepetate, son someros y su fertilidad es variable condicionada a la profundidad y pedregosidad. Se distribuye en una superficie de 13.98% hacia el norte de la sierra.

Xerosol (X). Son suelos secos que se localizan en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México; su vegetación natural es de matorral y pastizal y es tercer más importante de distribución en el país. Tienen una capa de clara de poca materia orgánica. Muchas veces presentan aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza. Es el suelo de menor distribución dentro de la superficie de la sierra, ya que ocupa cerca del 0.09% sobre pendientes ligeras menores a 8%.

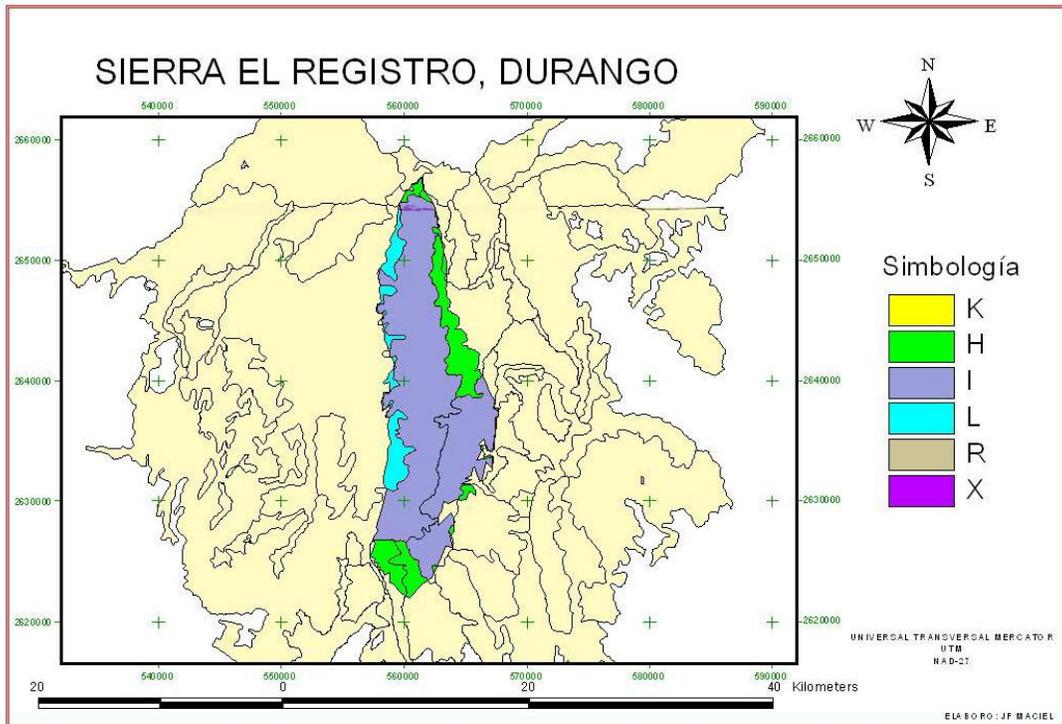


Figura 6: Unidades de suelo de la Sierra El Registro, Durango.

Fuente: Conjunto de datos edafológicos. INEGI escala 1: 250 000

4.1.6. Hidrología

El área de estudio se localiza dentro de la cuenca R. San Pedro perteneciente a la Región Hidrológica 11 denominada Presidio-San Pedro, la cual tiene sus orígenes en las estribaciones del oriente de la Sierra Madre Occidental, siendo la única que se origina al oriente de la Sierra y drena sus aguas hacia el Océano Pacífico (Figura 7). Hacia el norte, la mayor parte de sierra se encuentra en la subcuenca Durango y una menor proporción hacia el sur, comprendida por la subcuenca Mezquital (INECOL, 2004).

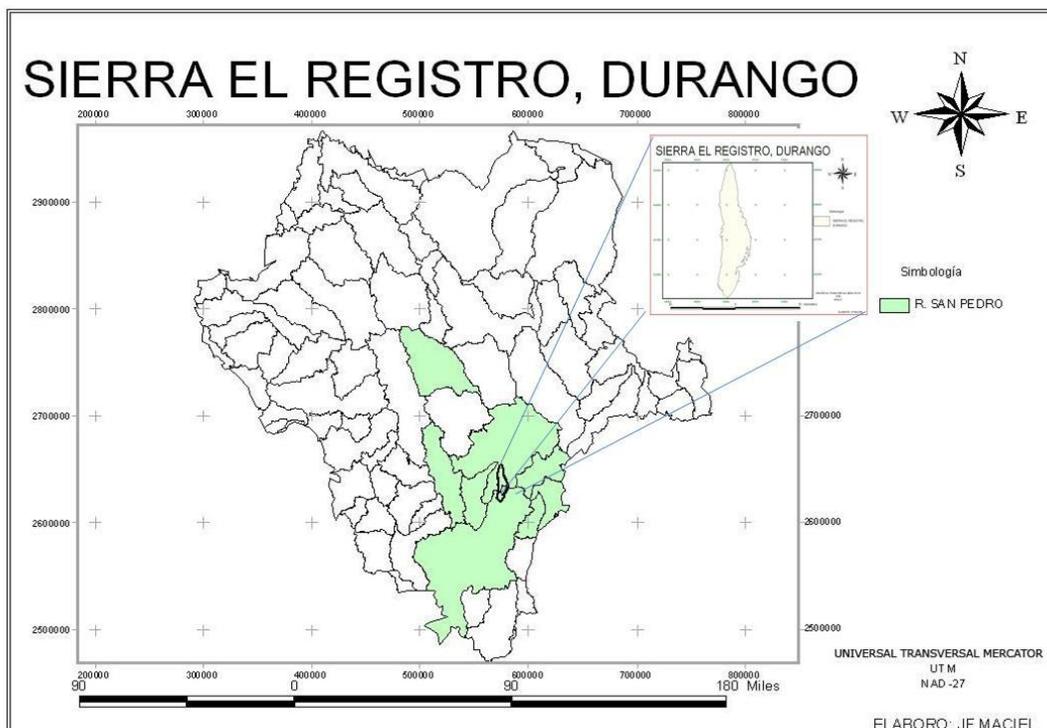


Figura 7: Cuenca R. San pedro, Durango.

Fuente: Conjunto de datos hidrológicos. INEGI escala 1: 1 000 000.

Hacia la parte suroeste de la sierra, fluyen arroyos como El Epazote, El Mezquital y El Coyote los cuales tienen su afluencia hacia el Valle del Guadiana; algunos otros, desembocan en un cuerpo de agua artificial. Otros arroyos fluyen de las partes altas del noroeste del cuerpo montañoso como es el caso de los arroyos La Galería, El Registrillo, La Esquina del Alambre, el cual aguas abajo se une con el arroyo El Oso, al igual que el arroyo La Leona formando una sola corriente. Otras corrientes como

el arroyo El Cerro Pelón, El Diablo y El Venado, en conjunto, cuando la precipitación pluvial es constante forman el cauce de la corriente denominada La Vaca, que es una brecha artificial que corre paralelamente hacia el norte de la sierra. Hacia el municipio de Nombre de Dios, las corrientes superficiales que dividen el área son el arroyo Huizachal, el cual se mezcla con el arroyo Cerro Blanco, el arroyo Andrade que se une con el arroyo las Atarjeas que al igual que otros arroyos de menos caudal se unen con el Río Mezquital que desemboca hacia el Océano Pacífico con el nombre de Río San Pedro (Figura 8) (INEGI, 1989).

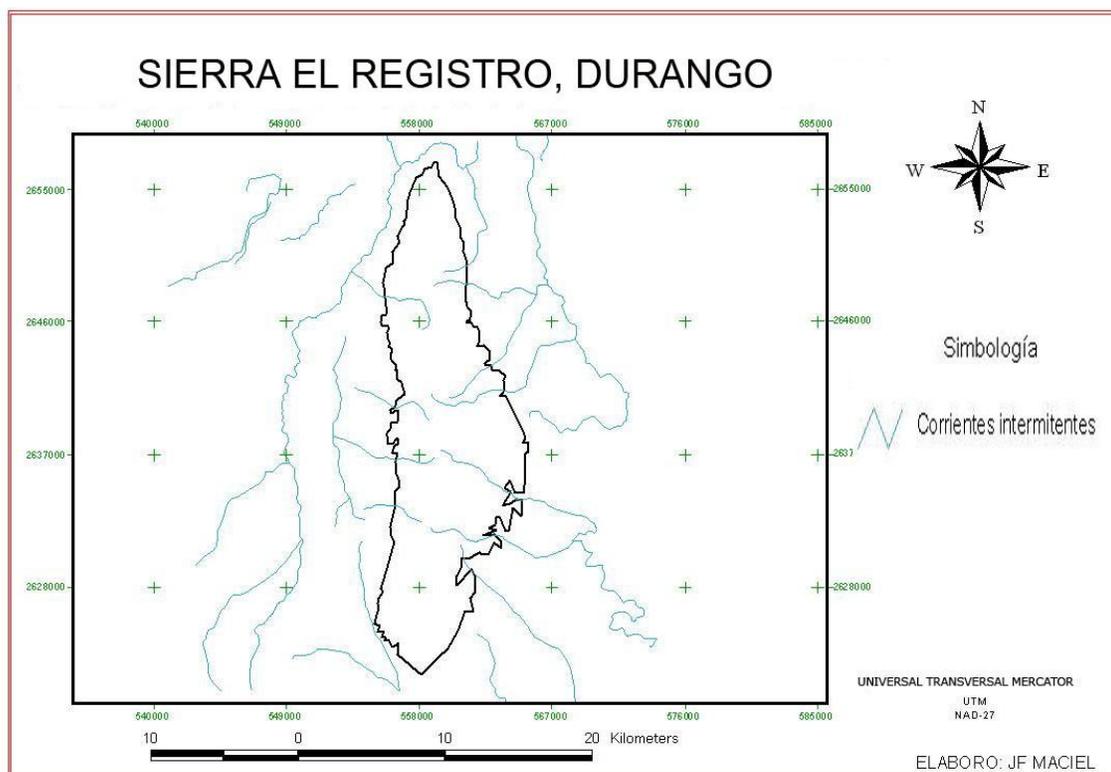


Figura 8: Corrientes superficiales de la Sierra El Registro, Durango.
Fuente: Conjunto de datos topográficos. INEGI escala 1: 250 000

En la porción central de la sierra predomina material no consolidado con posibilidades bajas de permeabilidad; hacia la parte norte y en ambas caras de la sierra se tiene la acumulación de material que incide en una permeabilidad alta representado por material clástico fino limoso y arcilloso, material limolítico y lutítico semiconsolidado, mientras que hacia el este y extremo suroeste la posibilidades de permeabilidad son intermedias (INEGI, 1989).

4.1.7. Clima

El clima que se presenta en la zona corresponde al semiseco templado ($BS_{1kw} (w)$) con lluvias en verano y escasas a lo largo del año; en pequeñas partes en el extremo SW se presentan climas secos semicálidos (BS_{0h} y BS_{1h}), mientras que sobre las partes más altas de la sierra se presentan pequeñas zonas con clima del grupo C (templado) de acuerdo al sistema de Köppen modificado por García (1964). La temperatura media anual oscila entre los $12^{\circ} C$ y los $18^{\circ} C$; la precipitación que se ha registrado para este tipo de clima es de aproximadamente 400 a 600 mm anuales (Figura 9) (INEGI, 1990).

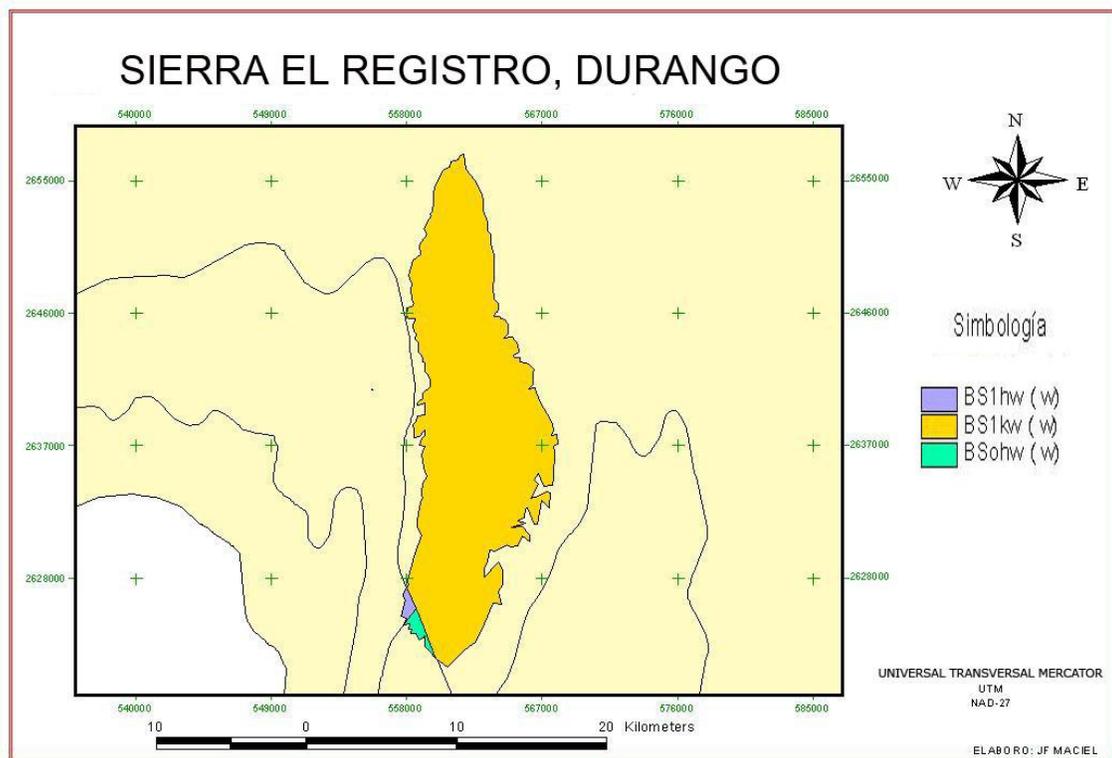


Figura 9: Clima de la Sierra El Registro, Durango.

Fuente: Conjunto de datos climáticos. INEGI escala 1: 1000 000.

4.1.8. Vegetación

Para el área de estudio, según la clasificación propuesta por INEGI (1988), se encuentran las siguientes unidades: a) Matorral crasicaule, compuesto principalmente por los géneros *Opuntia*, *Forestiera* y *Condalia* (Mxe); b) Bosque Bajo

Abierto (Bba) hacia la parte alta y baja de la sierra preferentemente hacia el poniente, donde los elementos constitutivos son principalmente *Quercus* spp. con estrato herbáceo dominado por gramíneas como *Bouteloua gracilis*; c) hacia el suroeste de la sierra la masa forestal se hace más densa y se encuentran bosques de pino - encino y encino – pino, en los que las asociaciones más representativas están dominadas por *Pinus cembroides* (pino piñonero), *Quercus* (cucharo) y *P. chihuahuana*, respectivamente; d) Pastizal inducido (Pi), Pastizal natural (Pn) y Agricultura de temporal (At) en sitios de piedemonte (Fig. 10).

Para el piedemonte de la sierra El Registro, entre los 1900 y 1950 m, González *et al.* (2007) describen una asociación de *Acacia schaffneri* con *Opuntia leucotricha*, *Prosopis laevigata*, *Tecoma stans*, *Celtis laevigata* y *Trixis angustifolia*, con escasos *Forestiera*, *Bursera fagaroides*, *Aloysia*, *Dalea bicolor*, *Dodonaea viscosa* (que se vuelve dominante en manchones), *Montanoa*, *Agave durangensis* y *Dasyllirion durangense*. Para las partes más altas registran un Bosque bajo abierto en el que sobresalen especies como *Pinus cembroides*, *P. chihuahuana* y encinos blancos, como *Quercus chihuahuensis* y *Q. grisea* o rojos como *Q. eduardii*. Entre los elementos acompañantes están *Montanoa*, *Agave durangensis*, *Dasyllirion durangense* y *Bouvardia ternifolia*. El estrato herbáceo está compuesto por especies de zacates como *Heteropogon contortus*, *Bouteloua gracilis* (*navajita*), *Muhlenbergia pubescens* (zacatón), así como diversas especies de compuestas como *Stevia serrata* (borregos), hierbanís (*Tagetes lucida*) y labiadas como *Salvia* spp., entre otras.

La Sierra El Registro se ubica en la ecorregión de la Sierra, subregión Piedemonte y Serranías al Oriente, de acuerdo a la clasificación establecida en González *et al.* (2007). Las ecorregiones se distinguen de acuerdo a una combinación de características topográficas y de variables climáticas y biológicas.

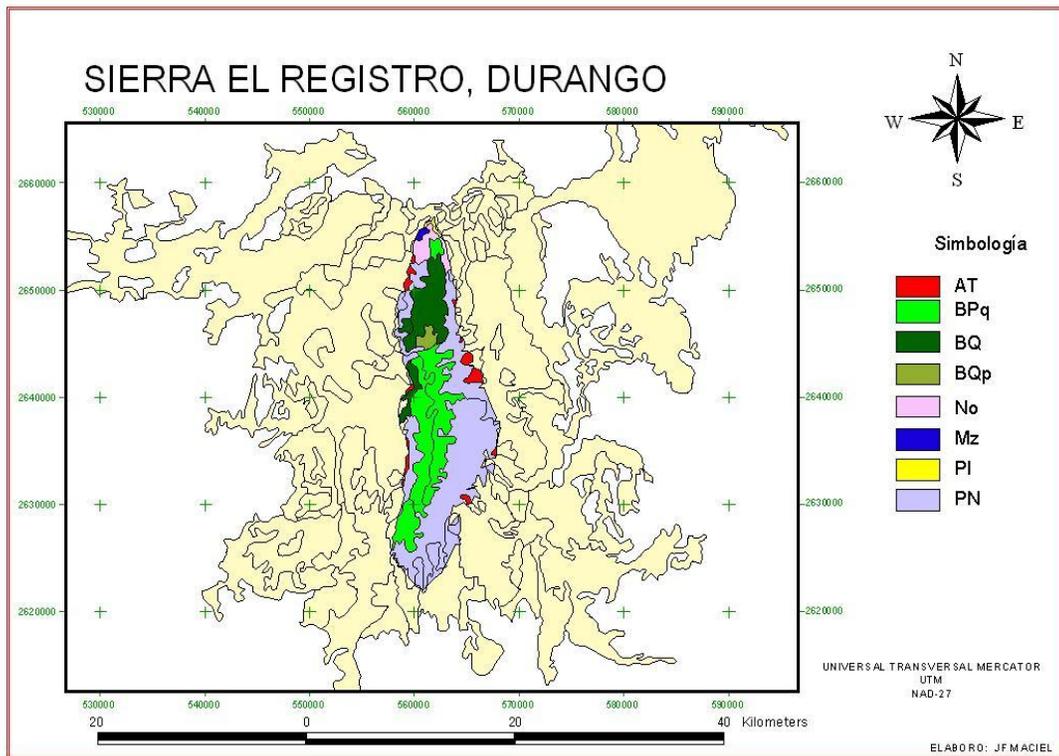


Figura 10. Vegetación de la Sierra El Registro, Durango. AT: Agricultura de temporal, BPq: Bosque de pino-encino, BQ: Bosque de encino, BQp: Bosque de encino-pino, No: Nopalera, Mz: Mezquital, Pi, Pastizal inducido, PN: Pastizal natural.

Fuente: Conjunto de datos de uso de suelo y vegetación, INEGI. Escala 1:250 000.

4.2. Metodología

4.2.1. Muestreo de la vegetación

Para la selección de sitios se empleó un muestreo estratificado, el cual consiste en dividir el área en estratos o categorías que representan unidades relativamente homogéneas que a su vez difieren de las otras reconocidas en el universo a muestrear; en este caso la vegetación. Los estratos reconocidos son las diversas comunidades vegetales con características fisonómicas distintivas.

Previo al reconocimiento de los estratos se llevaron a cabo recorridos de campo así como una revisión de literatura, consulta de cartas topográficas e imágenes satelitales, con el fin de contar con un panorama general del área sujeta a estudio y

en función a esto, determinar los posibles sitios de muestreo y las vías de acceso que permitan un desarrollo factible del trabajo. De esta manera se seleccionaron 28 sitios de muestreo distribuidos en las diferentes unidades vegetales presentes en la zona de estudio; adicionalmente, dada la escasa superficie que el matorral subtropical ocupa en la Sierra El Registro, se incorporaron tres sitios a la muestra para contar con una mejor representatividad de las comunidades ubicadas hacia el sur de la sierra, obteniéndose un total de 31 sitios muestrales.

Una vez en campo, mediante el empleo de un posicionador satelital marca Garmin GS 12, se georreferenciaron los sitios de muestreo. Para cada uno de ellos, se obtuvieron los datos ecológicos propios del lugar registrando estos en el formato establecido para vegetación (Cuadro 1). Los porcentajes de las pendientes se obtuvieron utilizando un clinómetro marca Suunto y con la ayuda de una brújula marca Suunto se determinó la exposición del sitio. Para la medición de la profundidad de la materia orgánica se requirió de un piolet y una regla plástica convencional.

Cuadro 1. Formato para la toma de datos de vegetación.

FORMATO PARA VEGETACIÓN					
LONGITUD		Altitud		Descripción	
LATITUD		Exposición			
Pendiente		Cubierta herbácea (%)			
Sitio	Punto de muestreo	Distancia (m)	Especie	Altura (m)	Diámetro (m)

Para los muestreos cuantitativos de las comunidades vegetales, se empleó el Método de Cuadrantes Centrados en un Punto (Cottam y Curtis, 1956, descrito por Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974). Este tipo de muestreo no requiere el establecimiento de parcelas, ya que consiste en marcar cuatro cuadrantes formados por la intercepción de dos líneas imaginarias, una es la directriz y la otra es perpendicular a la anterior cruzando por un punto central. A partir de dicho punto se

mide la distancia que hay entre éste y el individuo leñoso más cercano para cada uno de los cuadrantes. En cada sitio de muestreo, se levantaron diez repeticiones. El método permite obtener los parámetros básicos (densidad, cobertura, frecuencia) para estimar el valor del índice de importancia desde un punto de vista ecológico ya que asigna una categoría de importancia para cada una de las especies presentes en los muestreos de una comunidad (Mitchell, 2007). El objetivo del método es describir una población a través de la estimación de sus parámetros (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974).

4.2.2. Colecta e identificación del material botánico

Se llevaron a cabo colectas botánicas para la identificación taxonómica de las especies. El material herborizado fue depositado en el herbario CIIDIR, del IPN Unidad Durango.

La identificación se llevó a cabo con el apoyo de claves taxonómicas en revisiones y floras, corroborándose mediante cotejo con ejemplares de herbario.

