



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO



**Facultad de Filosofía y Letras  
Instituto de Geografía  
Posgrado en Geografía**

# **Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit**

**Tesis para Obtener el Grado de Maestro en Geografía**

**Que Presenta:  
Oscar Bravo Bolaños**

**Director de Tesis:  
Dr. José López García**

Ciudad Universitaria, México

2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José López García por el aporte de conocimientos, consejos, paciencia y apoyo desinteresado brindado durante el desarrollo y conclusión de este trabajo.

A la Universidad Autónoma de Nayarit por el apoyo económico y administrativo para poder realizar mis estudios de Maestría.

Al Ing. Lamberto Luna Delgado por su apoyo y motivación invaluable para realizar la Maestría.

A los profesores Arturo Sánchez González por el apoyo brindado en el análisis cuantitativo para la clasificación y ordenación de comunidades (Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo), Oswaldo Téllez Valdés en la identificación taxonómica de parte del material botánico colectado (Laboratorio de recursos naturales de la ENEP Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México), Herbario Nacional MEXU del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México por la identificación taxonómica de parte del material botánico colectado, Fernando Zavala Chávez por la identificación de las especies de *Quercus* colectadas (División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Chapingo) Liborio González Torres en el análisis físico-químico de las muestras de suelo (Laboratorio de suelos del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias de la Universidad Autónoma de Nayarit), al Ing. Ángel Magaña Macías por sus comentarios acerca de la importancia de los bienes y servicios ambientales que aporta el área en estudio.

Al Gobierno del Estado de Nayarit a través del Consejo de Ciencia y Tecnología (COCYTEN) por su apoyo económico para la conclusión de la tesis.

A la familia Silva Limón (Alejo, Leticia, José, Karina y Alejandra) por su apoyo, tiempo y amistad para poder realizar el arduo trabajo de muestreos de campo.

A los miembros del comité revisor por sus sugerencias para mejorar este trabajo de investigación.

## DEDICATORIA

A LA MEMORIA DE MI PADRE ALEJO BRAVO CASARRUBIAS<sup>†</sup> Y A MI MADRE CELIA BOLAÑOS HERRERA CON AMOR Y AGRADECIMIENTO

CON CARIÑO A MIS HERMANOS IGNACIO BERNABÉ, JORGE, CESAR, MARCO ANTONIO, JOSÉ NAPOLEÓN, ALEJANDRO, ROCÍO E IVÓNNE.

A TODOS LOS SOBRINOS DE LA FAMILIA CON MUCHO CARIÑO

INDICE

1. Introducción y objetivo.....	1
2 Marco teórico.....	3
2.1. Comunidades vegetales.....	3
2.2. Clasificación y ordenación de la vegetación.....	4
3. Descripción de la zona en estudio.....	9
3.1. Localización y límites.....	9
3.2. Uso del suelo y vegetación.....	12
3.3. Clima.....	13
3.4. Hidrología.....	15
3.5. Fisiografía y geología.....	16
4 Metodología.....	23
4.1. Trabajo de gabinete.....	23
4.2. Delimitación del área de estudio.....	24
4.3. Fotointerpretación.....	24
4.3.1. Cálculo de la base instrumental del estereoscopio.....	24
4.3.2. Orientación de las fotografías aéreas.....	25
4.3.3. Preparación de las fotografías aéreas para la fotointerpretación.....	26
4.3.4. Trazado de las áreas fotointerpretables.....	26
4.4. Captura y manejo de la información en el sistema de información geográfica.....	26
4.4.1. Información vectorial.....	26
4.4.2. Información raster.....	27
4.5. Trabajo de campo.....	27
4.5.1. Muestreos de vegetación.....	27
4.5.2. Aspectos florísticos.....	27
4.6. Análisis de datos de campo.....	29
4.6.1. Análisis estadístico.....	29
4.7. Descripción de la vegetación.....	30
4.8. Clasificación.....	31
4.9. Ordenación.....	31
4.10. Análisis de suelos.....	32
4.11. Cartografía preliminar y definición de unidades de paisaje.....	32
4.12. Cartografía final.....	33
5. Resultados.....	34
5.1.-Fotointerpretación.....	34
5.2. Sistema de Información Geográfica (SIG).....	34
5.3. Análisis sinecológico.....	34
5.4. Composición florística.....	40
5.5 Clasificación y ordenación de la vegetación.....	41
5.5.1. Ordenación indirecta.....	43
5.5.2. Ordenación directa.....	44
5.6. Suelos.....	47
5.6.1. Regosol eutrico.....	47
5.6.2. Cambisol eutrico.....	47