4.2.3. Estimación de los parámetros de vegetación

Los muestreos se aplicaron en las comunidades vegetales en función a su estructura; debido a la baja talla de las plantas muestreadas en el estrato arbóreo se consideraron los elementos mayores a 1.5 metros, ya que debido a las condiciones adversas de clima seco y suelos muy someros en la zona, el crecimiento de las plantas leñosas es lento, lo que da por resultado la existencia de individuos maduros de tallas muy bajas; para el estrato arbustivo se tomaron aquellos de porte leñoso menores a 1.5 m pero que sobrepasan la etapa de plántula, ya que éstas deben ser menores o iguales a 30 cm.

Con la información obtenida en campo se determinaron los valores relativos de densidad (D), frecuencia (F) y cobertura (C) de cada especie así como su valor de importancia (Vi), con base en la siguiente fórmula:

$$V_i = dx100/\sum D + fx100/\sum F + cx100/\sum C$$

Para estimar la tendencia sucesional en las comunidades, se empleo la cantidad de individuos juveniles y en etapa de plántula en relación al número de individuos maduros de las especies leñosas.

4.2.4. Índice de diversidad y similitud entre comunidades

La diversidad de las especies en términos ecológicos, es una propiedad en la que se combinan tanto el número de especies como su abundancia; en este sentido varios autores han planteado índices para tener una medición aproximada de diversidad (González-Elizondo, 1996).

Con base en las variables cuantitativas obtenidas se calculó la diversidad de especies leñosas mediante el Índice de Shannon-Wiener (Brower y Zar, 1977), el cual expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Moreno, 2000).

$$H' = -\sum p_i \log p_i$$

Donde:

\sum = sumatoria de p_i

p_i = representa la proporción (o abundancia relativa) de cada especie en la población.

Para determinar la similitud florística entre comunidades, se empleó el índice de Jaccard, el cual se basa en la presencia y ausencia de especies, dando valores de 100 cuando se presenta similitud y tiende a 0 si no se presenta nada en común (Moreno, 2000).

$$I_j = c/a+b-c (100)$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Para definir los tipos de vegetación y las asociaciones vegetales presentes, se consideraron los elementos dominantes fisonómicamente en el estrato arbóreo y arbustivo.

Adicionalmente, con la finalidad de obtener una representación visual de la relación entre las comunidades de acuerdo a las especies presentes, se analizó la matriz de datos obtenida de los muestreos (la cual estuvo en función de los elementos con porte leñoso y arbustivo) empleando el programa estadístico SPSS; se realizó un cluster por análisis jerárquico y matriz de proximidades. Dicho análisis consiste en la agrupación de los datos de la matriz por filas y columnas empleando funciones métricas basadas en presencia y ausencia o similitud y disimilitud de Jaccard.

4.2.5. Bioclimatología

Para explicar la distribución de la vegetación a través de la zonación altitudinal y latitudinal, así como la relación que mantiene con el clima, se implementa el modelo bioclimatológico para establecer los pisos de vegetación, siguiendo los fundamentos de la metodología europea de análisis bioclimático. La aplicación de este método en México es relativamente nueva y complementa los estudios fitosociológicos

realizados en zonas concretas del noroeste, centro y en muy pequeña proporción del sur del país, tratando de establecer la relación directa de las comunidades vegetales con el bioclima (Rivas-Martínez, 2008).

Para la caracterización bioclimática de la zona, se empleó la información climática de cinco estaciones meteorológicas ubicadas en torno al área de estudio; de forma complementaria y con objeto de caracterizar las zonas medias y altas de la Sierra, se consideraron además los datos de una estación de Zacatecas cuya ubicación altitudinal y paisaje vegetal circundante permiten establecer las correspondientes analogías bioclimáticas y vegetacionales; la localización geográfica (latitud, longitud y altitud) y los parámetros climáticos (Temperatura – media anual, media de las máximas y media de las mínimas, heladas probables y seguras – y Precipitación) fueron extraídos de Medina *et al.* (2005) y del programa “extractor rápido de información climatológica” (IMTA, 2006), cuyos datos de referencia están basados en la información que dispensa el Sistema Meteorológico Nacional.

Se consideraron los últimos ajustes efectuados al proyecto de clasificación y caracterización bioclimática “Global Bioclimatics” (Rivas-Martínez, 2008). La confección de los climogramas correspondientes a las diferentes estaciones están basados en el programa Bioclimate (Alcaraz, 2006). Para cada caso se consideraron, además de los datos de ubicación, los referentes a parámetros climáticos básicos mensuales, mismos que sirvieron de referencia para el cálculo de los diferentes índices bioclimáticos empleados en la diagnosis básica. (macrobioclima, bioclima, térmotipo y ómbrotipo). En el cuadro 2, se muestran los datos de ubicación y parámetros climáticos generales de 42 años de observación, para las estaciones consideradas.

Cuadro 2. Localización geográfica y parámetros climáticos generales de seis estaciones meteorológicas cercanas a la Sierra El Registro, Durango.

No.	CLAVE	ESTACIÓN y MUNICIPIO	LATITUD N (°, ')	LONGITUD W (°, ')	ALTITUD m snm	T °C	P mm	Años con datos
1	10065	San Francisco del Mezquital El Mezquital	23°28'	104°22'	1500	22.1	484.6	42
2	10046	El Mezquital El Mezquital	23°28'	104°23'	1600	19.4	540.3	42
3	10024	El Saltito Nombre de Dios	24°01'	104°20'	1800	18	496.4	42
4	10066	San José de Acevedo Nombre de Dios	23°48'	104°15'	1750	16.6	452.3	42
5	32148	Sombrerete Zacatecas	23°38'	103°38'	2379	16.4	565.9	34
6	10165	CEVAG Durango	23°58'	104°37'	1900	16.3	500.1	42

T: Temperatura media anual en °C; P: Precipitación total anual en milímetros

Los parámetros climáticos e índices bioclimáticos se describen a continuación:

Temperatura positiva anual (Tp)

Suma en décimas de grados centígrados de las temperaturas medias mensuales superiores a 0° centígrados.

Precipitación media anual (P)

Promedio anual de la precipitación en milímetros o litros por metro cuadrado.

Precipitación positiva anual (Pp)

Es la suma de la precipitación media de los meses en que la temperatura media mensual es superior a 0° centígrados.

Índice de Termicidad (It)

Es la suma en décimas de grados de T (temperatura media anual), m (temperatura media de las mínimas del mes más frío) y M (temperatura media de las máximas del mes más frío).

$$It = (T + m + M) \times 10$$

It, por lo tanto, es un índice que pondera la intensidad del frío, factor limitante para muchas plantas y comunidades vegetales. Los diferentes intervalos de It (termotipos) tratan de reflejar la disposición catenal de las comunidades vegetales a lo largo de un gradiente altitudinal.

Índice Ombrotérmico (Io)

Resulta de la división entre la precipitación positiva anual (Pp) y la Temperatura positiva anual (Tp) multiplicado por 10, siempre y cuando la temperatura media mensual sea superior a 0° centígrados.

$$Io = (Pp/Tp) \times 10$$

Los intervalos del índice ombrotérmico reflejan el diferente comportamiento ómbrico del clima y su correspondencia con las comunidades.

Índice de continentalidad simple o intervalo térmico anual (Ic)

Resulta de la diferencia de la temperatura media del mes más cálido del año (Tmax) y la temperatura media del mes más frío del año (Tmin) expresado en grados centígrados.

$$Ic = Tmax - Tmin$$

V. RESULTADOS

5.1. Composición y estructura de la vegetación

Con base en los elementos dominantes fisonómicamente y aplicando la clasificación de la vegetación de Durango propuesta por González Elizondo *et al.* (2007), se identifican dos tipos de vegetación para la Sierra del Registro: Bosque bajo abierto y Matorral xerófilo; cada uno de ellos incluyendo comunidades vegetales que a su vez están representadas por diversas asociaciones. Adicionalmente, se encuentran comunidades de Matorral subtropical y de Vegetación secundaria.

La composición de las comunidades vegetales está representada en 317 especies distribuidas en 228 géneros y 66 familias (Anexo 1) las cuales están mayormente representadas por *Asteraceae* (75), *Poaceae* (32 especies), *Fabaceae* (25 especies), *Cactaceae* (11), *Cyperaceae* (9), *Convolvulaceae* (8) y *Verbenaceae* (8). Así mismo, se llevó a cabo un análisis estructural de los individuos para las especies leñosas en tres categorías: especies arbóreas todas aquellas que sobrepasaron 1.5 m de de alto, arbustivas y juveniles las que miden de 0.3 a 1.5 m y plántulas o renuevos aquellos individuos de especies leñosas de talla inferior a 30 cm (Figura 11). La composición y los parámetros de la estructura de las comunidades muestreadas se presentan en el Anexo 2.

Se encontraron un total de 50 especies leñosas de las cuales 17 son árboles y 33 presentan porte arbustivo; el 35.2% de las especies leñosas corresponde al género *Quercus* (5 especies) en el que se encuentran especies como *Quercus eduardii*, *Q. konzatti*, *Q. arizonica*, *Q. grisea* y *Q. chihuahuensis*; 11.7% son pináceas, representadas por *Pinus cembroides* y elementos escasos de *Pinus chihuahuana*; 11.7% corresponde al género *Acacia* y 5.8% al género *Prosopis*. En el estrato arbustivo se encuentran especies como *Dalea bicolor*, *Brickellia veronicaefolia*, *Eysenhardtia polystachya*, *Trixis angustifolia*, *Forestiera durangensis*, *Calliandra eriophylla* y *Perymenium* sp., aunque también se suelen encontrar crasas como

Opuntia durangensis, *Opuntia robusta* y *Cilindropuntia leptocaulis* o rosuladas como *Dasyllirion durangense* y *Agave durangensis*.

De las especies leñosas registradas, dentro del bosque bajo, las alturas oscilaron entre 3 y 5 metros para *Quercus arizonica* y *Quercus eduardii*, mientras que para *Quercus conzatti*, *Q. chihuahuana* y *Q. grisea* la altura fue de 1.5 a 2.5 m. En el caso de las coníferas, la mayor altura registrada fue para *Pinus cembroides* (12 m), el cual se encuentra reducido a un pequeño manchón hacia la cima de la sierra, mientras que *Pinus chihuahuana* se mantuvo por debajo de los 7 m. Dentro de los sitios muestreados, para *Pinus* se presentó una baja densidad de individuos juveniles y de regeneración, a diferencia de *Quercus* que presenta mayor número de individuos juveniles menores de 1.5 m. En el caso del matorral xerófilo las alturas promedio varían entre 3 y 4 metros para *Acacia* y *Prosopis* dentro de su estructura vertical; *Agave durangensis* presenta una alta densidad de plántulas; la vegetación secundaria se compone de elementos conspicuos dispuestos en matorrales de *Dodonaea viscosa* de hasta 2 metros de altura y de 1.8 m de altura para *Dasyllirion durangense*. Para el caso del matorral subtropical la especie dominante en el estrato arbóreo es *Ipomoea murucoides* de 3 m e individuos arbustivos de *Tecoma stans* que pueden alcanzar 2 metros de altura (Figura 11).

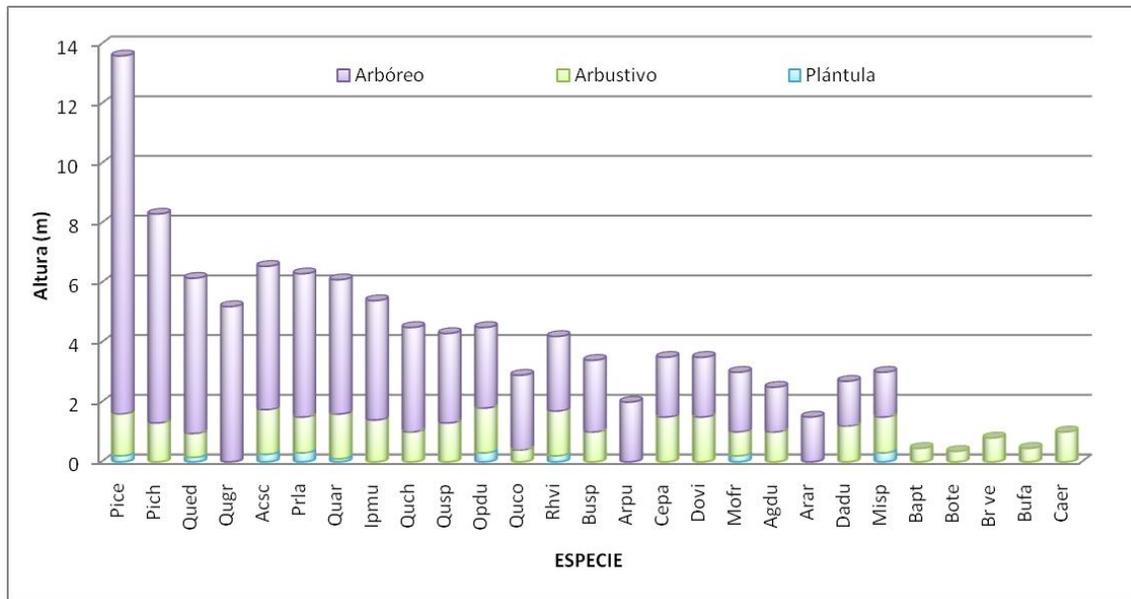


Figura 11. Parámetros estructurales de la vegetación de la Sierra El Registro, Durango.

Especies: *Pice*: *Pinus cembroides*, *Pich*: *P. chihuahuana*, *Qued*: *Quercus eduardii*, *Qugr*: *Quercus grisea*, *Acsc*: *Acacia schaffneri*, *Prla*: *Prosopis laevis*, *Quar*: *Quercus arizonica*, *Ipmu*: *Ipomoea murucoides*, *Quch*: *Quercus chihuahuensis*, *Quco*: *Quercus coccolobifolia*, *Qusp*: *Quercus sp.*, *Rhvi*: *Rhus virens*, *Busp*: *Bursera sp.*, *Opdu*: *Opuntia durangensis*, *Arpu*: *Arctostaphylos pungens*, *Cepa*: *Celtis pallida*, *Dovi*: *Dodonaea viscosa*, *Mofr*: *Montanoa frutescens*, *Agdu*: *Agave durangensis*, *Arar*: *Arbutus arizonica*, *Dadu*: *Dasyliirion durangense*, *Misp*: *Mimosa*, *Bapt*: *Baccharis pteronioides*, *Bote*: *boubardia ternifolia*, *Brve*: *Brickellia veronicaefolia*, *Bufa*: *Bursera fagaroides*, *Caer*: *Calliandra eriophylla*

5.1.1. Bosque bajo abierto

Este tipo de vegetación se extiende en la mayor parte de la sierra. No es un bosque propiamente dicho ya que la cobertura del dosel es muy espaciada dejando amplios claros a través de éste (González Elizondo, *op cit.*) pero dado que los dominantes fisonómicos son árboles se considera como una variante de los bosques. En algunos lugares de mayor elevación de esta serranía, se forman manchones más densos de pino y encino; mientras que en otros sitios la cobertura es más espaciada permitiendo el desarrollo de gramíneas dominantes en el estrato herbáceo.

Se identificaron dos tipos de comunidades vegetales: bosque de encino y bosque mixto, en los cuales los elementos representativos son *Quercus arizonica*, *Q. eduardii*, *Q. conzattii*, *Q. chihuahuensis*, *Pinus cembroides* y escasos *Pinus chihuahuana*; entre los elementos acompañantes destacan *Citharexylum*

altamiranum, *Arctostaphylos pungens*, *Arbutus arizonica*, *Rhus virens* y *Perymenium* sp. (Figura 12).



Figura 12. Bosque de *Pinus cembroides* – *Quercus* spp.

5.1.1.1. Bosque de encino

En la Sierra del Registro se localizan encinares xerófilos, los cuales se desarrollan en condiciones de clima templado seco, característicos de las zonas de pie de monte de la SMO y en las serranías ubicadas al centro y oriente de Durango (González *et al.*, op cit).

Están compuestos por una a varias especies en el que destacan asociaciones del género *Quercus* que reflejan la mayor dominancia; en la región su distribución va de los 2049 a los 2527 m snm. Se desarrollan en suelos secos y pedregosos en los que la materia orgánica es muy escasa; la pendiente es ligera a poco pronunciada (20 a 45 %), con exposición hacia el Norte principalmente.

El mayor valor de importancia de las especies involucradas para este ecosistema fue obtenido para *Quercus arizonica* (48.5%) y *Quercus eduardii* (28%) y *Q. chihuahuensis* (17.11%) los cuales se establecen como elementos dominantes en el estrato arbóreo, aunque también se encuentran otras especies como *Q. conzattii* (9.72%) y *Q. grisea* (9.02%) con baja densidad y cobertura. Los elementos arbustivos dominantes que suelen encontrarse son *Montanoa frutescens* (17.1%), *Perymenium sp.* (13.8%). En sitios abiertos, con evidente exposición rocosa, suelo delgado y con requerimientos de humedad bajos, se presentan individuos rosetófilos como *Agave durangensis* (21.8%) que se distribuye de forma espaciada (Figura 13).

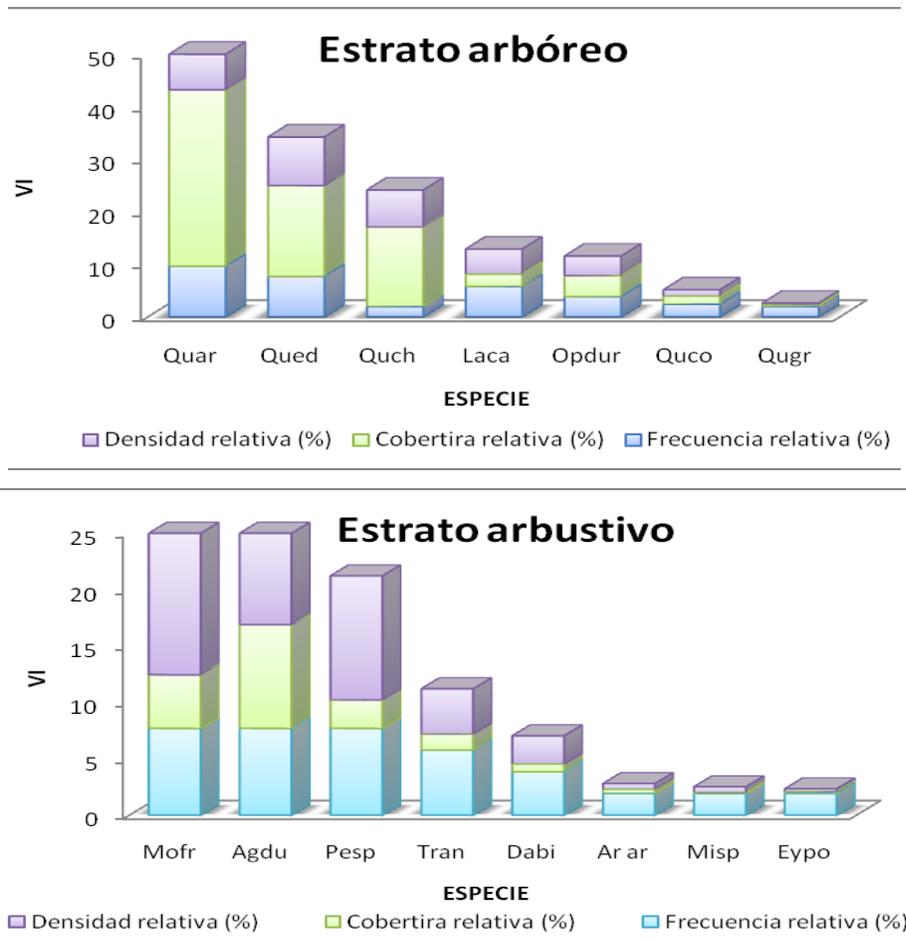


Figura 13. Parámetros estructurales del bosque de Encino. Especies: Quar: *Quercus arizonica*, Qued: *Q. eduardii*, Quch: *Q. chihuahuensis*, Q. conzattii, Agdu: *Agave durangensis*, Mofr: *Montanoa frutescens*, Pesp: *Perymenium sp.*, Laca: *Lantana cámara*, Opdu: *Opuntia durangensis*, Tran: *Traixis angustifolia*, Arar: *Arbutus arizonica*, Misp: *Mimosa sp.* Eypo: *Eysenhardtia polystachya*.

En aquellos lugares que han sido perturbados por incendios o la acción antrópica, este tipo de formación vegetal está siendo desplazada por matorrales de *Dodonaea viscosa* y *Arctostaphylos pungens*. En las áreas de menor elevación, elementos como *Acacia schaffneri*, *Prosopis laevigata* y *Opuntia durangensis* constituyen la ecotonía entre el matorral xerófilo y esta formación vegetal.

Hacia el norte de la zona de estudio, las condiciones de desarrollo no son favorables para estas asociaciones, ya que se acrecienta la exposición del material parental, sobre el cual se acumula el suelo, producto del intemperismo, en someras capas en las que se anclan especies como *Quercus chihuahuensis* (19.4%) y *Dasilyrion durangense* (5.1%). Por otra parte, en la vertiente occidental, principalmente en laderas con exposición norte, se encuentran algunos individuos de *Quercus conzattii* en codominancia con *Q. arizonica*, confinados a poblaciones pequeñas.

En esta comunidad se encontró una baja regeneración, considerando la relación entre el número de árboles maduros con los juveniles y las plántulas de una misma especie; puede apreciarse de manera general la tendencia sucesional de la vegetación en el que prevalece *Quercua arizonica* con 0.16 individuos jóvenes por cada adulto. Se detecto en conjunto una proporción de 0.31 a 1. Se aprecia dentro de esta comunidad una marcada presencia de especies arbustivas que de especies leñosas juveniles.

5.1.1.2. Bosque mixto

Son comunidades dominadas fisonómicamente por especies de los géneros *Quercus* y *Pinus*. En el área de estudio se presentan dos asociaciones: encino-pino y pino-encino.

Bosque de encino-pino

Destacan las asociaciones de *Quercus arizonica*, *Q. eduardii* y *Q. grisea* con *Pinus cembroides* y *P. chihuahuana*. Pueden desarrollarse tanto en lugares con afloramiento rocoso en donde los suelos son someros y presentan una reducida cubierta herbácea; o bien, pueden encontrarse restringidas a cañadas en donde las condiciones ambientales son más favorables para su desarrollo; la profundidad de materia orgánica varía de 2 a 5 cm de espesor, por lo que hay una mayor humedad edáfica. La distribución altitudinal de estas formaciones vegetales oscila entre los 2217 y 2527 m snm, sobre laderas con exposición norte y oeste preferentemente, con pendiente que puede ser ligera (10%) principalmente en las estribaciones de la sierra, o pronunciada (50%) en el resto del área.

Los valores de importancia reflejan la dominancia del género *Quercus*: *Quercus eduardii* (47.4%) y *Q. arizonica* (31.1%) presentan una mayor densidad, lo que incide directamente sobre su importancia ecológica. El valor de importancia de *P. cembroides* (16.1%) y *P. chihuahuana* (8.8%) depende mayormente de su cobertura, ya que se distribuyen de manera espaciada y su densidad es baja. Dentro de estas asociaciones pueden aparecer algunos elementos xerófilos como *Acacia schaffneri* (3.56%) y *Prosopis laevigata* (2.95%) de no muy frecuente ocurrencia. Entre los elementos arbustivos que forman parte de esta formación vegetal se encuentra *Montanoa frutescens* (12.1%), el cual se ve favorecido para su desarrollo en los enclaves de arroyos; otros elementos con el mismo porte que suelen acompañar en áreas donde la perturbación toma un papel ecológico importante, son *Arctostaphylos pungens* (7.7%) y *Dodonaea viscosa* (7.7%) como vegetación secundaria dominante (Figura 14). En sitios de menor elevación, se suelen encontrar crasas y rosetófilas como *Opuntia durangensis* (5.6%) y *Dasyllirion duranguense* (3.9%); los cuales, a medida que se asciende, se tornan esporádicos hasta que gradualmente desaparecen.

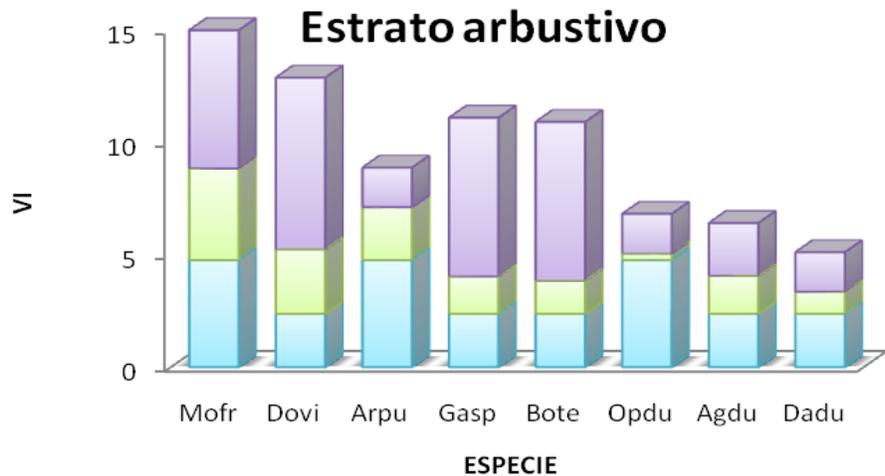
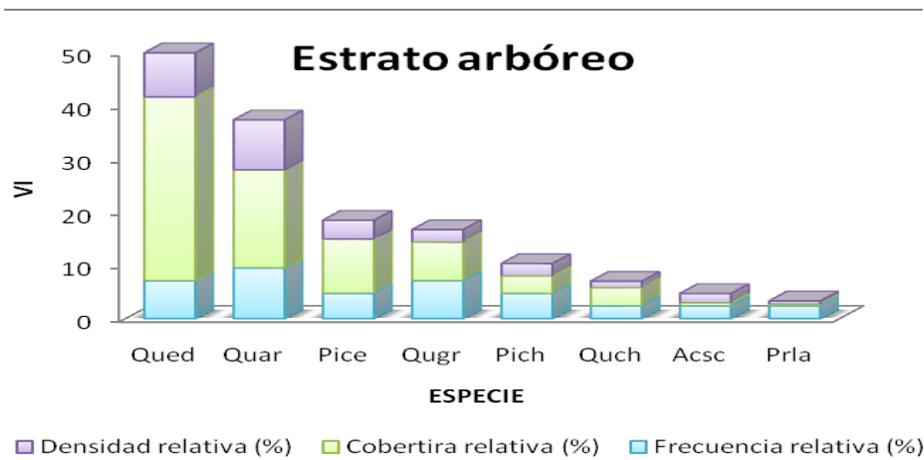


Figura 14. Parámetros estructurales del bosque de Encino-Pino. Especies: *Qued*: *Q. eduardii*, *Quar*: *Quercus arizonica*, *Pice*: *pinus cembroides*, *Qugr*: *Q. grisea*, *Pich*: *Pinus chihuahuana*, *Quch*: *Quercus chihuahuensis*, *Acsh*: *Acacia schaffneri*, *Prla*: *Prosopis laevigata*, *Mofr*: *Montanoa frutescens*, *Dovi*: *Dodonaea viscosa*, *Arpu*: *Arctostaphylos pungens*, *Gasp*: *Garrya sp.*, *Bote*: *Bouvardia ternifolia*, *Opdu*: *Opuntia durangensis*, *Agdu*: *Agave durangensis*, *Dadu*: *Dasyllirion durangense*

Otros elementos arbustivos que se presentan como acompañantes en este tipo de formación son: *Dalea bicolor* y *Perymenium sp.* y pocos individuos de *Bursera fagaroides* que esporádicamente se distribuyen en la zona. Considerando la relación entre la cantidad de individuos de la misma especie, puede notarse la tendencia sucesional de la vegetación de la zona hacia matorral, ya que no se encontró regeneración abundante de las especies dominantes. La proporción de entre individuos determina que las especies del género *Quercus* presenta una relación de 0.18 a 1; mientras que para el género *Pinus* la proporción es de 0.07. En conjunto se

estima una proporción de 0.29 a por cada individuo adulto. Se observa una considerable presencia de elementos arbustivos entre los cuales destaca *Dodonaea viscosa*.

Bosque de pino-encino

Esta comunidad se caracteriza por presentar asociaciones de *Pinus cembroides* con *Quercus arizonica* y *Q. eduardii* como elementos dominantes en el estrato arbóreo. El estrato arbustivo está representado por *Eysenhardtia polystachya*, *Trixis angustifolia*, *Dodonaea viscosa* y *Calliandra eriophylla*. Se desarrolla en sitios con suelo profundo y con buena disposición de materia orgánica, debido a que el dosel se presenta un poco menos espaciado por lo que la cubierta vegetal llega a cubrir el 85% del área. El intervalo altitudinal varía de 2080 a 2500 m snm, suele distribuirse en ambas vertientes de la sierra en laderas de pendientes algo pronunciadas (50%) y con exposición norte, noroeste y oeste preferentemente; no obstante, llega a ocupar también exposiciones sur y cenitales.

Pinus cembroides se encuentra mejor representado que *Pinus chihuahuana*, adaptándose a los ambientes más xéricos, por lo que presenta una mayor distribución en el área; su valor de importancia (78.23%) refleja la dominancia fisonómica de esta especie. Otras especies arbóreas características que forman parte de esta asociación son *Quercus arizonica* (31.73%) y *Q. eduardii* (12.55%), cuyo valor de importancia está determinado principalmente por su cobertura.

El estrato arbustivo está compuesto de elementos como *Bouvardia ternifolia* (11.11%), *Agave durangensis* (8.87%), *Perymenium sp.* (8.59%), crasas como *Opuntia robusta* (7.20%), *Eysenhardtia polystachya* (6.4%), y *Arbutus arizonica* (3.28%) los cuales presentan un valor ecológico alto debido a su densidad y a que se encuentran bien distribuidos dentro de esta asociación. Algunos de los elementos arbustivos juegan un papel muy importante en la interacción de las especies, ya que indican si un bosque se mantiene como primario o presenta vegetación de etapa sucesional,

como es el caso de *Dasyllirion durangense* (3.07%), *Arctostaphylos pungens* (3.18%) y *Dodonaea viscosa* (2.41%) (Figura 15).

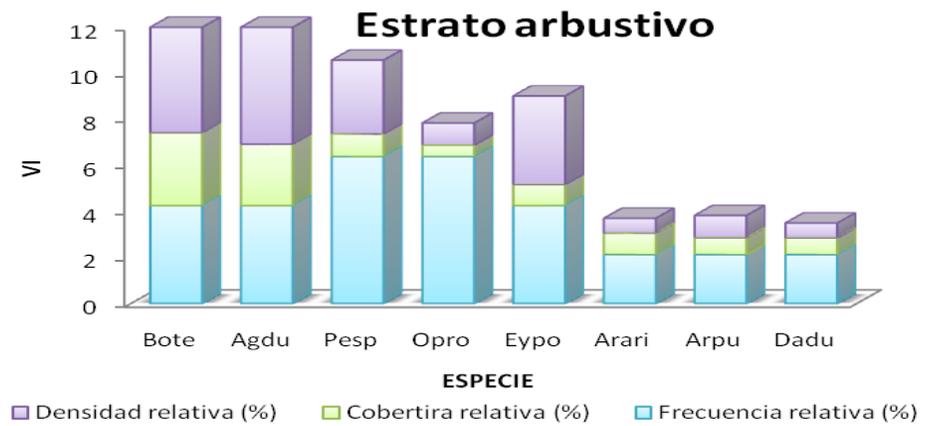
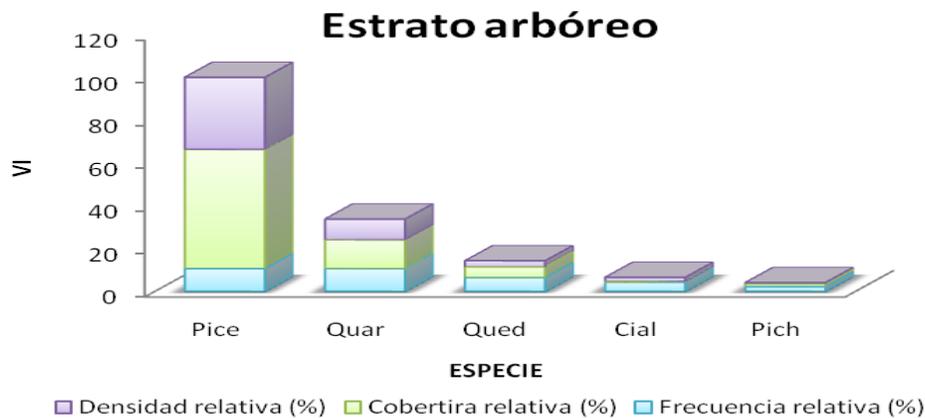


Figura 15. Parámetros estructurales del bosque de Pino-Encino. Especies: *Pice*: *Pinus cembroides*, *Quaar*: *Quercus arizonica*, *Qued*: *Q. eduardii*, *Cial*: *Citaxylum altamiranum*, *Pch*: *Pinus chihuahuana*, *Bote*: *Bouvardia ternifolia*, *Agdu*: *Agave durangensis*, *Persp*: *Perymenium sp.*, *Opro*: *Opuntia robusta*, *Eypo*: *Eysenhardtia polystachya*, *Arari*: *Arbutus arizonica*, *Arpu*: *Arctostaphylos pungens*, *Dadu*: *Dasyllirion durangense*.

La dominancia del estrato arbóreo corresponde a *Pinus cembroides*, que ostenta una mayor colocación dentro de los sitios muestreados; los elementos leñosos juveniles presentan una mayor densidad pero su regeneración es escasa. La proporción de los individuos de la especie dominante es 0.03, mientras que para los encinos en conjunto es de 0.01 a 1. Los elementos arbustivos asumen una amplia distribución que incide en una relación estrecha con el estrato arbóreo; es decir, la ausencia de regeneración indica la proliferación de los matorrales dentro del área.

5.1.2. Matorral xerófilo

Este tipo de vegetación se desarrolla en las partes semiáridas de la sierra El Registro, principalmente en sitios cuya elevación oscila entre 1924 y 2242 m snm, hacia el este, oeste y norte de la sierra. Puede estar representado por comunidades densas sobre depósitos aluviales, y abiertas en áreas con afloramiento rocoso y de pendiente ligera (5 – 30%). El estrato arbustivo alto está compuesto principalmente por asociaciones de *Acacia schaffneri* y *Prosopis laevigata*, los cuales pueden desarrollarse como árboles en sitios de suelo profundo principalmente hacia el norte de la zona; en sitios con mayor afloramiento rocoso, principalmente hacia el Este, se suelen encontrar asociaciones de *Opuntia durangensis* con *Acacia schaffneri* y *Dodonaea viscosa*. Mientras que en un estrato arbustivo más bajo están representados *Mimosa* sp., *Celtis pallida*, *Forestiera durangensis* y *Brickellia veronicaefolia*, así como *Opuntia durangensis*, *Cylindropuntia imbricata*, *C. leptocaulis*, *Agave durangensis* y *Dasyilirion duranguense* (Figura 16).



Figura 16. Matorral xerófilo

La especie con mayor valor ecológico es *Prosopis laevigata* (71.6%) ya que presenta cobertura y densidad muy alta; otra especie sobresaliente en esta asociación es *Acacia schaffneri* (42.2%) la cual está bien distribuida dentro de la zona, así como plantas crasas como *Opuntia durangensis* (35.9%). Los elementos arbustivos con valor ecológico muy representativo en función a su cobertura y densidad son *Montanoa frutescens* (11.39%), *Mimosa sp.* (11.3%), *Agave durangensis* (8.82%) y *Celtis pallida* (8.3%) (Figura 17).

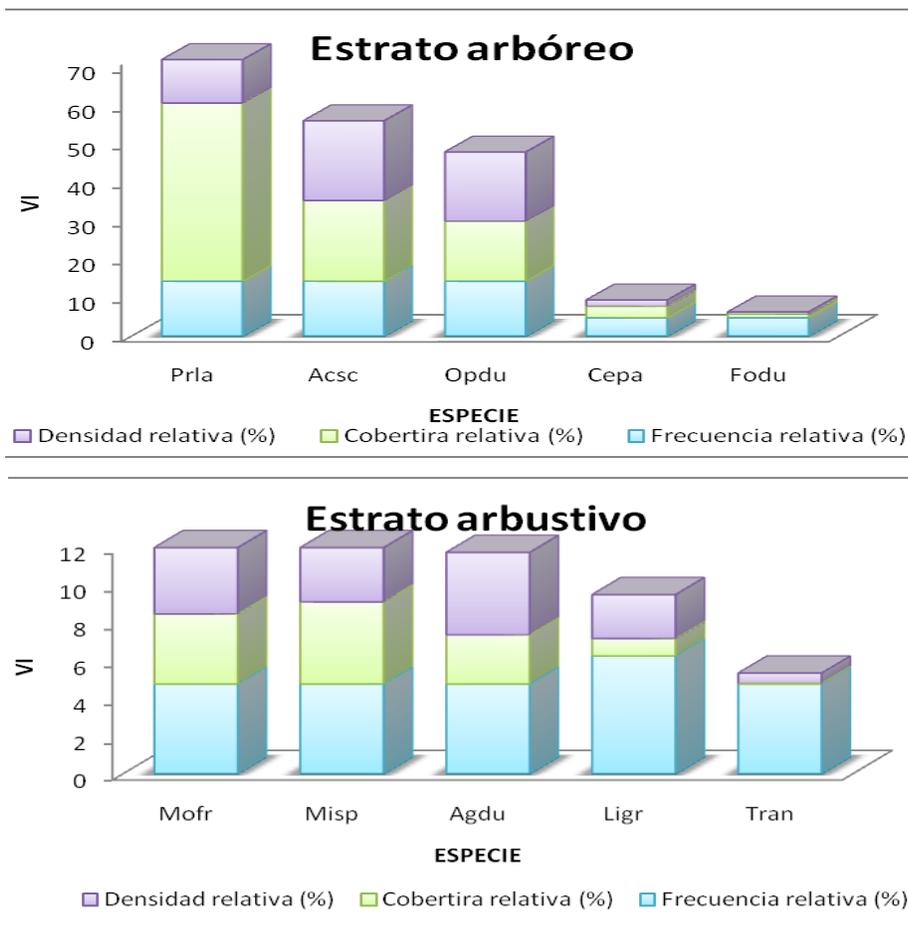


Figura 17. Parametros estructurales de Matorral xerófilo. Especies: Prla: *Prosopis laevigata*, Acsc: *Acacia schaffneri*, Opdu: *Opuntia durangensis* Cepa. *Celtis pallida*, Fodu. *Forestiera durangensis*, Mofr: *Montanoa frutescens*, Misp: *Mimosa sp.*, Agdu. *Agave durangensis*, Ligr: *Lippia graveolens*, Tran: *Trixis angustifolia*.

Se presenta una marcada tendencia de la proliferación de este matorral ya que la proporción de individuos juveniles y plántulas es alta (0.53 a 1); se observa una alta densidad de elementos arbustivos que asegura su permanencia.

5.1.3. Matorral Caducifolio

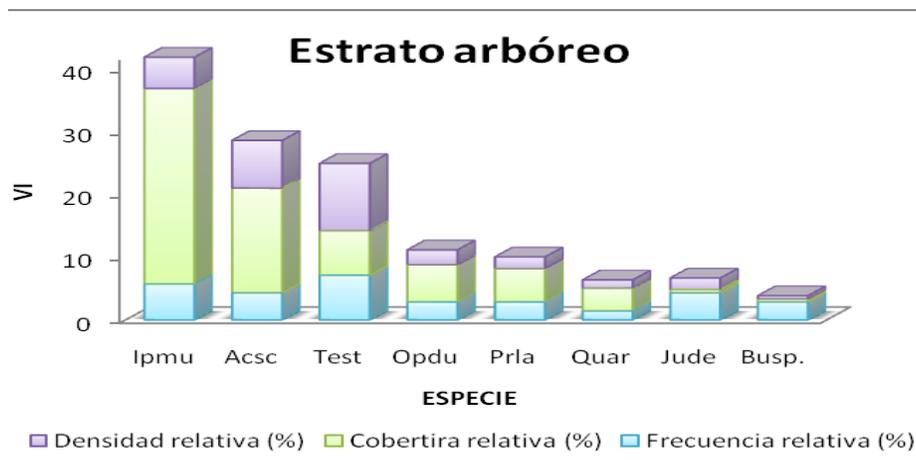
Este tipo de vegetación se introduce a través de la cañada formada por el río Mezquital y se presenta en la parte sur de la sierra. Representa a comunidades secundarias y de transición entre las comunidades xerófilas de la Altiplanicie Mexicana y los bosques tropicales de la Planicie Costera del Pacífico. Las especies representativas se presentan como arbustos leñosos que alcanzan los 4 m de altura, y que pierden sus hojas la mayor parte del año en respuesta al largo periodo de sequía. A medida que se asciende, estos elementos desaparecen y se sustituyen por otros de requerimientos más xéricos que se desarrollan en lomas contiguas, sobre suelo pedregoso. Entre los dominantes fisonómicos del matorral subtropical las asociaciones están representadas por *Ipomoea murucoides*, *Lippia graveolens* y *Fouquieria splendens*, asociados a elementos del matorral xerófilo como son *Acacia schaffneri*, *Opuntia durangensis* y *Prosopis laevigata* (Figura 18).



Figura 18. Matorral caducifolio. *Ipomoea murucoides*, *Agave durangensis*

Las especies mejor adaptadas son *Ipomoea murucoides* (43.87%), sobre laderas con exposición al sur y pendiente poco pronunciada; *Acacia schaffneri* (23.61%), en exposiciones al suroeste, asociada con *Tecoma stans* (17.84%); así mismo en sitios pedregosos y de pendiente ligera, se pueden presentar *Opuntia durangensis* (9.60%) *Prosopis laevigata* (.83%) particularmente en laderas de exposición sur. Conforme se aumenta la altitud, estos elementos se remplazan por *Quercus arizonica* (5.48%) y *Juniperus deppeana* (5.44%). En el estrato arbustivo inferior *Eysenhardtia polystachya* (12.12%), *Lippia graveolens* (11.22%) y *Agave durangensis* (11.18%) en laderas pedregosas; así mismo, *Bursera fagaroides* (3.67%) se suele presentar de manera aislada. Otro de los elementos arbustivos que aparecen dentro de este tipo de vegetación es *Montanoa frutescens* (10.20%), cerca de arroyos intermitentes (Figura 16). En sitios con alto grado de disturbio el matorral subtropical se ve desplazado por vegetación secundaria en la que dominan *Dodonaea viscosa* y *Dasyllirion durangense*.

Se compone de muy pocos elementos leñosos que componen el estrato superior, por lo que la dominancia se inclina hacia el estrato medio; la regeneración influye en la reducción de este matorral y la proliferación de elementos de disturbio.



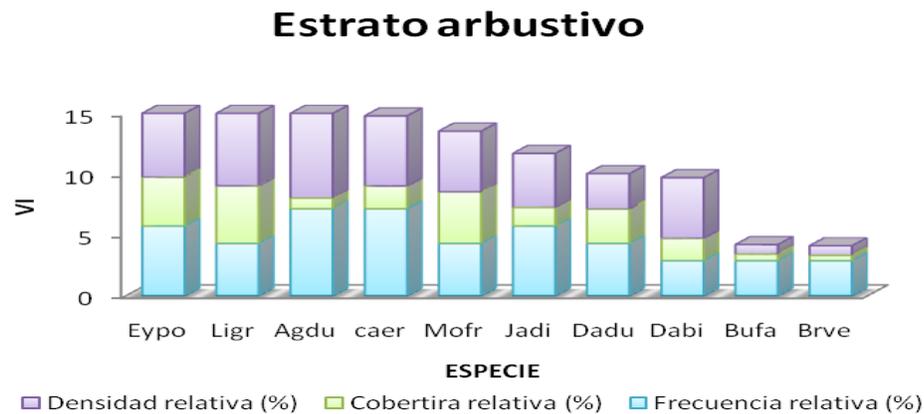


Figura 19. Parámetros estructurales del Matorral Caducifolio. Especies: *Ipmu*: *Ipomoea murucoides*, *Acsc*: *Acacia schaffneri*, *Test*: *Tecoma stans*, *Prla*: *Prosopis laevigata*, *Quar*: *Quercus arizonica*, *Jude*: *Juniperus deppeana*, *Busp*: *Bursera sp.*, *Eypo*: *Eysenhardtia polystachya*, *Ligr*: *Lippia graveolens*, *Agdu*: *Agave durangensis*, *Caer*: *Calliandra eriophylla*, *Mofr*: *Montanoa frutescens*, *Opdu*: *Opuntia durangensis*, *Dasy*: *Dasyllirion durangense*, *Dabi*: *Dalea bicolor*, *Bufo*: *Bursera fagaroides*, *Brve*: *Brickellia veronicaefolia*.

La proporción de los elementos arbóreos en relación con los juveniles es de 0.20 a 1 para el caso de *Ipomoea murucoides*. Así mismo *Acacia schaffneri* ostenta una proliferación de 0.11 individuos juveniles; por otra parte, las condiciones climáticas y geográficas permiten el desarrollo de una marcada densidad de elementos arbustivos de características xerófilas.