5.6.3. Acrisol ortico.....	48
5.7. Geomorfología.....	50
5.8. Analisis sinecologico de las unidades de paisaje.....	53
5.8.1. Bosque de <i>Quercus perennifolio</i> .....	55
5.8.1.1. Asociación <i>Quercus aristata</i> - <i>Q. glaucoides</i> .....	56
5.8.1.2. Asociación <i>Quercus castanea</i> - <i>Q. convallata</i> .....	61
5.8.1.3. Asociación <i>Pinus devoniana</i> - <i>Quercus obtusata</i> .....	63
5.8.2. Bosque de <i>Quercus subcaducifolio</i> .....	65
5.8.2.1. Asociación de <i>Quercus candicans</i> .....	66
5.8.2.2. Asociación <i>Quercus salicifolia</i> - <i>Quercus magnolifolia</i> .....	69
5.8.2.3. Asociación <i>Quercus obtusata</i> - <i>Quercus rugosa</i> .....	72
5.8.2.4. Asociación <i>Alnus jorullensis</i> - <i>Quercus urbanii</i> .....	75
5.9. Bosque de <i>Quercus caducifolio</i> .....	79
5.9.1. Asociación de <i>Quercus laeta</i> .....	79
5.9.2. Asociación de <i>Quercus praeco</i> - <i>Q. castanea</i> .....	82
6. Discusión.....	85
7. Conclusiones.....	91
8. Bibliografía citada.....	93
Apendice 1. Listado florístico del volcán Sanganguey, Nayarit.....	97
Apendice 2. Especies con mayor valor de importancia relativa (VIR), presentes en el volcán Sanganguey, Nayarit.....	103

## CUADROS

1. Tenencia de la tierra en el área en estudio dentro del volcán Sanganguey.....	9
2. Uso del suelo en el área en estudio del volcán Sanganguey.....	13
3. Superficie ocupada por unidad geológica y porcentaje con respecto al área en estudio.....	17
4. Resumen de los parámetros estructurales de las asociaciones del volcán Sanganguey.....	39
5. Composición florística del volcán Sanganguey, Nayarit.....	40
6. Distribución de las especies en las diferentes familias que componen florísticamente el volcán Sanganguey, Nayarit.....	40
7. Resultados del análisis de correspondencia rectificado en donde se indican los valores de las raíces características y el porcentaje de varianza explicada por los datos de las especies para los tres primeros ejes de la ordenación.....	44
8. Resultados del análisis de correspondencia canónica en donde se indican los valores de las raíces características, la correlación entre las especies y los factores ambientales; y el porcentaje de varianza explicada por los datos de las especies y por las relaciones especies-ambiente, para los tres primeros ejes de la ordenación.....	46
9. Correlación entre los dos primeros ejes de la ordenación y las nueve variables ambientales analizadas.....	46
10. Superficie por tipo de suelo y su porcentaje con respecto al área en estudio...	47
11. Análisis de suelos del volcán Sanganguey.....	49
12. Unidades geomorfológicas, superficie de ocupación y su porcentaje correspondiente.....	50
13. Superficie por asociaciones vegetales distribuidas en el volcán Sanganguey...	53
14. Especies con mayor valor de importancia relativa (VIR), presentes en el volcán Sanganguey, Nayarit.....	103