5.1.4. Vegetación secundaria

Este tipo de vegetación es aquella que reemplaza a la que existía en un sitio después de la remoción total o parcial de la vegetación original, ya sea por acciones naturales o antropogénicas. En el área de estudio éstas comunidades vegetales se desarrollan tanto en suelos con afloramiento rocoso como cubiertos por materia orgánica; se presentan entre los 1955 y 2300 m snm, en ambas vertientes de la sierra (este y oeste), en pendientes que varían entre 15 y 30%. Las especies dominantes fisonómicamente son *Dodonaea viscosa* y *Dasyllirion duranguense*, con frecuencia con elementos arbóreos aislados de *Quercus grisea*, *Opuntia durangensis*, *Prosopis laevigata* y/o *Acacia schaffneri* (Figura 20).

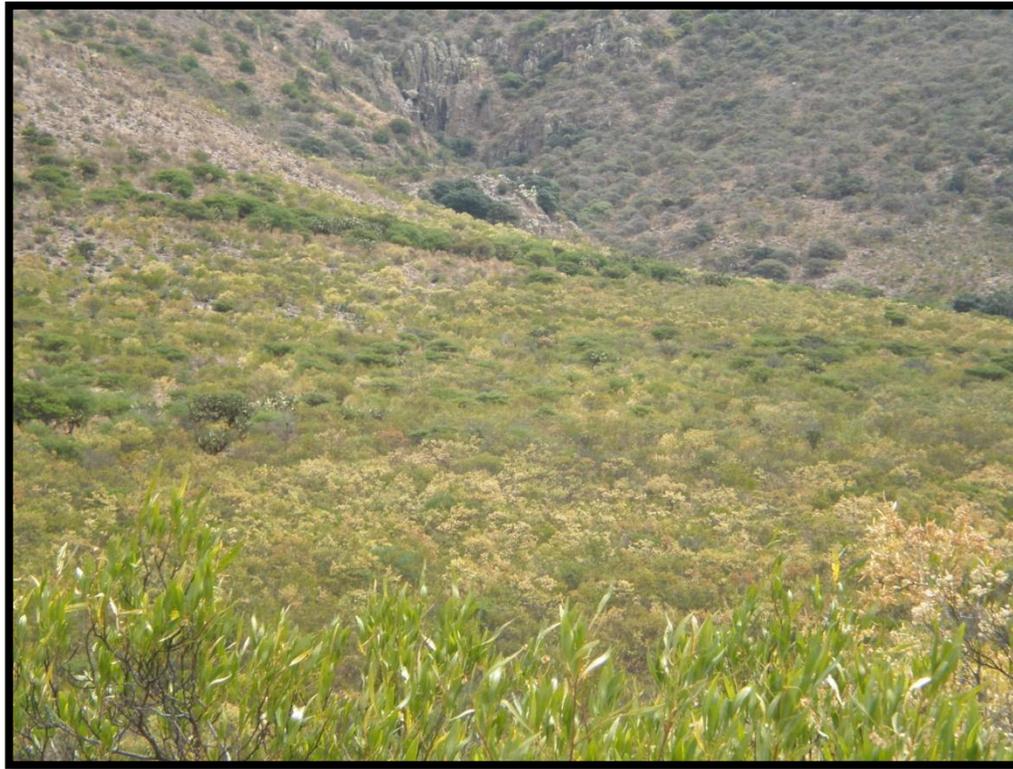


Figura 20. Matorral de *Dodonaea viscosa*.

El valor de importancia más alto registrado para las comunidades de vegetación secundaria en la Sierra El Registro es el de *Dodonaea viscosa* (31.16%); otros elementos que interaccionan en estas asociaciones son *Agave durangensis* (26.7%), *Dasyllirion durangense* (26.7%) y de forma esporádica individuos de *Quercus grisea* (12.8%) que posiblemente constituían el bosque antiguo (Figura 21).

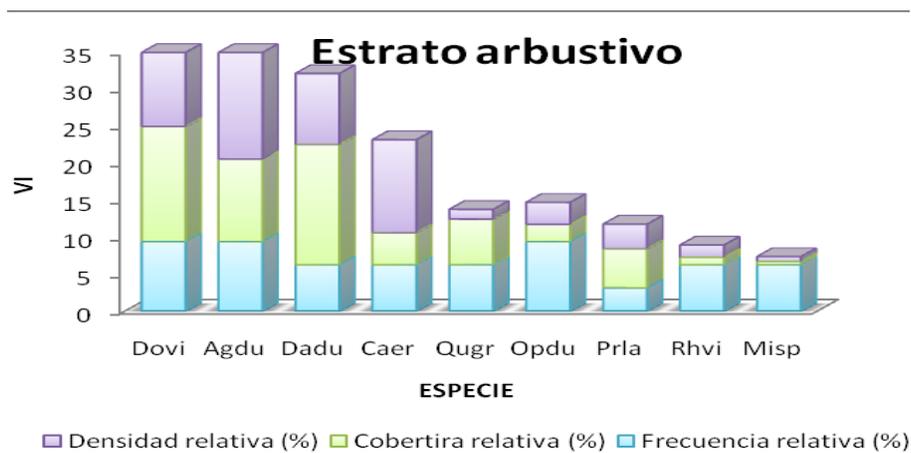


Figura 21. Parámetros estructurales de Vegetación secundaria. Especie: *Dovi*: *Dodonaea viscosa*, *Agdu*: *Agave durangensis*, *Dadu*: *Dasyllirion durangense*, *Caer*: *Calliandra*

eriophylla, *Qugr*: *Quercus grisea*, *Opdu*: *Opuntia durangensis*, *Prla*: *Prosopis laevigata*, *Rhvi*: *Rhus virens*, *Misp*: *Mimosa sp.*

Por otra parte, en áreas con fuerte afloramiento de roca madre o abundante pedregosidad, principalmente sobre el cordón de la sierra, se desarrolla matorral de *Arctostaphylos pungens*. La abundancia proporcional de los individuos incide en una mayor regeneración de estos elementos, ya que en conjunto las especies pueden alcanzar hasta 0.89 de proporción lo cual refleja la estrecha relación de los elementos constituyentes (55%).

Entre los impactos derivados de las actividades humanas en estos entornos, como son el pastoreo y la apertura de vías de comunicación, está la aparición de especies herbáceas favorecidas por el disturbio, principalmente *Melinis repens*, *Nicotiana glauca*, *Guilleminea densa*, *Amaranthus hybridus* y *Ricinus sp.*.

5.2. Índice de Diversidad

Dentro de las comunidades vegetales de la Sierra El Registro, fue posible registrar una gran variedad de especies herbáceas y arbustivas, mientras que la riqueza de especies arbóreas es relativamente reducida. Considerando solamente los datos cuantitativos de especies leñosas, se encontró que el bosque bajo alberga la mayor diversidad de especies ($H' = 0.93$) debido tanto a su mayor riqueza (número de especies) como a la uniformidad (equitatividad) de sus valores de importancia; por otra parte, el menor valor de este índice de diversidad fue para el matorral xerófilo ($H' = 0.22$), con la menor riqueza específica. El índice de diversidad general encontrado para la vegetación del área de estudio es $H' = 1.93$, con riqueza total de 50 especies leñosas.

Cuadro 3. Riqueza y diversidad de especies por comunidad

	BBA	MX	VS	MC
ESPECIES	38	11	16	27
H'	0.93	0.022	0.32	0.45

BBA: Bosque bajo abierto, MX: Matorral xerófilo, VS: Vegetación secundaria, MC: Matorral caducifolio.

El mayor número de especies leñosas se registró para comunidades de Bosque bajo abierto, lo cual incrementa de manera significativa el índice de diversidad, ya que este depende en parte del número de especies y en parte de su abundancia relativa (Brower y Zar, 1977).

La riqueza y la diversidad de las especies se estimó tomando en cuenta únicamente los elementos que se registraron en los muestreos; se considera que un análisis más detallado, considerando también las especies herbáceas aumentaría significativamente la riqueza florística del área (Anexo 2).

5.3. Similitud entre comunidades

La similitud florística de las unidades vegetacionales encontradas, fue determinada con el coeficiente de similitud de Jaccard. La mayor similitud se encontró entre el matorral xerófilo y la vegetación secundaria (43.47%), mientras que los otros tipos de vegetación comparten menos especies leñosas entre sí; la similitud entre el bosque bajo abierto y la vegetación secundaria es de 33.33%, mientras que el bosque bajo y el matorral xerófilo comparten 29.26% de las especies registradas para ambos ambientes; el bosque bajo abierto y el matorral subtropical comparten el 24% de las especies (Cuadro 4). La mayor relación entre el matorral xerófilo con comunidades secundarias puede explicarse por el hecho de que al situarse los matorrales en las partes de menor elevación de la sierra, los elementos xéricos están más sujetos al impacto de la perturbación antropogénica.

Cuadro 4. Similitud entre tipos de vegetación.

	BBA	MX	VS	MC
BBA	100	29.26	33.33	24
MX		100	43.47	26.47
VS			100	40
MC				100

Valores porcentuales derivados del Índice de similitud de Jaccard entre las comunidades estudiadas. BBA: Bosque bajo abierto, MX. Matorral xerófilo, VS. Vegetación secundaria, MC: Matorral caducifolio.

En la figura 22, se muestra el dendrograma resultante de la aplicación del índice de Jaccard mediante el programa SPSS; para explicar la semejanza entre las comunidades vegetales, se dividieron en grupos (A,B,C,D,E,F y G) por sitios de muestreo.

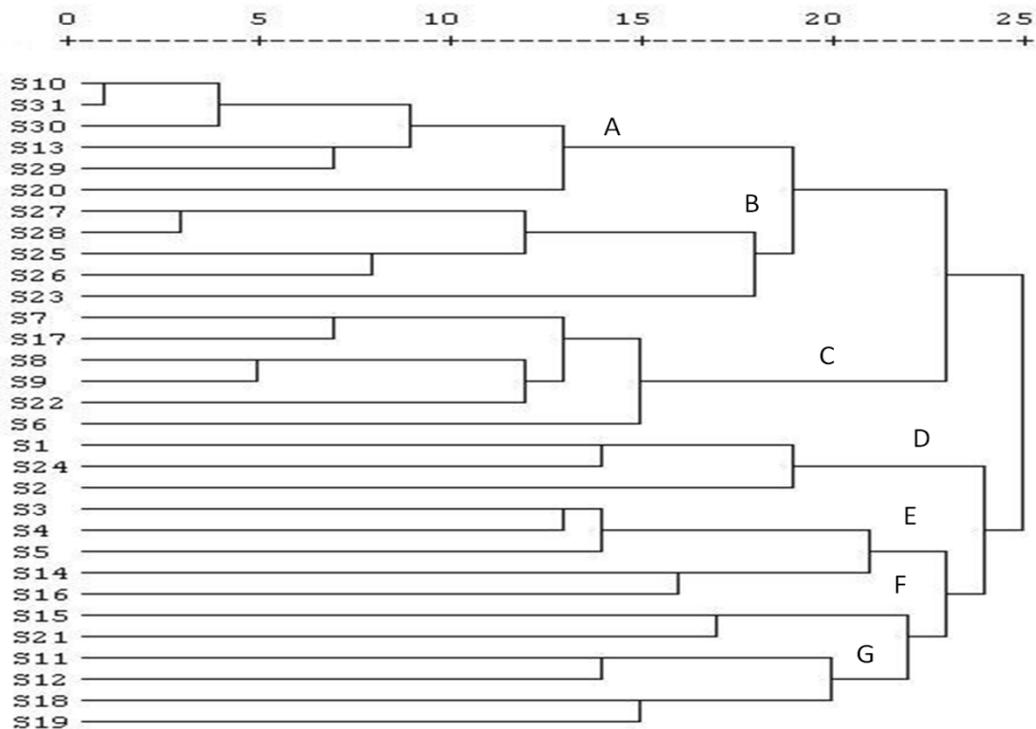


Figura 22. Dendrograma de clasificación jerárquica mostrando la semejanza entre sitios.

Así, el grupo A, presenta una mayor relación entre los sitios 10 y 31 (0.625) las especies características dentro de este grupo son *Dasyilirion durangense*, *Acacia schaffneri*, *Dodonaea viscosa* y *Agave durangensis*, así como arbustivas bajas como *Perymenium sp.* y *Dalea sp.*; los sitios 27 y 28 (grupo B), presentan un valor de relación alto (0.571) compartiendo especies como *Ipomoea murucoides*, *Agave durangensis* y *Lippia graveolens*; el sitio 23, se separa del conjunto debido a que presenta menos especies en común. Dentro del grupo C, la mayor relación se presenta entre los sitios 8 y 9 (0.538), ya que comparten especies de carácter xerófilo como *Acacia schaffneri*, *Agave durangensis* y *Opuntia durangensis*, que conforman las especies características para este grupo.

El grupo D, incluye elementos del bosque bajo abierto como *Quercus arizonica* y arbustivas como *Perymenium sp.*, la similitud se presenta entre los sitios 1 y 24 (0.364), el sitio 2 se separa por presentar especies como *Pinus cembroides* y *Q. conzatti* que actúan como dominantes fisonómicos del estrato arbóreo, las especies arbustivas *Perymenium sp.* y *Garrya sp.* mantienen una considerable dominancia; dentro del grupo E se presenta mayor similitud entre los sitios 3 y 4 (0.385); las especies que interactúan en el estrato arbustivo son *Montanoa frutescens*, *Trixis angustifolia*, *Agave durangensis*, así como algunos elementos de *Bursera fagaroides*, las especies con mayor distribución en el estrato arbóreo son *Pinus cembroides*, *Quercus arizonica* y *Q. eduardii*.

Dentro de los sitios del grupo F se presenta una presencia marcada de especies arbustivas atribuidas a los sitios 15 y 21 (0.312), donde sobresalen *Perymenium sp.*, *Eysenhardtia polystachya* y *Brickellia veronicaefolia* por su densidad. *Pinus cembroides* y *Quercus eduardii* son las especies arbóreas dominantes características, mientras que en el estrato arbustivo es posible encontrar *Arctostaphylos pungens*, *Trixis angustifolia* y *Montanoa frutescens*, entre otras especies. Los sitios agrupados en el grupo G, presentan en común especies como *Trixis angustifolia*, *Calliandra eriophylla* y *Dalea bicolor* con una relación de similitud alta (0.389) entre los sitios 11 y 12

5.4. Análisis bioclimático

Con la conjunción de los datos meteorológicos en el programa de análisis climático, se obtuvieron los parámetros e índices que caracterizan bioclimáticamente las estaciones seleccionadas (Cuadro 5). En función a ello, y considerando los datos geográficos de las estaciones, se estableció la disposición catenal de la vegetación potencial de la zona de estudio. El macrobioclima que se dispone, se considera como "Tropical", determinado tanto por su ubicación geográfica dentro de la cintura

tropical de la Tierra, como por el ritmo anual de sus temperaturas y precipitaciones (Rivas-Martínez, 2007).

Es a nivel de termotipo y ombrotipo, mismos que definen el piso bioclimático de una localidad, donde se establecen las diferencias del comportamiento bioclimático de la zona. Con base en el análisis de los datos bioclimáticos (It, Io) de las 6 estaciones consideradas, se obtuvieron los pisos bioclimáticos representados en el territorio. En el Anexo 3 se muestran los diagramas, índices y diagnosis bioclimáticas de las estaciones meteorológicas circundantes a la sierra.

Cuadro 5. Índices bioclimáticos de estaciones meteorológicas cercanas a la Sierra El Registro, Durango.

No.	CLAVE	ESTACIÓN	It	Io	TT	h	OT	h
1	10065	San Francisco del Mezquital El Mezquital	525	1.82	Termotropical	s	Semiárido	s
2	10046	El Mezquital El Mezquital	453	2.32	Mesotropical	i	Seco	i
3	10024	El Saltito Nombre de Dios	419	2.3	Mesotropical	i	Seco	i
4	10066	San José de Acevedo Nombre de Dios	404	2.27	Mesotropical	s	Seco	i
5	32148	Sombrerete Zacatecas	390	2.88	Mesotropical	s	Seco	s
6	10165	CEVAG Durango	371	2.55	Mesotropical	s	Seco	i

It: Índice de termicidad; **Io:** Índice ombrotérmico; **TT:** Termotipo; **OT:** Ombrotipo; **h:** Horizonte; **s:** Superior; **i:** Inferior

Dentro del macrobioclima Tropical, se reconocen para la zona de estudio los bioclimas Tropical Xérico ($1.0 > I_o < 3.6$), cuya distribución asciende hasta las zonas de mayor elevación de la Sierra. Así mismo se han considerado las variaciones de los valores térmicos estimadas por Rivas-Martínez (2007) para cada cien metros de altitud: 0.6°C en la temperatura media anual (T), 0.5°C a la temperatura media de las máximas del mes más frío (M) y un valor de 13 unidades al índice de termicidad (It,

lto). En este sentido, se identifican los termotipos y ombrotipos presentes en los diferentes rangos altitudinales (Cuadro 6). En la zona, el termotipo que presenta una mayor distribución corresponde al Mesotropical ya que ocupa de manera circundante los valles y laderas ubicadas al pie de la sierra, presentando ambos horizontes, inferior y superior, así como también las zonas de mayor elevación; mientras que el Termotropical se restringe a las depresiones de los valles ubicados al sur de la sierra con sólo un horizonte superior.

En cuanto a los ombrotipos, según la caracterización bioclimática, el más representativo corresponde al Seco según los valores ómbricos que se estiman de las estaciones; se distribuye en buena parte de la sierra, desde la planicie hasta determinados sitios de elevación considerable. En las zonas bajas de la vertiente sur y sureste se reconoce el ombrotipo Semiárido, vinculado a los enclaves de mayor termicidad y precipitaciones más bajas.

Cuadro 6. Pisos, horizontes, intervalos (It, Io) y rangos altitudinales de la Sierra El Registro, Durango.

Isobioclima	Intervalo (It)	Intervalo (Io)	Rango altitudinal (m)
Termotropical Superior semiárido superior	490 - 600	1.5 - 2.0	< 1600
Mesotropical Inferior seco inferior	405 - 490	2.0 - 2.8	1600 - 1800
Mesotropical Superior seco inferior	320 - 405	2.0 - 2.8	1800 - 2350
Mesotropical Superior seco superior	320 - 405	2.8 - 3.6	2350 - 2650

La integración del componente termotípico y ombrotípico permite definir los pisos bioclimáticos; para relacionar éstos con el contenido biofísico (pisos de vegetación - comunidades o formaciones vegetales-) se lleva a cabo una diagnosis de los principales atributos (estructurales, florísticos, ecológicos y catenales) que definen la vegetación potencial correspondiente a cada caso.

5.4.1. Piso Termotropical

Su distribución antecede los 1600 m de elevación, en las laderas sudorientales de la Sierra que vierten al río Mezquital; sólo se reconoce el horizonte Termotropical superior, ya que el horizonte inferior se distribuye hacia zonas de menor elevación, ya fuera del área de estudio. El ombrotipo presente en este piso, corresponde al Semiárido superior (1.5 – 2.0). *Prosopis* y *Bursera*, ocupan las zonas de menor elevación en el fondo de los valles; a medida que la pendiente aumenta otros géneros como *Ipomoea* y *Prosopis* aparecen a través de los enclaves de la Sierra. Debido a la extensión que ocupa este piso constituyen la vegetación potencial característica con mayor representatividad en el área, la cual se describe a continuación:

Comunidad de *Bursera* spp. - *Prosopis laevigata*

La estructura de esta comunidad, está representada por árboles bajos de 4 ó 5 m, de copa extendida que pierde sus hojas en la temporada de estiaje; se desarrollan sobre suelo profundo de deposición aluvial con humedad edáfica disponible. Entre los elementos dominantes destacan *Bursera excelsa*, *Bursera multijuga*, *Prosopis laevigata*, *Ceiba* sp. y *Agave vilmoriniana*; otras especies acompañantes de carácter xerófilo, procedentes del Altiplano Mexicano son *Acacia farnesiana*, *Opuntia* sp., *Celtis reticulata* y *Celtis pallida*.

Dentro de esta comunidad también hay representación de vegetación nitrófila como *Ricinus communis*, *Melinis repens* y *Nicotiana glauca*, atribuidos a la presencia del pastoreo excesivo o a la modificación del entorno por parte del hombre.

Esta comunidad se presenta por la cota altitudinal de los 1500 m y se distribuye principalmente por la vertiente del río Mezquital ubicado hacia el Sureste de la Sierra, a través del cual interaccionan elementos conspicuos subtropicales procedentes de zonas termófilas con especies vegetales de áreas en que la

precipitación constituye un papel limitante. El ombrotipo representado en dicha franja es el Semiárido Superior.

Comunidad de *Ipomoea murucoides* – *Prosopis laevigata*

Corresponde a un matorral subinerme que pierde sus hojas la mayor parte del año y comprende una estructura arbórea de 3 – 4 m. Se presenta en laderas extendidas sobre suelo delgado, en el que se desarrollan *Ipomoea murucoides* y *Prosopis laevigata* como dominantes fisonómicos y a medida que la pendiente se torna pronunciada, estos elementos tienden a presentar una posición de mayor espaciamiento por lo que gradualmente se ven reemplazados por otros elementos como *Opuntia durangensis*, *Acacia pennatula*, *Acacia neovernicosa*, *Fouquieria splendens*, *Lippia graveolens* y rosulifolias como *Agave durangensis* y *Dasylirion durangense*. A través de los arroyos de carácter intermitente se exhibe una introgresión de algunas especies como *Myrtillocactus geometrizans*, así como individuos aislados de *Bursera fagaroides* que se suelen encontrar bajo la protección de estas especies arbustivas o mesofruticadas.

Se localiza sobre de la cota de los 1600 m, preferentemente sobre laderas con exposición Sureste. Bioclimáticamente se presenta en el horizonte Termotropical con ombrotipo Semiárido superior.

5.4.2. Piso Mesotropical

Se distribuye a través de planicies y lomeríos que interconectan con laderas de la sierra. Este piso comprende la franja de mayor distribución altitudinal ya que su rango oscila de los 1700 a más de 2600 m. El ombrotipo representado es el Seco (horizontes superior e inferior). El Seco inferior (Io 2.0-2.8) se distribuye tanto al Sur como en ambas vertientes, por lo que domina la mayor parte del pie de la sierra; presenta como especies indicadoras a *Ipomoea murucoides* y *Acacia schaffneri* en el extremo sur, mientras que hacia el Este y Oeste las especies representantes son

Prosopis laevigata, *Acacia schaffneri*, *Opuntia durangensis* y *Celtis pallida* que toman un papel ecológico muy importante.

En el horizonte Seco superior (lo 2.8-3.6), se vincula vegetación que responde a condiciones ómblicas favorables para su desarrollo como es el caso de *Quercus spp.* y *Pinus cembroides*. Mientras que en el territorio restante, se presentan diferentes asociaciones vegetales del piso bioclimático que recaen en la vegetación potencial que se describe a continuación:

Comunidad de *Ipomoea murucoides* – *Acacia schaffneri*

La estructura de este microbosque está representada por árboles de porte bajo o achaparrados que alcanzan 3 ó 4 m de altura, su distribución espacial está sometida a la copa extendida de sus integrantes que se quedan sin hojas la mayor parte del año.

Como elementos más representativos de la vegetación potencial, se pueden encontrar a *Ipomoea murucoides* y *Acacia schaffneri*, dominantes en el estrato arbóreo; presenta una distribución restringida a laderas de pendiente pronunciada, con exposición sur; así mismo, se desarrollan formaciones de mesofruticadas como *Tecoma stans*, *Montanoa frutescens* y *Dalea sp.*, con estructura espacial densa. A medida que se asciende, la comunidad se entremezcla gradualmente con elementos de bosque bajo, formando una ecotonía particular en la cual se agrupan asociaciones de *Ipomoea murucoides*, *Acacia schaffneri* y *Quercus arizonica*, de los cuales este último se torna dominante con la elevación; los elementos arbustivos se reemplazan en lugares más protegidos de la insolación preferentemente aquellos con exposición noroeste, por especies como *Citharexylum altamiranum*, *Salvia keerlii* y *Eysenhardtia polystachya*, las cuales forman parches densos en los que es posible encontrar a algunos individuos de *Bursera fagaroides*. Por otra parte, en algunos lugares con suelo rocoso, se presentan individuos espaciados de *Ipomoea*

murucoides, acompañados por elementos arbustivos o rosetifolios como *Mimosa acanthocarpa* y *Dasyilirion durangense*.

La distribución de esta comunidad va de los 1800 a los 2100 m, desarrollándose sobre suelo lítico y ocupando el extremo sur del área de estudio; muestra una distribución abierta entre los elementos que la conforman. Su caracterización climática, corresponde al Mesotropical superior y puntualmente al ombrotipo Seco inferior.

Comunidad de *Dasyilirion durangense*

Esta comunidad cauli-rosulada, está dominada fisonómicamente por *Dasyilirion durangense* que interacciona con otros elementos arbustivos como es el caso de *Lippia graveolens* y *Calliandra eriophylla*; en situaciones de mayor pedregosidad y pendiente se incorporan *Agave durangensis* y *Yucca sp.* Aparecen además especies como *Melinis repens*, *Muhlenbergia spp.* y *Boutelua spp.* como dominantes gramínoideas en el estrato herbáceo. Por otra parte, en áreas de mayor elevación sobre la cota de los 2100 m, se asocia a *Dodonaea viscosa* la cual caracteriza por encontrarse en entornos sometidos a degradación.

Se distribuye a través del rango altitudinal de 1850 – 2100 m, hacia el sureste de la sierra; es una comunidad densa, bien distribuida en laderas con pendiente ligera y suelos algo someros. Aunque es una comunidad que se atribuye a las modificaciones antrópicas, bioclimáticamente se presenta en el piso Mesotropical superior con ómbrotipo Seco inferior.

Comunidad de *Acacia schaffneri* - *Prosopis laevigata*

Las especies características de este tipo de ecosistema se presentan bajo un nanobosque o fruticeda que llega a alcanzar los 3 ó 4 m de altura, con una cubierta vegetal que puede o no ser permanente, ya que se encuentra seca la mayor parte del año; la agrupación dominante fisonómicamente está constituida por *Acacia schaffneri* y *Prosopis laevigata* las cuales pueden tener una constitución densa en los lugares en los que se extiende la superficie; pero a medida que se asciende, las especies características se relevan por otras ocurriendo una transición con especies de mayor requerimiento ómbrico entre la fruticeda y el microbosque.

La composición de este tipo de comunidades es variada ya que se puede relacionar con la topografía y el tipo de suelo, por lo que en las zonas de menor elevación se forman asociaciones de *Acacia schaffneri* y *Prosopis laevigata* como especies dominantes, a ellos se asocian otras formas de vida como *Opuntia durangensis*, *Opuntia robusta*, *Cylindropuntia leptocaulis*, *Forestiera durangensis*, *Celtis pallida* y *Mimosa sp.*, mientras que en áreas de mayor pendiente y pedregosidad se encuentran *Agave durangensis*, *Dasyllirion durangense*, *Calliandra eriophylla*, *Eysenhardtia polystachya*, *Montanoa frutescens*, *Tecoma stans*, *Trixis angustifolia* y *Brickellia veronicaefolia*; a medida que se presenta una mayor elevación esta comunidad deja de tener presencia y otros elementos aparecen como es el caso de *Quercus chihuahuensis* y *Arctostaphylos pungens*, que al parecer el primero puede ser un relictos del bosque original y el segundo, una sucesión de este bosque.

El estrato herbáceo puede presentar una diversidad que responde a la perturbación originada en esta comunidad, ya sea por el pastoreo excesivo o la extracción de leña; las especies características son *Dichondra argentea*, *Eleusine indica*, *Sanvitalia procumbens*, *Cynodon dactylon*, *Evolvulus alsinioides*, *Melinis repens*; pero también se presentan especies de gramíneas indicadoras de buenos pastizales como *Bouteloua gracilis* y *Bouteloua curtipendula*.

Se desarrolla en las partes bajas de la sierra hacia la Altiplanicie mexicana sobre suelos de deposición aluvial del tipo luvisol de buen drenaje, mantiene presencia a través de una franja que circunda la sierra entre los 1900 a 2200 m, aunque por la vertiente oriental se puede presentar sobre los 2300 m, por lo que forma parte de la región semiárida. Bioclimáticamente se distribuye en el termotipo Mesotropical superior y el ombrotipo que lo representa corresponde al Seco superior.

Comunidad de *Quercus* spp. – *Pinus cembroides*

Este tipo de comunidad presenta un microbosque subperennifolio de estructura sencilla en los que interaccionan elementos arbóreos de 4 a 7 m de altura y conformados por asociaciones en los que la dominancia fisonómica corresponde a *Quercus arizonica*, *Quercus eduardii* y *Pinus cembroides*, aunque suelen presentarse otros elementos acompañantes como *Q. grisea* y *Pinus chihuahuana*, principalmente hacia el norte de la zona de estudio.

Bajo su dosel se desarrolla un estrato arbustivo en el que se encuentran especies con una distribución heterogénea, ya que en sitios donde el dosel se entremezcla, aparecen individuos de *Arbutus arizonica*; pero a medida que se torna abierto aparecen *Eysenhardtia polystachya*, *Mimosa acanthocarpa*, *M. dysocarpa*, *Lippia curtisiana*, *Calliandra eriophylla*, *Citharexylum altamiranum*, *Baccharis pteronioides*, los cuales se van remplazando entre sí, así como también algunos individuos de *Bursera fagaroides* que se distribuyen de manera esporádica en la zona de estudio. En ambientes de características ómblicas secas, *Montanoa frutescens* presenta una mayor densidad, principalmente en sitios pedregosos en los que se forman los afluentes intermitentes que se distribuyen hacia la Altiplanicie mexicana. Hacia las zonas de cresta el dosel arbóreo se torna más abierto y espaciado lo que favorece una mayor presencia de especies herbáceas; ya que en sitios con escasa cobertura arbórea se encuentran *Loeselia coerulea*, *Heterosperma pinnatum*, *Drymaria leptophylla*, *Gomphrena nitida*, *Sanvitalia procumbens*, *Zinnia peruviana* entre otras; sin embargo, a medida que se cierra, convergen otras especies de requerimientos

ecológicos y ómbricos diferentes como *Gnaphalium sp.*, *Asplenium sp.* y *Pleopeltis sp.* En función a la alteración de esta comunidad, en áreas en las que la vegetación original ha sido removida (ya sea por la presencia de incendios, pastoreo o por la extracción de madera), se pueden encontrar diferentes elementos arbustivos como *Arctostaphylos pungens* que se distribuye en manchones a lo largo de la sierra, presenta una mayor cobertura a medida que la distribución de los elementos de bosque dominante se vuelven esporádicos. *Dodonaea viscosa* y *Dasyllirion durangense* se entremezclan de manera discontinua en zonas perturbadas de menor elevación, los cuales tienden a sustituir a esta comunidad. Otros elementos de características xerófilas participan en la dinámica vegetacional como *Acacia schaffneri*, *Opuntia durangensis* y *Yucca sp.* los cuales determinan su presencia a medida que los requerimientos ómbricos disminuyen. Se pueden encontrar distribuidas en la zona algunas gramíneas como *Bouteloua gracilis* y *Bouteloua curtipendula* que dependiendo de la intensidad de presión ejercida en el área a consecuencia del pastoreo se asocian a algunas especies nitrófilas como *Eragrostis neomexicana*, *Heteropogon contortus* y *Melinis repens*.

Esta comunidad se presenta a partir de los 2300 m, se distribuye de una manera discontinua sobre suelos poco desarrollados procedentes del intemperismo de roca ígnea. Comprende el horizonte superior del piso Mesotropical de ombrotipo seco superior.

Mediante el análisis bioclimático llevado a cabo en el área de estudio se ha identificado la distribución y composición de las comunidades que constituyen la vegetación potencial a lo largo del gradiente altitudinal. En función a la conjetura morfológica, el sustrato y las diferentes exposiciones del terreno, se establece un modelo catenal de los pisos bioclimáticos y de las correspondientes comunidades que constituyen la vegetación potencial (Figuras 23 y 24).

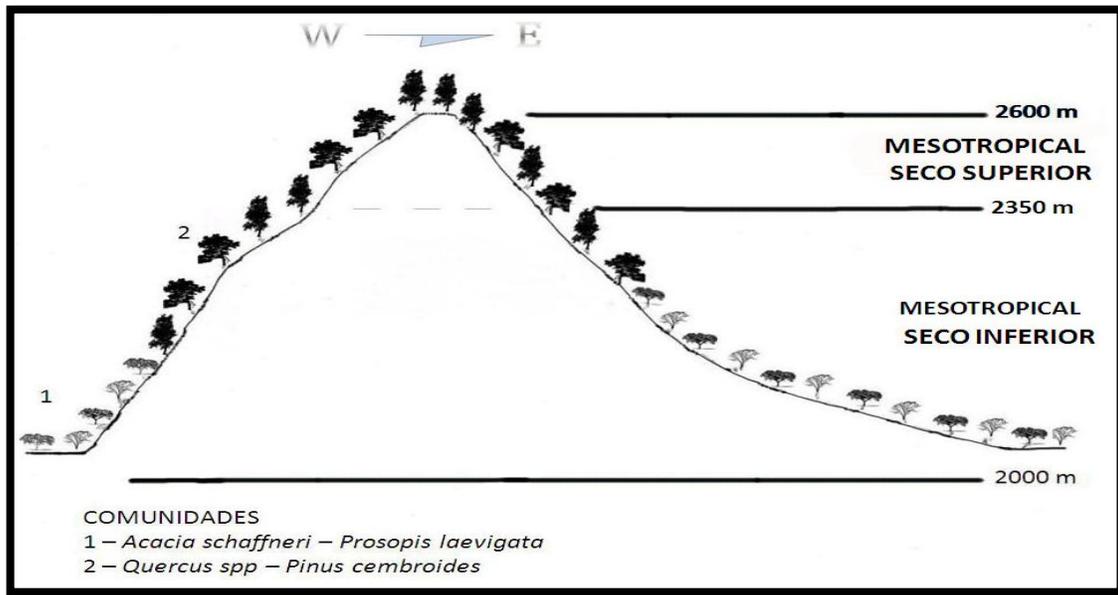


Figura 23. Catena de la vegetación potencial del territorio (Oriente - Poniente).

Se reconoce dentro del Macrobioclima Tropical, al bioclima Tropical Xérico. Se reconocen los termotipos Termotropical (horizonte superior) y Mesotropical (inferior y superior); los ombrotipos representados son el Semiárido y el Seco. En las partes más elevadas de la Sierra, su presencia está vinculada a una mayor precipitación y a una menor temperatura media, lo que favorece el que los valores del Índice ombrotérmico de eficiencia de la precipitación se incrementen.

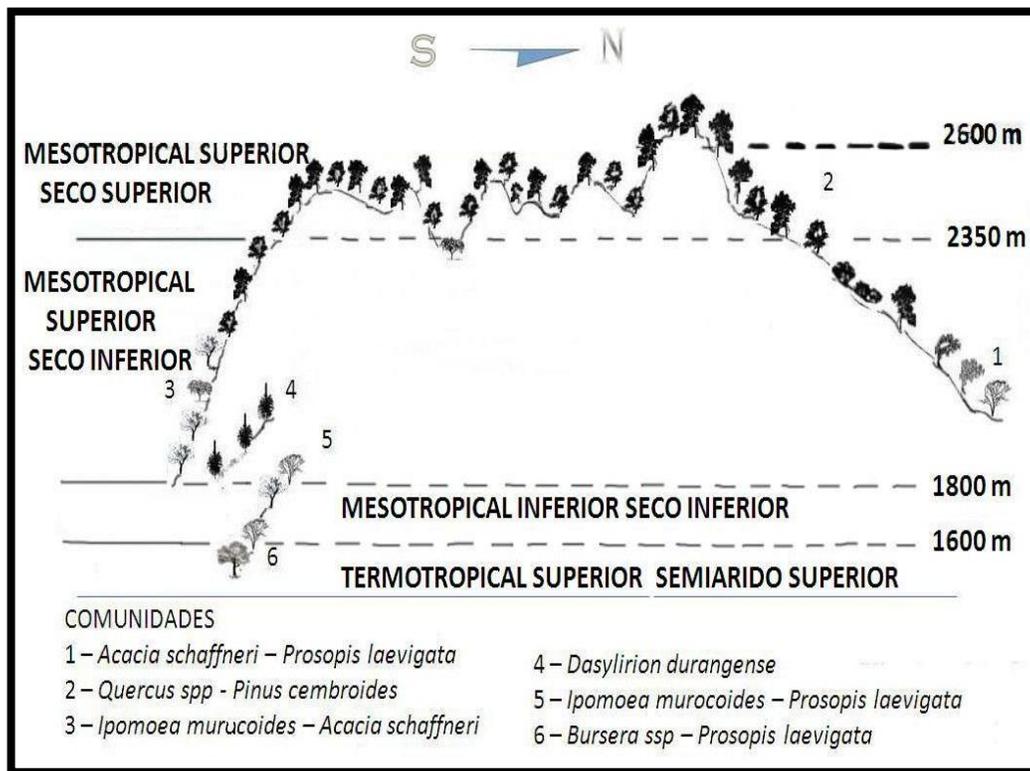


Figura 24. Catena de la vegetación potencial del territorio (Sur – Norte).

La vegetación potencial incluye diferentes tipos estructurales que responden a fruticedas arborescentes y microbosques; se relacionan en función de los valores que arroja el índice ombrotérmico a lo largo del gradiente altitudinal. Las arbustedas o fruticedas arborescentes se distribuyen a través del piso Termotropical y Mesotropical con ombrotipos Semiárido superior y Seco inferior, comportándose bien como vegetación potencial o como vegetación secundaria. Las diferentes comunidades se distribuyen en la zona en base a los requerimientos y condicionantes ecológicos, antrópicos y bioclimáticos que presentan. En este sentido se reconocen a *Bursera spp.* – *Prosopis laevigata* e *Ipomoea mucooides* – *Prosopis laevigata* como comunidades arraigadas al piso Termotropical. Dentro del piso Mesotropical, elementos de afinidad subtropical y xerófilos como *Ipomoea mucooides* – *Acacia schaffneri*, se restringen a las solanas xerofíticas de las laderas ubicadas al sur de la Sierra; en convergencia con la Altiplanicie Mexicana se encuentran comunidades de *Acacia schaffneri* – *Prosopis laevigata* y *Dasyllirion*

duranguense de menores requerimientos ómbricos a diferencia de los microbosques de *Quercus* spp. – *Pinus cembroides* que ocupan el horizonte superior de este piso, y en función al gradiente térmico, abarca las laderas y se interconecta con la cima en la que la comunidad de la masa forestal está constituida por *Pinus cembroides* – *Quercus arizonica*.

VI. DISCUSIÓN

El presente trabajo se llevó a cabo con la finalidad de determinar la composición y estructura de la vegetación, por lo que en los resultados obtenidos se muestran los diferentes tipos de vegetación dominante fisonómicamente localizados en el área de estudio. La heterogeneidad ambiental de la sierra El Registro permite el desarrollo de comunidades vegetales bien definidas en su composición vegetal.

Los factores climáticos, topográficos y edáficos originan los diferentes patrones de distribución de las especies y es probable que contribuyan a las variaciones en la estructura y composición de la vegetación (González-Rodríguez *et al.*, 2010). Los vientos provenientes del Océano Pacífico descargan la mayor parte de la humedad que transportan sobre la vertiente occidental de la SMO y debido a que Sierra del Registro se encuentra situada en la Altiplanicie Mexicana, solo una parte de estos vientos colisionan directamente sobre la zona de estudio. Los lineamientos del relieve se determinan por arroyos intermitentes que fragmentan el área y cuyo cauce drenan hacia el este y oeste; la humedad, tanto edáfica como ambiental, se condiciona a las cañadas profundas, ya que las laderas que presentan pendiente suave y los cordones de mayor elevación, reciben una mayor cantidad de radiación solar que reduce la humedad disponible, por lo que condiciona la aparición de individuos de poca altura de pino y encino con aspecto ramificado y generalmente de distribución espaciada.

La topografía general de la zona permite el desarrollo de diferentes formaciones vegetales con asociaciones bien representadas y se caracteriza por presentar componentes florísticos de diferentes requerimientos ómbricos. Las características edafológicas y climáticas, en relación a la topografía del área, juegan un papel determinante en la distribución de la vegetación, ya que se presentan rangos altitudinales que encausan la presencia de las comunidades vegetales. En este sentido, la vegetación xerofítica se distribuye a través de los enclaves en las estribaciones de la sierra, donde las condiciones térmicas y ómbricas permiten su desarrollo. El bosque bajo presenta una fuerte dominancia a mayor elevación, pero a

medida que se desciende, constituye manchones restringidos a zonas de ombría superior.

El bosque bajo abierto ocupa generalmente todas las exposiciones a través del rango altitudinal que va de los 2200 a los 2600 m (Figura 25), encontrándose mejor desarrollado y más denso hacia el Noroeste de la sierra; en menores elevaciones (2100 m) se presentan pequeños manchones de encino confinados a cañadas y se alternan por laderas con abundante presencia de gramíneas. En contraste, en el extremo Norte, Este y Sureste, se refleja la carencia de la humedad relativa en elementos menos desarrollados y más dispersos entre sí que pueden estar acompañados por vegetación secundaria, producto del impacto de las actividades humanas.

La vegetación existente parece estar relacionada con el intemperismo del sustrato geológico ya que la zona presenta una mayor dominancia de toba ácida. La posible explicación es que el material geológico dominante se encuentra más compactado o presenta menor porosidad que influye en la disponibilidad de humedad. Los suelos dominantes son litosoles, que se caracterizan por ser delgados (menos de 10 cm de espesor), limitados en continuidad por roca dura y asociados a sitios de mayor elevación, por lo que son fácilmente degradables. En este sentido, las asociaciones que estos suelos pueden sustentar van desde la aglomeración de elementos que conforman el bosque abierto de pino-encino (*Pinus cembroides*, *Quercus arizonica*, *Q. eduardii*) desarrollándose en suelos no muy profundos dispuestos en laderas y valles, hasta elementos como *Quercus chihuahuensis* que se pueden localizar aislados, posiblemente por exposición de roca madre ya que la condición topográfica no permite la acumulación de suelo reflejándose en la insuficiencia de humedad, o bien, este aislamiento probablemente sea debido a la deficiencia de minerales por alteración de la roca (González *et al.* 1993; Enríquez *et al.* 2003).

Pinus cembroides, se caracteriza por presentarse restringido a climas secos y generalmente en transición con otras formaciones vegetales como pastizales,

encinares y matorral xerófilo (Rzedowski, 2006); Luna-Cavazos *et al.* (2008) menciona que la distribución de esta especie hacia la Sierra Madre Occidental mantiene una composición florística más homogénea, en contraparte con la de la Sierra Madre Oriental donde presenta una mayor diversificación. *Quercus arizonica* y *Q. eduardii*, se suelen asociar a estos piñonares en ambientes relativamente xéricos en sitios de baja elevación (Zavala, 1998). A través del pisoteo continuo del suelo por parte de los animales en las pequeñas llanuras formadas por deposición de agregados, se desarrolla *Evolvulus alsinoides* y *Cynodon dactylon*, con marcada presencia, aunque también se suele encontrar a unos cuantos individuos con baja cobertura de *Cyperus manimae*.

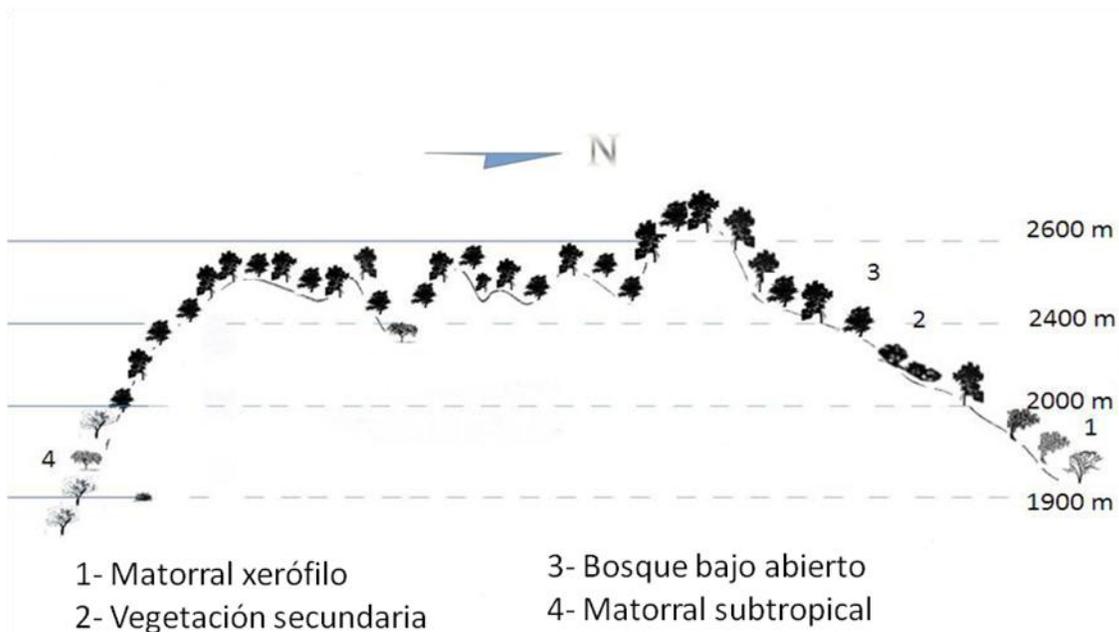


Figura 25 Perfil esquemático de la posición de los diferentes tipos de vegetación, en dirección Sur-Norte.

El matorral subtropical se encuentra restringido a la parte sur de la sierra y forma transición con los elementos del bosque bajo y el matorral xerófilo; se desarrolla por debajo de los 2000 m, preferentemente en laderas de exposición sur. La unidad de suelo dominante corresponde al Feozem, sobre terreno pedregoso que tiende a ser montañoso conforme se gana altura por lo que las pendientes sobrepasan 20%. Es

notoria la devastación de este matorral, ya que se observa la tala de algunos elementos constituyentes como es el caso de *Ipomoea murucoides*; esto trae consigo la apertura de claros que quedan susceptibles a la erosión, incrementando más la fragmentación en esta comunidad. Solano (1997) menciona que *Ipomoea murucoides* es la especie característica en este tipo de matorrales, que puede formar manchones densos y la apertura de claros pueden ser ocupados por algunas especies de gramíneas como *Melinis repens* y *Eleusine indica*.

La deposición aluvial en las partes bajas favorece la presencia de áreas de cultivo ya que hay una mayor cantidad de minerales presentes que los hacen aptos a la agricultura. Las formaciones vegetales presentes en las partes bajas se desarrollan sobre suelos cálcicos profundos superpuestos en roca sedimentaria conglomerada proveniente del cenozoico, los cuales han sido depositados en los valles o en los terrenos ondulados (INEGI, 1973). Sobre esta conglomeración de rocas y suelo aluvial se desarrollan elementos xerófilos que circundan el área en diferentes asociaciones complejas. Las unidades de vegetación que prevalecen en la planicie aluvial de esta sierra, se componen de una diversidad notable de especies arbustivas que pueden alcanzar 2 metros de altura. En la cara occidental, se presentan lomeríos de baja elevación los cuales preceden a una extensa llanura formada por la deposición de luvisol que permite el desarrollo de áreas agrícolas por su buena capacidad de aireación y saturación. *Acacia schaffneri* actúa como dominante fisonómico y se acompaña con otros elementos xerófilos como *Prosopis laevigata*, *Celtis pallida* y *Forestiera durangensis* extendiéndose de manera paralela a la orientación de la sierra a través de la cota altitudinal de 2000 m; se presentan de manera espaciada, pero en las bajadas de agua su posición se torna densa. Conforme el terreno se torna más elevado, ocurre una transición con los elementos del bosque bajo formando una zonación muy particular (Figura 26). Al sur, *Acacia schaffneri* tiende a distribuirse aisladamente y se asocia con *Quercus arizonica*, *Pinus cembroides* y *Juniperus sp.* ya que hay una mayor presencia de cañadas abruptas y lomas de pendiente pronunciada que dificultan su desarrollo; al norte, prevalecen otras formaciones que están en codominancia como *Prosopis laevigata* y

Acacia schaffneri, con las cuales alternan *Celtis pallida*, *Opuntia durangensis*, *Cylindropuntia leptocaulis*, *Condalia ericoides*, que se desarrollan sobre un suelo aluvial profundo, pero esta situación cambia a medida que la pendiente se torna más pronunciada y aumenta la presencia de rocas que favorecen a otros elementos como *Agave durangensis*, *Dasyilirion durangense* y *Yuca sp.* En el flanco oriental, se mantiene el mismo patrón y conforme a la distribución altitudinal, se intercambian elementos del bosque bajo con elementos xerófilos que a menudo se acompañan con densos matorrales de *Dodonaea viscosa*.

En torno a estos ambientes, algunos elementos florísticos denotan la presión que se ejerce sobre ellos, como *Eleusine indica* y *Guilleminea densa*, pasto y herbácea resistentes al pisoteo de los animales que se han distribuido en las partes abiertas, al igual que *Nicotiana glauca*, que han colonizado en sitios en los cuales se ha removido el sustrato, principalmente para hacer abrevaderos y vías de acceso; así mismo, en áreas en que el pastizal ha sido perturbado se encuentran *Eragrostis mexicana*, *Eragrostis cilianensis* y *Melinis repens*, principalmente.

Las actividades humanas que se realizan en la región han impactado consecuentemente a la vegetación; el cambio de uso de suelo preferentemente de vocación forestal a suelos de uso agrícola, confina la vegetación xerófila a matorrales dispersos en áreas no cultivables circundantes. La extracción de leña, postes para cerco y aprovechamiento de algunas especies, aunado al pastoreo excesivo de ganado, impactan en la conformación del bosque bajo, ya que la superficie se ha reducido y es ocupada por vegetación secundaria subsecuente al deterioro de estos ecosistemas.

Muchos de los matorrales de Durango, parecen corresponder a la fase final o clímax de una sucesión, pero otros son el resultado de la perturbación sobre los pastizales a causa del pastoreo excesivo, lo cual propicia la invasión de arbustos (González, *et al.* 2007). En la Sierra El Registro se presentan tanto matorrales de tipo primario como otros favorecidos por perturbación. Hacia el sureste, en áreas rocosas o con

fuerte afloramiento de roca, se desarrolla una comunidad densa de *Dasyllirion durangense* que se distribuye desde los 1700 - 2100 m de altitud, asociado a *Quercus sp.*, *Lippia graveolens*, *Agave durangensis* y *Dodonaea viscosa*.

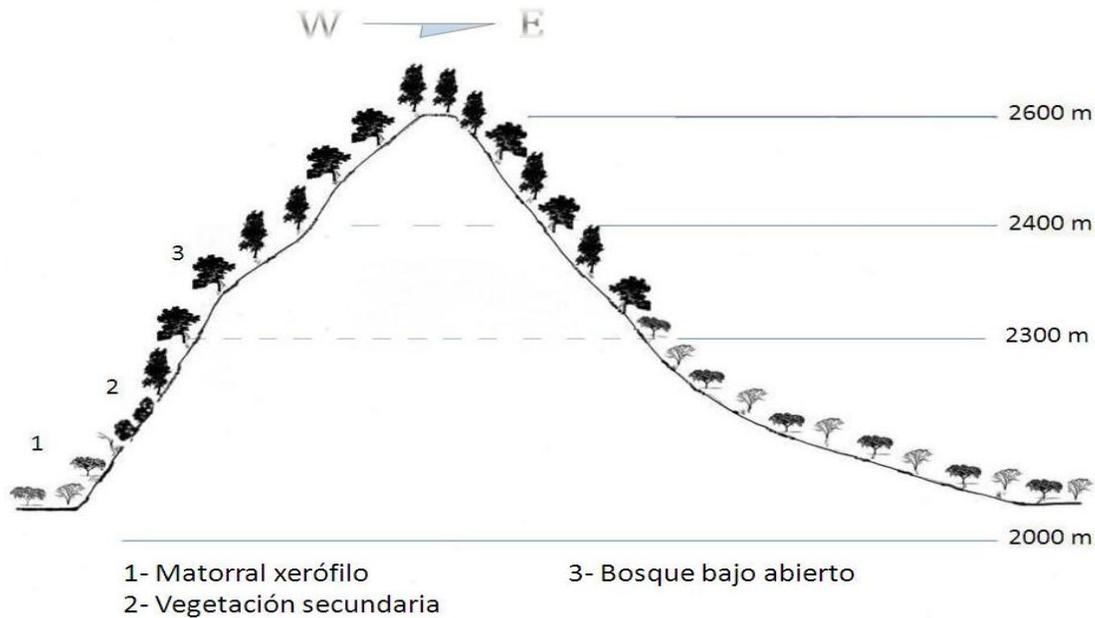


Figura 26. Perfil esquemático de la posición de los diferentes tipos de vegetación, en dirección Oeste-Este.

Dentro de los cambios generados por la alteración de los ecosistemas, una de las especies que mejor responde a estos cambios es *Arctostaphylos pungens*, la cual se distribuye hacia el centro y norte de la sierra, generalmente sobre exposiciones Norte y Este; constituye matorrales densos y su presencia puede impedir el crecimiento de otras especies o limitar la alimentación del ganado; pero también juega un papel importante dentro de la sucesión de comunidades ya que retiene suelo y sirve como alimento y refugio para algunas especies silvestres (Márquez *et al.* 2005; Márquez *et al.* 2006).

En áreas afectadas por el disturbio, *Dasyllirion durangense* y *Dodonaea viscosa*, se ven favorecidos y toman el lugar de los bosques de encino y tropical caducifolio que han sido eliminados por el fuego o la tala (González *et al.* 2007; Solano, 1997).

VII. CONCLUSIONES

La Sierra El Registro actúa como una zona de transición ya que en ella se desarrollan comunidades vegetales provenientes de la Altiplanicie Mexicana y de la Sierra Madre Occidental, las cuales suelen estar bien definidas en su composición y estructura.

Para la tipificación de las asociaciones vegetales, se consideró la dominancia fisonómica de las especies ya que con ello se ayuda a simplificar el reconocimiento de las comunidades en campo.

La composición de las diferentes comunidades reconocidas, varía conforme a la elevación. La vegetación característica sobre las partes altas de la sierra corresponde a bosques que se presentan en la transición entre los bosques templados y zonas de menor elevación. Como elementos dominantes del bosque bajo abierto se encuentran *Pinus cembroides*, *Quercus arizonica* y *Q. eduardii* formando bosques mixtos que se distribuyen en todas las exposiciones de la sierra; a ellos se asocian individuos de *Pinus chihuahuana* y *Quercus grisea* sobre este cordón montañoso; *Quercus arizonica* se asocia con *Q. conzatti* principalmente en cañadas donde las condiciones del relieve favorecen su desarrollo. Dentro del matorral xerófilo dominante, se reconoce a *Acacia schaffneri*, *Prosopis laevigata*, *Opuntia durangensis* y *Agave durangensis*; dentro del estrato arbustivo las especies con mayor dominancia son *Mimosa sp.*, *Celtis pallida* y *Forestiera durangensis* que se asocia en lugares de menor pendiente. Las condiciones tanto de suelo como de microclima, son indispensables para que se presenten elementos subtropicales, que ocurren en una fase de sucesión del bosque tropical a consecuencia de la presión ejercida por el hombre; la especie representativa es *Ipomoea murucoides* que se encuentra asociada con algunos elementos de *Acacia schaffneri*, *Rhus virens*, *Agave durangensis* y algunos individuos de *Pinus cembroides* y *Quercus arizonica*.

Dentro de las comunidades, se identifica también a vegetación secundaria que es producto de la alteración de la vegetación original, pero que incide en la diversidad de la zona.

Con base en la baja regeneración registrada durante los muestreos, se deduce que el bosque bajo abierto presenta una tendencia a reducir la superficie que ocupa en la Sierra El Registro y a ser reemplazado por elementos de matorral xerófilo y vegetación secundaria.

Mediante el análisis bioclimático y con base en los datos obtenidos de las diferentes estaciones meteorológicas seleccionadas se reconoce que la zona de estudio se encuentra situada dentro del macrobioclima Tropical y en el Bioclima Xérico. Dentro del bioclima se localizan los pisos bioclimáticos que marcan la distribución de la vegetación en relación a los índices térmicos y ómbricos. En este sentido se reconocen cinco comunidades climáticas y una edafófila.

Como consecuencia del sobrepastoreo, la deforestación y los incendios forestales, se presentan en la zona suelos degradados que solo pueden soportar especies bioindicadoras en este tipo de biotopos, como es el caso de *Dodonaea viscosa*, que presenta una distribución heterogénea en la mayor parte de la Sierra y la puede circunvalar formando matorrales densos en la planicie o espaciados en la cima de la misma, donde su dominancia se reduce. *Arctostaphylos pungens* domina sobre la cresta de la sierra y presenta con una marcada presencia donde la masa forestal ha sido modificada. Otra de las especies bioindicadoras es *Dasyilirion durangense*, que se distribuye en áreas de sustitución sobre suelos delgados al sureste de la zona de estudio. En este sentido, se puede determinar que en el desarrollo del suelo el material parental, la topografía y la vegetación, mantienen una estrecha relación. Por lo que es necesario realizar actividades conducentes a la restauración de la cubierta vegetal y que proporcionen una integración eficaz de los servicios ambientales que ésta brinda.

Se reconocen 63 familias de plantas, de las cuales las mejor representadas en función a las especies dominantes son Fabaceae, Poaceae, Asteraceae, Cactaceae, Verbenaceae y Fagaceae.

Con este estudio se contribuye al conocimiento de las comunidades vegetales de un ramal de la SMO ubicado hacia el interior del Estado, lo cual es fundamental para lograr el óptimo manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.

VIII. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Considerando los resultados obtenidos de la composición y estructura de la vegetación en la Sierra El Registro, Durango se recomienda lo siguiente:

1. Establecer presas filtrantes en las áreas degradadas por escorrentía, con el objeto de lograr la retención de suelo, disminuir la cantidad de escurrimiento y lograr la mayor infiltración; así como lograr su conservación. Aunque el establecimiento de dichas obras pueden ser costosas; se sugiere emplear el material disponible del lugar.
2. Llevar a cabo actividades de reforestación con especies nativas de la zona con la finalidad de reducir la de degradación de estos ecosistemas; para tener mayor viabilidad de las especies y lograr un óptimo establecimiento, se sugiere que las áreas a reforestar sean de poca superficie.
3. En las áreas donde exista mayor acumulación de materia orgánica, es necesario realizar acomodo de la misma con la finalidad de reducir el impacto de los incendios forestales que se pudieran presentar en la zona. Así mismo, se recomienda que en las laderas con mayor degradación se acomode el material vegetal muerto a manera de franjas; esto proporcionaría la disminución del escurrimiento superficial y aumentaría la humedad edáfica lo que favorecería la regeneración.
4. Promover la conservación de áreas en las que la cubierta vegetal sea abundante, para favorecer la intercepción e infiltración de la precipitación.
5. Se sugiere hacer un inventario florístico de mayor detalle en la zona para contar con mayores elementos en la elaboración de planes de manejo y contribuir con la riqueza de la flora del estado.
6. Se sugiere que en las áreas de cultivo abandonadas ubicadas al pie de la sierra, se implemente un sistema agroforestal. Esto permitiría la recuperación de estas zonas y se contribuiría al incremento de la masa forestal, se reduciría la erosión hídrica y eólica, además de aportar materia orgánica al suelo.

7. Se recomienda llevar a cabo campañas de concientización acerca de la importancia de los recursos naturales y los servicios ambientales que generan a los habitantes aledaños a la zona.

LITERATURA CITADA

Aguado S., G. A., E. García M., C. Velasco G. y J. L. Flores F. 1996. Importancia de los elementos climáticos en la variación florística temporal de pastizales semidesérticos. *Acta Botanica Mexicana* 35: 65-81.

Almeida I., A., J. Giménez A., M. Cleef y A. González T. 2004. Las comunidades vegetales del zacatonal alpino de los volcanes Popocatepetl y Nevado de Toluca, Región Central de México. *Phytocoenologia* 34(1): 91-132.

Brower, J. E. & J. H. Zar. 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm.C. Brown Company Publishers, 194 p.

CETENAL. 1973. Carta edafológica, Santiago Bayacora, escala 1:50 000 F13-B12. Basada según clasificación FAO/UNESCO 1968.

Cortés-S, P.S. 2003. Estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en el costado oriental de la serranía de Chía (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia* 25(1): 119-137. En: <http://www.unal.edu.co/icn/>.

Enríquez E., D.E.; S .D. Koch, y M. S. González E.. 1993. Flora y vegetación de la Sierra de Órganos, municipio de Sombrerete, Zacatecas, México. *Acta Botánica Mexicana* 64: 45-89.

Flores T., J. A. 2002. Análisis estructural de la vegetación arbustiva y arbórea del cerro del Centinela, Sierra de Jimulco, municipio de Torreón, Coahuila, México. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Biología, Centro de Estudios Ecológicos. UJED. 31 p.

García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Ed. Enriqueta García de Miranda, 4ª Ed., México, D. F. 220 p.

Gentry, H. S. 1957. *Los Pastizales de Durango*. Edic. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. México, D.F. 361 p.

Gentry, H. S. 1982. *Agaves of Continental North America*. The University of Arizona Press. Tucson.

Giménez A., J., O. González C. Rivas-Martínez S. 2010. Pisos de vegetación de la Sierra Catorce y territorios circundantes, San luís Potosí, México. En prensa.

Giménez A., J., S. Rivas-Martínez y A. Penas. 1999. Mapa bioclimático de México. 42nd Annual Symposium of de IAVS. Bilbao.

Giménez A., J., M. Ramírez I. y M. Pinto. 2003. Las comunidades vegetales de La sierra de Anganguero (estados de Michoacán y México, México): clasificación, composición y distribución. *Lazaroa* 24: 87-111.

González C. O. 2006. Pisos de vegetación de la Sierra de Catorce y territorios circundantes, San Luis Potosí, México. Tesis Doctoral, Universidad de Matehuala, México.

González E., S., M. González E. y A. Cortés O. 1993. Vegetación de la Reserva de la Biosfera "La Michilía" Durango, México. *Acta Botanica Mexicana* 22: 1-104.

González E., M. 1996. Análisis de la vegetación secundaria de Linares N. L., México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. 103 p.

González E., M., M.S. González E., J.A. Tena F. y A. García A. 1997. Florística de áreas protegidas en el estado de Durango (Vegetación del Parque El Tecuán, Durango). Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional-Durango. Departamento de Botánica. 33 p.

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

IMTA. 2006. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC III) versión 1.0.

INECOL. 2004. Instituto Nacional de Ecología. Diversidad biológica de El Salto del Agua Llovida municipio de Durango, Dgo. Informe Técnico. 69 p.

Inzunza C. J. 2005. Clasificación de los climas de Köppen. Ciencia...Ahora, No. 15, Año 8: 14

Izco J., E. Barreno, M. Brugués. M. Costa, J. Devesa. F. Fernández, T. Gallardo, X. Llimona, E. Salvo, S. Talavera y Valdés B. 1997. Botánica. Bioclimatología. Ed. McGraw-Hill Interamericana de España., S. A. U. 607 – 683.

INEGI. 1988. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Carta de Uso de Suelo y Vegetación, F13-2 Escala 1: 250,000, El Salto. Durango.

INEGI. 1988. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Carta Geológica, F13-2 Escala 1: 250,000, El Salto. Durango.

INEGI. 1988. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Carta de Aguas Superficiales, F13-2 Escala 1: 250,000, El Salto. Durango.

INEGI. 1989. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Carta de Aguas Subterráneas, F13-2 Escala 1: 250,000, El Salto. Durango.

INEGI. 1990. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Carta de Efectos Climáticos, F13-2 Escala 1: 250,000, El Salto. Durango.

INEGI. 1999. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Carta Topográfica, F13B12 Escala 1: 50,000, Santiago Bayacora. Durango.

INEGI. 2004. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Cuaderno Estadístico Municipal del municipio de Durango. 3 – 21p.

INEGI 2008.. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México. Guía para la Interpretación de Cartografía. Edafología. 28p.

Louman, B. 2001. Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con énfasis en América Central. En

<http://books.google.es/books?id=e88HhetPW4QC&printsec=frontcover&dq=factores>

+que+influyen+en+la+composici%C3%B3n+de+la+vegetaci%C3%B3n&source=gbs_summary_s&cad=0#PPP1,M1 (Consulta: 25/11/08).

Luna-Cavazos, M., A. Romero M. y E. García-Moya. 2008. Afinidades en la flora genérica de piñonares en el norte y centro de México: un análisis fenético. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 449-458.

Macías R., M. A. 2009. Estudio de las Relaciones entre Zonobiotas, Bioclimas y Vegetación en la Costa del Pacífico Norteamericano. Tesis Doctoral, Universidad de Alcalá, España

Maciel N., J. F. 2007. Diversidad florística de la cascada El Salto del Agua Llovida y áreas aledañas a la Sierra del Nayar, Municipio de Durango, Dgo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales. UJED. 66 p.

Márquez-Linares M. A., E.J. Treviño G. y E. Jurado. 2005. Reemplazo de áreas arboladas por chaparrales y comunidades herbáceas en el periodo 1970-2000 en una microcuenca de Durango, México. *Investigaciones Geográficas (Mx)*, Universidad Autónoma de México, Distrito Federal, México. 54-55 p.

Márquez L., M. A., E. Jurado y .C. López G. 2005. Efecto del fuego en el establecimiento de *Arctostaphylos pungens* HBK., en ecosistemas templados semihúmedos de Durango, México. *Madera y Bosques* 11(2): 35-48.

Márquez L., M.A., E. Jurado y S. González E. 2006. Algunos aspectos de la biología de manzanita (*Arctostaphylos pungens* HBK.) y su papel en el desplazamiento de bosques templados por chaparrales. *Ciencia UANL* 9(1): 57-64.

Maysilles, J. H. 1959. Floral relationships of the pine forests of western Durango. Mexico. Tesis Doctoral. University of Michigan, Ann Arbor. 165 p.

Medina G. G., P.G. Díaz, H.J. López, J.A. Ruíz C. y S. M. Marín. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Durango (Periodo 1961-2003). Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Libro Técnico No. 1: 211.

Mitchell, K. 2007. Quantitative Analysis by the Point-Centered Quarter Method. Department of Mathematics and Computer Science, Hobart and William Smith Colleges Geneva, NY 14456. 34 p.

Moreno E., C. 2000. Métodos para medir la biodiversidad. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 83 p.

Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. New York. 547 p.

Peinado L., M., C. Bartolomé, J. Delgadillo y I. Aguado. 1994. Pisos de vegetación de la Sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. *Acta botánica mexicana*, No. 29: 1-30.

Peinado L., M., M.A. Macías, J. Delgadillo y J.L. Aguirre. 2006. Major plant communities of North America's most arid region: the San Felipe Desert, Baja California, México. *Plant Biosystems* 140(3): 280-296.

Peinado L., M., M.A. Macías, J.L. Aguirre y J. Delgadillo. 2008. Bioclimates and vegetation along the Pacific basin of Northwestern Mexico. *Plant Ecology* (en prensa).

Peinado L., M., A.L. Monje y J.M. Martínez P. 2008. El Paisaje vegetal de Castilla-La Mancha. Manual de Geobotánica. Editorial Cuarto Centenario. 609 p

Peinado L., M., M.A. Macías R., J.L. Aguirre M. y J. Delgadillo R. 2009. Fitogeografía de la costa del Pacífico de Norteamérica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. Vol. 66 (2): 151-194.

Reyes H. H., R. M. Aguilar, J. R. Aguirre R. y V. I. Trejo. 2006. Cambios en la cubierta vegetal y uso de suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México, 1973-2000. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 59: 26-42.

Rivas A., B. 2004. Estructura y análisis de crecimiento de *Pinus lumholtzii* Rob. & Fern. en el Sur del Estado de Durango. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales. UJED. 64 p.

Rivas-Martínez, S. 1997. Syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America, I (Compendio sintaxonómico de la vegetación natural potencial de Norteamérica, I). *Intinera Geobotánica* Vol. 10:5-148.

Rivas-Martínez, S., D. Sánchez-Mata y M. Costa. 1999. North american boreal and western temperate forest vegetation (Syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America, II). *Intinera Geobotánica* Vol. 12: 5-316.

Rivas-Martínez, S. 2007. Mapa de series, geoserias y geopermaseries de vegetación de España. Memoria del mapa de vegetación potencial de España, parte I. *Intinera Geobotánica* Vol. 17: 5-436.

Rivas-Martínez, S. 2008. Globalbioclimatics, En: <http://www.globalbioclimatics.org>. Consulta: 23/02/10.

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ª Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 544 p.

Sánchez S. N. y L. R. Garduño. 2008. Algunas consideraciones acerca de los sistemas de clasificación climática. *Contactos* 68: 5-10.

SEMARNAT. 2005. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México. 130-140 pp.

Solano H., L. 1997. Estudio florístico y descripción de la vegetación del municipio de Asunción Cuyotepeji, distrito de Huajuapán de León, Oaxaca. *Polibotánica* 5: 37-75.

Thornthwaite W., C. 1931. The climates of North America: According to a new classification. *Geographical Review*. Vol. 21 No. 4: 633-655.

Unzueta A., E. 1994. Análisis geomorfológico y de la vegetación de la microcuenca Arroyo Santiago Bayacora, Durango. Tesis de licenciatura. Escuela de Ciencias Forestales, UJED. Durango, México. 79 pp.

Zavala C., F. 1998. Observaciones sobre la distribución de encinos en México. Polibotánica 8: 47-64.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del Instituto Politécnico Nacional, por profesionalizarme y cumplir con esta meta.

Agradezco al comité tutorial integrado por la Dra. María del Socorro González E., Dra. Martha González E., Dra. Yolanda Herrera A., M. en C. Irma Lorena López, Dr. Armando Cortés O. y al Dr. Marco A. Márquez; por todas las aportaciones y sugerencias en la mejora de este trabajo.

A la Dra. Socorro González, por toda su disponibilidad y su tiempo, por sus consejos acertados y por los conocimientos transmitidos.

Así mismo, agradezco al Dr. Joaquín Giménez de A. investigador de la Universidad de Santiago de Compostela por su amistad, tiempo, atención y su valiosa ayuda en el análisis bioclimático de la zona.

A la M. en C. Consuelo Medina, por su amistad y sus valiosos consejos.

A mis amigos: M en C. Ignacio Arroyo y M. en C. Daniel Sierra, por su gran apoyo y determinación en la toma de datos de campo.

A mis compañeros de generación por su amistad y su solidaridad.

ANEXO 1.

**Catalogo de plantas vasculares registradas, colectadas y ocurrentes dentro del
área de la sierra El Registro, Durango.**

PLANTAS REGISTRADAS**FAMILIAS, NOMBRE CIENTIFICO Y AUTORES****ACANTHACEAE**

Carlowrightia neesiana (Shauer ex Nees)

Dyschoriste decumbens (Gray) Kuntze

Elytraria imbricata (Vahl) Pers.

Justicia candicans (Nees) L.D. Benson

Pseuderanthemum praecox (Benth.) Leonard

Ruellia nudiflora (Engelm. & A. Gray) Urb.

Tetramerium nervosum Nees

AGAVACEAE

Agave durangensis Gentry

Agave velmori

Agave angustifolia Haw.

Manfreda sp.

Polianthes sp.

Prochnyanthes mexicana (Zucc.) Rose

Yucca decipiens Trel.

ALLIACEAE

Milla biflora Cav.

Nothoscordum bivalve (L.) Britton

AMARANTHACEAE

Alternanthera caracasana HBK.

Amaranthus hybridus L.

Gomphrena nitida Rothr

Guilleminea densa (Humb. & Bompl. Ex Willd.) Moq.

ANACARDIACEAE

Rhus virens A. Gray

ANTHERICACEAE

Echeandia flavescens (Schult. & Schult. F) Cruden

APIACEAE (UMBELLIFERAE)

Eryngium heterophyllum Engelm.

E. lemmonii Coult. & Rose

Prionosciadium sp.

APOCYNACEAE

Mandevilla foliosa (Müll. Arg.) Hemsl.

M. hypoleuca (Benth.) Pichon

ASCLEPIADACEAE

Asclepias brachystephana Engelm. Ex. Torr.

A. linaria Cav.

A. subverticillata (A. Gray) Vail

ASPHODELACEAE

Asphodelus fistulosus L.

ASPLENIACEAE

Asplenium sp.

ASTERACEAE

Achillea millefolium L.

Acourtia sp.

Adenophyllum cancellatum (Cass.) Villareal

Ageratina sp.

Ageratum corymbosum Zuccagni

Alloispermum scabrum (Lag.) H. Rob.

Ambrosia ambrosioides (Cav.) W. W. Payne

A. psilostachya DC. var. *psilostachya*

Aphanostephus ramosissimus DC. A. Gray

Artemisia ludoviciana Nutt.

Aster moranensis HBK.

A. subulatus Michx.

Baccharis pteronoides DC.

Barkleyanthus salicifolius (Kunth) H. Rob. & Bretell

Bidens odorata Cav.

B. pilosa L.

Brickellia eupatorioides (L.) Shinnery

Brickellia veronicaefolia (HBK.) Gray

B. spinulosa (A. Gray) A. Gray

Carphochaete wislizenii A. Gray.

Chaetopappa bellioides (A. Gray.) Shinnery

Conyza canadensis (L.) Cronquist

C. coronopifolia Kunth
C. microcephala Hemsl.
Cosmos bipinnatus Cav.
C. parviflorus (Jacq.) Pers.
Dahlia coccinea Cav.
Dyssodia papposa (Vent.) Hitchc
Erigeron sp.
Flaveria trinervia (Spreng.) C. Mohr
Gamochaeta so.
Gnaphallium sp.
Grindelia sp.
Gutierrezia sp.
Heterosperma pinnatum Cav.
Laennecia confusa (Cronquist) G. L. Nesom
L. filaginoides DC.
L. sophiifolia (HBK.) G. L. Nesom
Machaeranthera gymnocephala (DC.) Shinnars
M. pinnatifida (Hook.) Shinnars
M. tanacetifolia (HBK.) Nees
Montanoa leucantha (Lag. & Segura) S. F. Blake
Parthenium hysterophorus L.
Pectis prostrata Cav.
Perymenium sp.
Pinaropappus roseus (Less.) Lees.
Porophyllum sp.
Psacalium sinuatum (Cerv.) H. Rob. & Brettell
Pseudognaphalium canescens (DC.) Anderb.
Psilactis brevilingulata Sch. Bip. Ex Hemsl.
Sanvitalia procumbens Lam.
Schkuhria sp.
Simsia amplexicaulis (Cav.) Pers.
Stevia micrantha Lag.
S. ovata Willd. var. *ovata*
S. salicifolia Cav.
S. serrata Cav.
Steviopsis thyrsoiflora (A. Gray) B. L. Turner
Tagetes lunulata Ortega
Tagetes micrantha Cav.
Thymophylla pentachaeta (DC.) Small
Tithonia tubiformis (Jacq.) Cass.
Tridax balbisioides (HBK.) A. Gray

Trixis angustifolia DC.

Viguiera dentata (Cav.) Spreng

V. hypargyrea Greenm.

V. linearis (Cav.) Hemsl.

Wedelia acapulcensis HBK.

W. rosei (Greenm.) McVaugh

Xanthium strumarium L.

Xanthocephalum benthamianum Hemsl.

X. gymnospermoides (A. Gray.) Benth. & Hook. Ex Rothr

Zaluzania sp.

Zinnia angustifolia HBK.

Z. bicolor (DC.) Hemsl.

Z. peruviana (L.) L.

BIGNONIACEAE

Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth

BOMBACACEAE

Ceiba sp.

BRASSICACEAE (CRUCIFERAE)

Brassica sp.

Eruca vesicaria (L.) Cav.

Lepidium sp.

Sisymbrium irio L.

BROMELIACEAE

Tillandsia recurvata (L.) L.

BUDDLEJACEAE

Buddleja cordata HBK. subsp. *cordata*

B. scordioides HBK.

BURSERACEAE

Bursera excelsa (HBK) Engl.

Bursera fagaroides (HBK) Engl.

Bursera sp.

CACTACEAE

Coryphantha compacta (Engelm.) Britton & Rose

Cylindropuntia imbricata (Haw.) F.M. Knuth

Cylindropuntia leptocaulis (Haw.) F.M. Knuth

Echinocactus horizonthalonius Lem.
Echinocereus pectinatus (Scheidw.) Engelm.
Echinocereus sp.
Mammillaria sp.
Mammillaria heyderi Muehlenpf.
Myrtillocactus geometrizzans (Mart.) Console
Opuntia durangensis Britton & Rose
Opuntia robusta H. Wendland ex Pfeiffer

CAMPANULACEAE

Lobelia fenestralis Cav.
L. irasuensis Planch. & Oerst.

CARYOPHYLLACEAE

Drymaria leptophylla (Cham. & Schl.) Fenzl.

CHENOPODIACEAE

Chenopodium graveolens Willd
Salsola tragus L.

CISTACEAE

Helianthemum glomeratum (Lag.) ex DC.
Helianthemum sp.

COMMELINACEAE

Commelina erecta L.
Commelina sp.
Gibasis linearis (Benth.) Rohweder
Tripogandra sp.

CONVOLVULACEAE

Dichondra argentea Humb. & Bompl. Ex Willd.
Evolvulus alsinoides (L.) L.
Ipomea murucoides Roem. & Schult.
Ipomea painteri House
I. durangensis House
I. murucoides Roem. & Schult.
I. purpurea (L.) Roth
I. stans Cav.

CRASSULACEAE

Echeveria sp.

Sedum sp.

CUPRESSACEAE

Juniperus deppeana Steud.

CUSCUTACEAE

Cuscuta sp.

CYPERACEAE

Bulbostylis versijuncoides Kunth.

Cyperus aggregatus Willd. Endl.

C. esculentus L.

Cyperus manimae (HBK.)

C. niger Ruiz & Pav.

C. seslerioides HBK.

C. sphaerolepis Boeck.

C. squarrosus L.

Eleocharis sp.

ERICACEAE

Arctostaphylos pungens HBK.

Arbutus arizonica (Sarg.) A Gray

EUPHORBIACEAE

Acalypha subviscida S. Watson

Chamaesyce spp.

Croton dioicus Cav.

Euphorbia antisiphylitica Zucc.

Jatropha dioca Sessé ex Cerv.

Ricinus communis L.

FABACEAE

Acacia neovernicosa Isely

Acacia pennatula (Schltdl. & Chamb.) Benth.

Acacia schaffneri (S. Watson) F. J. Herm.

Acaciella angustissima (Mill.) Britton & Rose

Calliandra eriophylla Benth.

C. humilis Benth.

Cologania angustifolia Kunth

C. obovata Schltdl.

Crotalaria pumila Ortega

Dalea bicolor Humb. & Bompl. Ex Willd.
Dalea foliolosa (Ait.) Barneby
Dalea lutea (Cav.) Willd.
D. pectinata Kunth.
Desmodium spp.
Eysenhardtia polystachya (Ort.) Sarg.
Havardia leptophylla (DC.) L. Rico
Macroptilium gibbosifolium (Ortega) A. Delgado
Mimosa acanthocarpa (Willd.) Poir.
Mimosa dysocarpa Benth.
Phaseolus pauciflorus Sessé & Moc.
P. zimapanensis A. Delgado
Prosopis laegivata (Willd.) M. C. Johnst.
Senna sp.
Trifolium sp.
Zornia sp.

FAGACEAE

Quercus arizonica Sarg.
Quercus chihuahuensis Trel.
Quercus conzattii
Quercus eduardii Trel.
Quercus grisea Liebm.

FOUQUIERIACEAE

Fouquieria splendens Engelm.

GARRYACEAE

Garrya wrightii Torr.

GENTIANACEAE

Zeltnera sp.

GERANIACEAE

Erodium cicutarium (L.) L'Hér.
Geranium sp.

IRIDACEAE

Nemastylis tenuis (Herb.) S. Watson
Sisyrinchium sp.

JUNCACEAE

Juncus spp.

LAMIACEAE

Agastache sp.

Hedeoma sp.

Salvia kerlii Benth.

Salvia laevis Benth.

Salvia sp.

Stachys sp.

MALPIGHIACEAE

Aspicarpa spp.

MALVACEAE

Abutilon abutiloides (Jacq.) Gaarcke ex Hochr.

Abutilon sp.

Anoda cristata (L.) Schltdl.

Herissantia crispa (L.) Brizicky

Malva parvifolia L.

Sida spp.

Sphaeralcea angustifolia (Cav.) D. Don

NOLINACEAE

Dasyilirion durangense

NYCTAGINACEAE

Allionia incarnata L.

Boerhavia Ksp.

Mirabilis Ksp.

OLEACEAE

Forestiera durangensis Standl.

ONAGRACEAE

Gaura sp.

Oenothera rosea L'Hér. Ex Aiton

O. suffrutescens (Ser.) W. L. Wagner y P. Hoch

Oenothera sp.

PINACEAE

Pinus cembroides Zuc.
P. chihuahuana Engelm.

PLANTAGINACEAE

Plantago sp.

POACEAE

Aegopogon tenellus (DC.) Trin.
Aristida adscensionis L.
Aristida sp.
Bothriochloa barbinodis(Lag.) Herter
Bouteloua curtipendula (Michx.) G. S. Torr.
Bouteloua gracilis (HBK.) Lang.
B. hirsuta Lag.
Chloris virgata Sw.
Chloris sp.
Cynodon dactylon L. Pers.
Digitaria sp.
Eleusine indica (L.) Gaertn.
Elyonurus barbiculmis Hack.
Eragrostis neomexicana (Hornem.) Link
Eragrostis cileanensis (All.) Vignolo ex janchen
Eragrostis sp.
Heteropogon contortus (L.) Beauv. Ex Roem. & Schult.
Microchloa kuntii Desv.
Melinis repens (Willd.)
Muhlenbergia rigida (Kunth) Trin.
M. tenuifolia (Kunth) Kunth
Muhlenbergia spp.
Panicum bulbosum HBK.
Paspalum sp.
Schizachyrium sanguineum (Relz.) Alston
Setaria macrostachya Kunth
Setaria sp.
Sorghastrum nutans (L.) Nash
Sporobolus indicus (L.) R. Br.
Sporobolus sp.
Tripsacum dactyloides (L.) L.

POLEMONIACEAE

Loeselia coerulea (Cav.) G. Don

Ipomopsis pinnata (Cav.) V.E. Grant
L. mexicana (Lam.) Brandegee

POLYGALACEAE

Polygala alba Nutt.

POLYGONACEAE

Persicaria sp.

Rumex acetosella L.

R. crispus L.

POLYPODIACEAE

Pleopeltis sp.

PORTULACACEAE

Portulaca oleracea L.

Portulaca sp.

Phemeranthus sp.

PTERIDACEAE

Astrolepis sinuata (Sw) D. M. Benham & Windham

Cheilanthes bonariensis (Willd.) Proctor

Ch. kaulfussii Kunze

Ch. myriophylla Desv.

Ch. pyramidalis Fée

RANUNCULACEAE

Delphinium pedatisectum Hemsl.

Clematis drummondii Torr. & A. Gray

Thalictrum sp.

RUBIACEAE

Borreria verticillata (L.) G. Mey.

Bouvardia ternifolia (Cav.) Schlecht.

Crusea diversifolia (HBK.) W. R. Anderson

Relbunium mycrophyllum (A. Gray) Hemsl.

SAPINDACEAE

Dodonea viscosa Jacq.

SCROPHULARIACEAE

Agalinis peduncularis (Benth.) Pennell

Buchnera sp.

Castilleja sp.

Lamorouxia rhinanthifolia HBK.

Mecardonia procumbens (Mill.) Small

Penstemon sp.

Seymeria sp.

SELAGINELLACEAE

Selaginella lepidophylla (Hook. & Grev.) Spring

S. pallescens (C. Presl) Spring

SOLANACEAE

Datura sp.

Nicotiana glauca Graham

Physalis sp.

Solanum elaeagnifolium Cav.

Solanum sp.

STERCULIACEAE

Melochia tomentosa L.

ULMACEAE

Celtis pallida Torr.

Celtis reticulata Torr

VALERIANACEAE

Valeriana sp.

VERBENACEAE

Aloysia gratissima (Gillies & Hook.) tronc. var.

Gratissima

Bouchea prismatica (L.) Kuntze

Citharexylum altamiranum Greenm

Glandularia bipinnatifida (Nutt.) Nutt.

Lantana camara L.

Lippia curtisiana Moldenke, Phytologia

Lippia graveolens HBK.

Verbena sp.

VISCACEAE

Phoradendron bolleanum (Seem.) Eichler

ANEXO 2.

Composición y estructura de las comunidades vegetales de la sierra El Registro, Durango.

1. BOSQUE BAJO ABIERTO.

Bosque de encino

ESPECIE	FRECUENCIA RELATIVA (%)	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Quercus arizonica</i>	9.62	33.61	16	48.56
<i>Quercus eduardii</i>	7.69	17.29	9.25	28.06
<i>Agave durangensis</i>	7.69	9.21	14.75	21.82
<i>Quercus chihuahuensis</i>	1.92	15.21	7	19.47
<i>Montanoa frutescens</i>	7.69	4.75	14	17.11
<i>Perymenium sp.</i>	7.69	2.53	11	13.89
<i>Iantana camara</i>	5.77	2.37	4.75	9.72
<i>Opuntia durangensis</i>	3.85	3.96	3.75	9.06
<i>Trixis angustifolia</i>	5.77	1.44	4	8.54
<i>Dodonaea viscosa</i>	3.85	1.84	2.25	6.44
<i>Dalea bicolor</i>	3.85	0.69	2.5	5.37
<i>Dasilyrion durangense</i>	3.85	0.87	1.25	5.14
<i>Acacia schaffneri</i>	1.92	2.20	2.5	4.96
<i>Salvia keerli</i>	3.85	0.11	1	4.29
<i>Bursera fagaroides</i>	3.85	0.12	0.75	4.21
<i>Prosopis laevigata</i>	1.92	1.84	1.25	4.18
<i>Arctostaphylos pungens</i>	1.92	0.56	1	2.82
<i>Arbutus arizonica</i>	1.92	0.38	0.5	2.47
<i>Quercus grisea</i>	1.92	0.42	0.25	2.43
<i>Mimosa acanthocarpa</i>	1.92	0.09	0.5	2.18
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1.92	0.16	0.25	2.17
<i>Loeselia mexicana</i>	1.92	0.07	0.5	2.16
<i>Arbusto s/i</i>	1.92	0.11	0.25	2.12
<i>Baccharis pteronioides</i>	1.92	0.05	0.25	2.06
<i>Opuntia robusta</i>	1.92	0.04	0.25	2.04

Bosque de pino-encino.

ESPECIE	FRECUENCIA RELATIVA (%)	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Pinus cembroides</i>	10.64	55.79	33.65	77.64
<i>Quercus arizonica</i>	10.64	17.56	9.62	31.40
<i>Quercus eduardii</i>	6.38	5.04	2.88	12.39
<i>Bouvardia ternifolia</i>	4.26	3.17	10.58	10.95
<i>Agave durangensis</i>	4.26	2.67	5.45	8.74
<i>Perymenium</i>	6.38	0.99	3.21	8.44
<i>Opuntia rastreara</i>	6.38	0.50	0.96	7.20
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	4.26	0.91	3.85	6.45
<i>Rhus virens</i>	4.26	0.37	1.92	5.27
<i>Dalea bicolor</i>	4.26	0.39	0.96	4.97
<i>Agave durangensis</i>	4.26	0.18	1.28	4.86
<i>Montanoa frutescens</i>	2.13	1.02	3.85	4.43
<i>Pinus chihuahuana</i>	2.13	1.31	0.64	3.65
<i>Arbutus arizonica</i>	2.13	0.93	0.64	3.28
<i>Arctostaphylos pungens</i>	2.13	0.74	0.96	3.18
<i>Dasyllirion durangense</i>	2.13	0.73	0.64	3.07
<i>Jatropha dioica</i>	2.13	0.39	0.96	2.84
<i>Mimosa sp</i>	2.13	0.25	0.64	2.59
<i>Dodonaea viscosa</i>	2.13	0.07	0.64	2.41
<i>Brickellia veronicaefolia</i>	2.13	0.06	0.32	2.30
<i>Lantana camara</i>	2.13	0.06	0.32	2.30
<i>Trixis angustifolia</i>	2.13	0.06	0.32	2.30

Bosque de encino-pino.

ESPECIE	FRECUENCIA RELATIVA (%)	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Quercus eduardii</i>	7.14	34.59	17.06	47.42
<i>Quercus arizonica</i>	9.52	18.44	9.41	31.10
<i>Pinus cembroides</i>	4.76	10.23	3.53	16.17
<i>Quercus grisea</i>	7.14	7.26	2.35	15.18
<i>Montanoa frutescens</i>	4.76	4.08	10.00	12.17
<i>Pinus chihuahuana</i>	4.76	3.25	2.35	8.80
<i>Dodonaea viscosa</i>	2.38	2.86	7.65	7.79
<i>Arctostaphylos pungens</i>	4.76	2.36	1.76	7.71
<i>Garrya sp.</i>	2.38	1.66	7.06	6.40
<i>Quercus chihuahuensis</i>	2.38	3.48	1.18	6.25
<i>Croton sp.</i>	2.38	1.12	8.24	6.25
<i>Loeselia mexicana</i>	2.38	1.48	7.06	6.21
<i>Opuntia durangensis</i>	4.76	0.30	1.76	5.65
<i>Agava durangensis</i>	2.38	1.68	2.35	4.85
<i>Quercus arizonica</i>	2.38	1.80	0.59	4.37
<i>Quercus conzatti</i>	2.38	1.57	1.18	4.34
<i>Dasyllirion durangense</i>	2.38	0.97	1.76	3.94
<i>Acacia schaffneri</i>	2.38	0.60	1.76	3.57
<i>Bursera fagaroides</i>	2.38	0.22	2.35	3.39
<i>Calliandra eriphylla</i>	2.38	0.37	1.76	3.34
<i>Brickellia veronicaefolia</i>	2.38	0.30	1.18	3.07
<i>Perymenium sp.</i>	2.38	0.24	1.18	3.02
<i>Prosopis laegivata</i>	2.38	0.37	0.59	2.95
<i>Trixis angustifolia</i>	2.38	0.11	1.18	2.89
<i>Especie s/i</i>	2.38	0.15	0.59	2.73
<i>Dalea bicolor</i>	2.38	0.04	0.59	2.61

2. MATORRAL XERÓFILO.

ESPECIE	FRECUENCIA RELATIVA (%)	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Prosopis laevigata</i>	14.29	46.40	32.79	71.61
<i>Acacia schaffneri</i>	14.29	21.02	20.77	42.23
<i>Opuntia durangensis</i>	14.29	15.60	18.03	35.90
<i>Montanoa futescens</i>	4.76	3.72	8.74	11.40
<i>Mimosa sp.</i>	4.76	4.36	6.56	11.31
<i>Agave durangensis</i>	4.76	2.61	4.37	8.83
<i>Celtis pallida</i>	4.76	3.00	1.64	8.31
<i>Opuntia rastrera</i>	4.76	1.00	2.19	6.49
<i>Forestiera durangensis</i>	4.76	0.97	0.55	5.92
<i>Brickellia veronicaefolia</i>	4.76	0.56	0.55	5.50
<i>Opuntia sp.</i>	4.76	0.25	1.09	5.38
<i>Tecoma stans</i>	4.76	0.17	1.09	5.29
<i>Arbusto s/i</i>	4.76	0.10	0.55	5.04
<i>Trixis angustifolia</i>	4.76	0.03	0.55	4.97

3. MATORRAL CADUCIFOLIO

ESPECIE	FRECUENCIA RELATIVA (%)	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Ipomoea murocoides</i>	7.14	31.65	15.22	43.87
<i>Acacia schaffneri</i>	4.29	16.79	7.61	23.61
<i>Tecoma stans</i>	7.14	7.11	10.76	17.84
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	5.71	4.05	7.09	12.13
<i>Lippia graveollens</i>	4.29	4.76	6.56	11.23
<i>Agave durangensis</i>	7.14	0.88	9.45	11.18
<i>Calliandra eriophylla</i>	7.14	1.87	5.77	10.94
<i>Montanoa frutescens</i>	4.29	4.26	4.99	10.21
<i>Opuntia durangensis</i>	2.86	5.96	2.36	9.60
<i>Prosopis laegivata</i>	2.86	5.36	1.84	8.83
<i>Jatropha dioica</i>	5.71	1.53	4.46	8.73
<i>Dasyliion durangense</i>	4.29	2.86	2.89	8.11
<i>Dalea bicolor</i>	2.86	1.86	4.99	6.38
<i>Quercus arizonica</i>	1.43	3.62	1.31	5.49
<i>Juniperus deppeana</i>	4.29	0.55	1.84	5.45
<i>Bursera fagaroides</i>	4.29	0.79	1.05	5.42
<i>Dalea bicolor</i>	1.43	0.93	3.67	3.58
<i>Brickellia veronicaefolia</i>	2.86	0.45	0.79	3.57
<i>Bursera sp.</i>	2.86	0.48	0.52	3.51
<i>Abutilon abutiloides</i>	1.43	0.73	1.57	2.68
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	1.43	0.72	1.05	2.49
<i>Agave sp.</i>	1.43	0.60	1.05	2.37
<i>Acacia neovenicosa</i>	1.43	0.83	0.26	2.35
<i>Acacia Pennatula</i>	1.43	0.48	0.26	1.99
<i>Haplappus</i>	1.43	0.15	0.79	1.85
<i>Lantana camara</i>	1.43	0.24	0.26	1.75

4. VEGETACIÓN SECUNDARIA

ESPECIE	FRECUENCIA RELATIVA (%)	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Dasyliirion durangense</i>	7.94	32.89	21.76	48.08
<i>Agave durangensis</i>	12.70	15.22	22.76	35.50
<i>Acacia schaffneri</i>	11.11	20.07	10.80	34.78
<i>Dodonaea viscosa</i>	11.11	12.37	16.78	29.07
<i>Calliandra eriophylla</i>	7.94	3.28	11.46	15.04
<i>Opuntia durangensis</i>	7.94	2.98	2.49	11.75
<i>Perymenium sp</i>	4.76	1.44	3.49	7.37
<i>Quercus arizonica</i>	3.17	2.83	0.66	6.23
<i>Prosopis laegivata</i>	1.59	2.43	1.66	4.57
<i>Bursera fagaroides</i>	3.17	1.05	0.66	4.45
<i>Haplopappus</i>	3.17	0.67	1.16	4.23
<i>Lippia graveolens</i>	3.17	0.50	1.16	4.06
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	3.17	0.33	0.83	3.78
<i>Trixis angustifolia</i>	3.17	0.39	0.50	3.73
<i>Mimosa sp.</i>	3.17	0.20	0.33	3.49
<i>Montanoa frutescens</i>	1.59	1.02	1.00	2.94
<i>Acacia pennatula</i>	1.59	1.05	0.50	2.80
<i>Brickellia veronicaefolia</i>	1.59	0.29	0.66	2.10
<i>Juniperus deppeana</i>	1.59	0.25	0.17	1.89
<i>Forestiera durangensis</i>	1.59	0.17	0.17	1.81
<i>Salvia keerli</i>	1.59	0.10	0.17	1.74

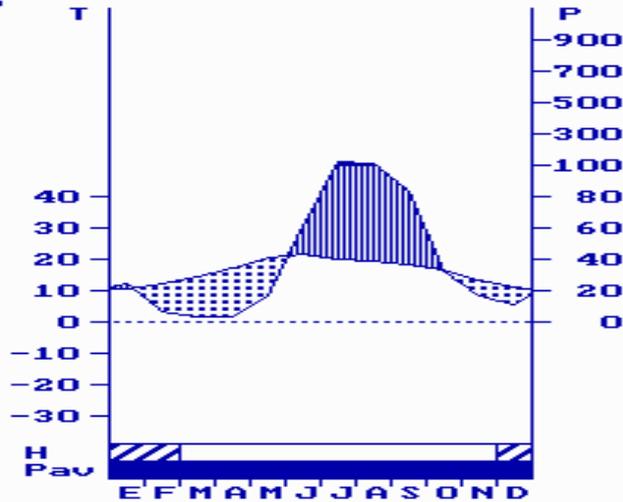
ANEXO 3.

Diagramas, índices y diagnosis bioclimática de la Sierra El Registro, Durango.

ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO DE LA SIERRA EL REGISTRO, DURANGO.

1. ESTACIÓN CEVAG, DURANGO.

CEVAG (DURANGO) 1900 m
 P= 500.1 23° 58' N/ 104° 37' W 42/ 42 a
 T= 16.3° Ic= 11.4 Tp=1959 Tn= 0
 m= 0.4 M= 20.4 Itc= 371 Io= 2.55
 Iov = 0.44
 Iov2= 6.50
 Iov4= 0.47 Tv= 616.0



TROPICAL XERICO
 MESOTROPICAL SUPERIOR SECO INFERIOR

INDICES Y DIAGNOSIS BIOCLIMATICA

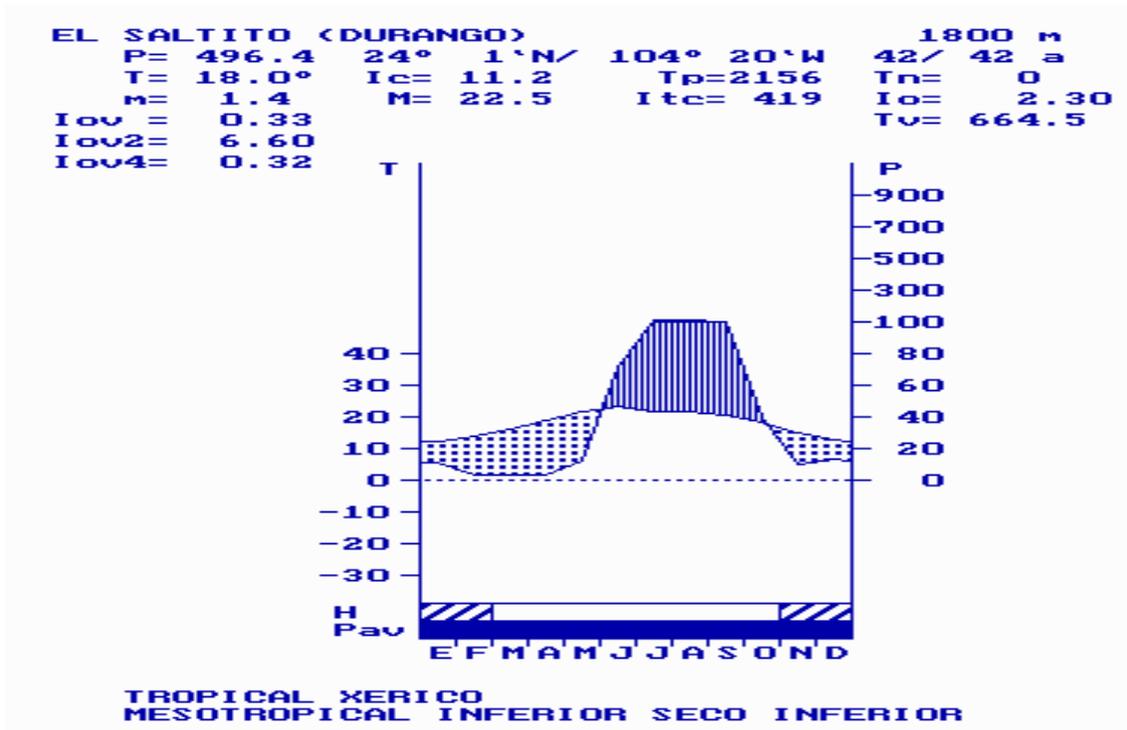
CEVAG (DURANGO) Altitud: 1900 m
 Latitud: 23° 58' N Longitud: 104° 37' W

Indice de termicidad.....	(It):	371
Indice de termicidad compensado.....	(Itc):	371
Indice de continentalidad simple.....	(Ic):	11.4
Indice de diurnalidad.....	(Id):	20.4
Indice ombrotermico.....	(Io):	2.55
Indice ombrotermico seco binensual....	(Ios2):	6.50
Indice ombrotermico seco trimestral...	(Ios3):	0.44
Indice ombrotermico seco cuatrimestral	(Ios4):	0.47
Indice de ombro-evaporacion anual.....	(Ioe):	2.55
Indice de aridez anual.....	(Iar):	1.6
Temperatura positiva anual.....	(Tp):	1959
Temperatura negativa anual.....	(Tn):	0
Temperatura de la estacion seca.....	(Tv):	616.0
Precipitacion positiva.....	(Pp):	500.1

Nº de meses	P > 4T	P: 2T a 4T	P: T a 2T	P < T
	3	2	3	4

Tipo de continentalidad..... Euoceanico
 Cintura latitudinal..... Subtropical
 Macrobioclima: TROPICAL Bioclima: TROPICAL XERICO
 Termotipo: MESOTROPICAL SUPERIOR Ombrotipo: SECO INFERIOR

2. ESTACIÓN EL SALTITO, NOMBRE DE DIOS.



INDICES Y DIAGNOSIS BIOCLIMATICA

EL SALTITO (DURANGO) Altitud: 1800 m

Latitud: 24° 1' N Longitud: 104° 20' W

Indice de termicidad.....	(It): 419
Indice de termicidad compensado.....	(Itc): 419
Indice de continentalidad simple.....	(Ic): 11.2
Indice de diurnalidad.....	(Id): 22.1
Indice ombrotermico.....	(Io): 2.30
Indice ombrotermico seco bimensual....	(Ios2): 6.60
Indice ombrotermico seco trimestral...	(Ios3): 0.33
Indice ombrotermico seco cuatrimestral	(Ios4): 0.32
Indice de ombro-evaporacion anual.....	(Ioe): 2.30
Indice de aridez anual.....	(Iar): 1.7
Temperatura positiva anual.....	(Tp): 2156
Temperatura negativa anual.....	(Tn): 0
Temperatura de la estacion seca.....	(Tv): 664.5
Precipitacion positiva.....	(Pp): 496.4

Nº de meses	P > 4T	P: 2T a 4T	P: T a 2T	P < T
	3	2	1	6

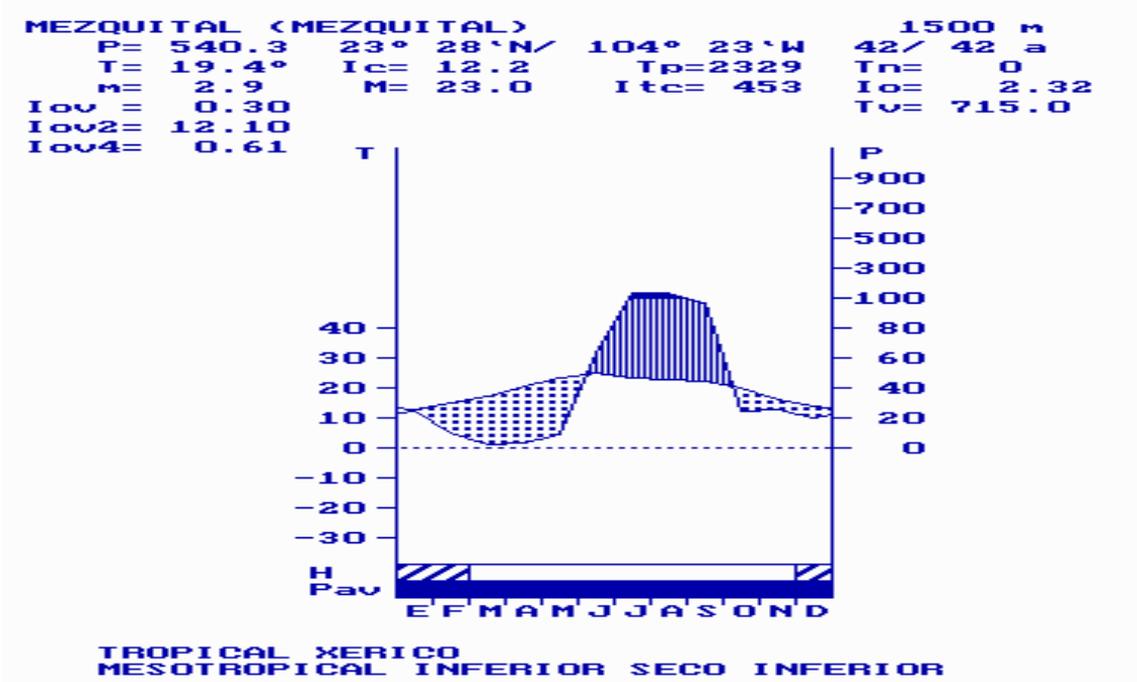
Tipo de continentalidad..... Euoceanico

Cintura latitudinal..... Subtropical

Macrobioclima: TROPICAL Bioclima: TROPICAL XERICO

Termotipo: MESOTROPICAL INFERIOR Ombrotipo: SECO INFERIOR

4. ESTACIÓN MEZQUITAL, MEZQUITAL



INDICES Y DIAGNOSIS BIOCLIMATICA

MEZQUITAL (MEZQUITAL) Altitud: 1500 m

Latitud: 23° 28' N Longitud: 104° 23' W

Indice de termicidad.....	(It):	453
Indice de termicidad compensado.....	(Itc):	453
Indice de continentalidad simple.....	(Ic):	12.2
Indice de diurnalidad.....	(Id):	21.3
Indice ombrotermico.....	(Io):	2.32
Indice ombrotermico seco bimensual....	(Ios2):	12.10
Indice ombrotermico seco trimestral...	(Ios3):	0.30
Indice ombrotermico seco cuatrimestral	(Ios4):	0.61
Indice de ombro-evaporacion anual.....	(Ioe):	2.32
Indice de aridez anual.....	(Iar):	1.8
Temperatura positiva anual.....	(Tp):	2329
Temperatura negativa anual.....	(Tn):	0
Temperatura de la estacion seca.....	(Tv):	715.0
Precipitacion positiva.....	(Pp):	540.3

Nº de meses	P > 4T	P: 2T a 4T	P: T a 2T	P < T
	3	1	4	4

Tipo de continentalidad..... Euoceanico

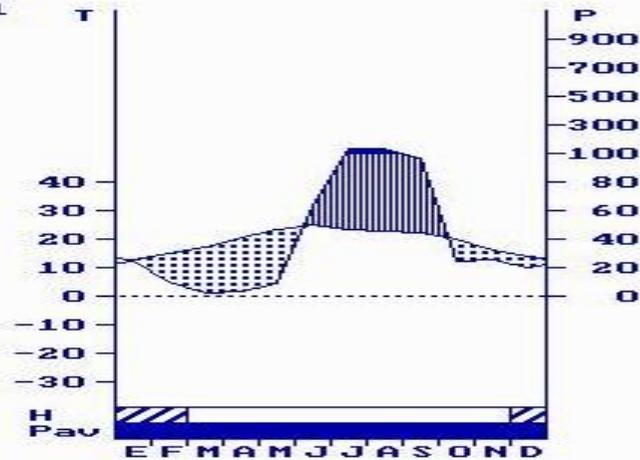
Cintura latitudinal..... Subtropical

Macrobioclima: TROPICAL Bioclima: TROPICAL XERICO

Termotipo: MESOTROPICAL INFERIOR Ombrotipo: SECO INFERIOR

5. ESTACIÓN SAN FRANCISCO DEL MEZQUITAL.

MEZQUITAL (MEZQUITAL) 1600 m
 P= 540.3 23° 28' N/ 104° 23' W 42/ 42 a
 T= 19.4° Ic= 12.2 Tp=2329 Tn= 0
 m= 2.9 M= 23.0 Itc= 453 Io= 2.32
 Iov = 0.30
 Iov2= 12.10
 Iov4= 0.61
 Tv= 715.0



TROPICAL XERICO
 MESOTROPICAL INFERIOR SECO INFERIOR

INDICES Y DIAGNOSIS BIOCLIMATICA

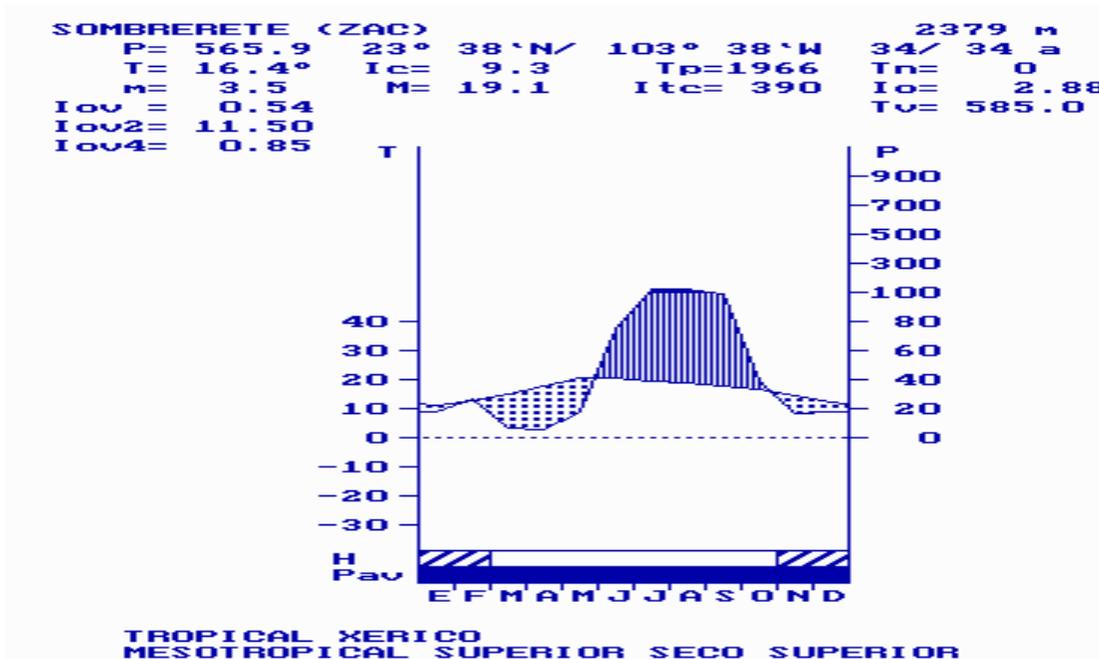
MEZQUITAL (MEZQUITAL) Altitud: 1600 m
 Latitud: 23° 28' N Longitud: 104° 23' W

Indice de termicidad.....	(It):	453
Indice de termicidad compensado.....	(Itc):	453
Indice de continentalidad simple.....	(Ic):	12.2
Indice de diurnalidad.....	(Id):	21.3
Indice ombrotermico.....	(Io):	2.32
Indice ombrotermico seco bimensual....	(Ios2):	12.10
Indice ombrotermico seco trimestral...	(Ios3):	0.30
Indice ombrotermico seco cuatrimestral	(Ios4):	0.61
Indice de ombro-evaporacion anual.....	(Ioe):	2.32
Indice de aridez anual.....	(Iar):	1.8
Temperatura positiva anual.....	(Tp):	2329
Temperatura negativa anual.....	(Tn):	0
Temperatura de la estacion seca.....	(Tv):	715.0
Precipitacion positiva.....	(Pp):	540.3

Nº de meses	P > 4T	P: 2T a 4T	P: T a 2T	P < T
	3	1	4	4

Tipo de continentalidad..... Euoceanico
 Cintura latitudinal..... Subtropical
 Macrobioclima: TROPICAL Bioclima: TROPICAL XERICO
 Termotipo: MESOTROPICAL INFERIOR Ombrotipo: SECO INFERIOR

6. ESTACIÓN SOMBRERETE, ZACATECAS



INDICES Y DIAGNOSIS BIOCLIMATICA

SOMBRERETE (ZAC) Altitud: 2379 m

Latitud: 23° 38' N Longitud: 103° 38' W

Indice de termicidad.....	(It):	390
Indice de termicidad compensado.....	(Itc):	390
Indice de continentalidad simple.....	(Ic):	9.3
Indice de diurnalidad.....	(Id):	17.5
Indice ombrotermico.....	(Io):	2.88
Indice ombrotermico seco bimensual....	(Ios2):	11.50
Indice ombrotermico seco trimestral...	(Ios3):	0.54
Indice ombrotermico seco cuatrimestral	(Ios4):	0.85
Indice de ombro-evaporacion anual.....	(Ioe):	2.88
Indice de aridez anual.....	(Iar):	1.4
Temperatura positiva anual.....	(Tp):	1966
Temperatura negativa anual.....	(Tn):	0
Temperatura de la estacion seca.....	(Tv):	585.0
Precipitacion positiva.....	(Pp):	565.9

Nº de meses	P > 4T	P: 2T a 4T	P: T a 2T	P < T
	3	3	3	3

Tipo de continentalidad..... Euoceanico

Cintura latitudinal..... Subtropical

Macrobioclima: TROPICAL Bioclima: TROPICAL XERICO

Terrotipo: MESOTROPICAL SUPERIOR Ombrotipo: SECO SUPERIOR