## FIGURAS

1. Mapa de localización del volcán Sanganguey, Nayarit.....	11
2. Parte central del volcán Sanganguey, vista del límite oeste.....	12
3. Climograma y datos climáticos de la estación Cerro Blanco.....	14
4. Climograma y datos climáticos de la estación Tepic.....	15
5. Sección transversal a través del volcán Sanganguey y Las Navajas.....	18
6. Mapa del Modelo Digital de Elevación del volcán Sanganguey, Nayarit .....	19
7. Mapa topográfico del volcán Sanganguey, Nayarit.....	20
8. Mapa geológico del volcán Sanganguey, Nayarit.....	21
9. Mapa hipsométrico del volcán Sanganguey, Nayarit.....	22
10. Mapa de asociaciones vegetales del volcán Sanganguey, Nayarit.....	36
11. Área basal por tipo de asociación.....	37
12. Densidad por tipo de asociación.....	38
13. Número de especies muestreadas por tipo de asociación.....	39
14. Dendrograma de las asociaciones vegetales del volcán Sanganguey.....	42
15. Análisis de agrupamiento: medida de distancia Sorensen. Método de unión promedio entre grupos.....	43
16. Análisis de correspondencia canónica de 20 sitios de muestreo con 62 especies de plantas y 9 variables ambientales del volcán Sanganguey,	

---

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

---

Nayarit.....	45
17. Mapa edafológico del volcán Sanganguey, Nayarit.....	51
18. Mapa geomorfológico del volcán Sanganguey, Nayarit.....	52
19. Resumen de las unidades de paisaje correspondientes a las asociaciones vegetales del volcán Sanganguey, Nayarit.....	54
20. Alturas de las especies registradas en el sitio 1.....	56
21. Vista general del encinar de <i>Quercus aristata</i> - <i>Q. Glaucoides</i> .....	57
22. Altura de los árboles del sitio 6.....	58
23. Interior del bosque de <i>Quercus aristata</i> en la época de lluvias.....	58
24. Altura de los árboles registrados en el sitio 19.....	59
25. Altura de los arboles registrados en el sitio 20.....	59
26. Alturas de los arboles registrados en el sitio 10.....	61
27. Interior del bosque de <i>Quercus castanea</i> y <i>Q. convallata</i> .....	62
28. Alturas de los árboles registrados en el sitio 12.....	63
29. Asociación de <i>Pinus devoniana</i> - <i>Quercus obtusata</i> .....	64
30. Individuos aislados de <i>Pinus devoniana</i> en un cono cinerítico con pastizal inducido.....	64
31. Altura de arboles registrados en el sitio 3.....	66
32. Interior del bosque de <i>Quercus candicans</i> .....	67
33. Alturas de los árboles registrados en el sitio 18.....	68
34. Elementos de <i>Quercus obtusata</i> y <i>Arbutus xalapensis</i> .....	68
35. Altura de los árboles registrados en el sitio 4.....	70
36. Interior del bosque de <i>Quercus salicifolia</i> - <i>Q. magnolifolia</i> .....	70
37. Alturas de los árboles registrados en el sitio 8.....	72
38. Alturas de los árboles registrados en el sitio 13.....	72
39. Altura de los árboles registrados en el sitio 14.....	73
40. Alturas de los arboles registrados en el sitio 15.....	73
41. Panorámica del bosque de <i>Quercus obtusata</i> - <i>Quercus crassipes</i> en las partes bajas del volcán.....	74
42. Altura de los árboles registrados en el sitio 9.....	75
43. Bosque de <i>Alnus jorullensis</i> con <i>Quercus candicans</i> al norte del volcán.....	75
44. Altura de los arboles registrados en el sitio 11.....	76
45. Alturas de los árboles registrados en el sitio 17.....	77
46. Altura de los arboles registrados en el sitio 16.....	77
47. Bosque de <i>Alnus jorullensis</i> con <i>Quercus rugosa</i> .....	78
48. Alturas de los árboles registrados en el sitio 2.....	80
49. Interior del bosque caducifolio de <i>Quercus laeta</i> al este del volcán Sanganguey en la época de secas.....	80
50. Alturas de los arboles registrados en el sitio 5.....	82
51. Alturas de los arboles registrados en el sitio 7.....	
52. Bosque de <i>Quercus praeco</i> - <i>Q. castanea</i> durante la época húmeda del año, al noreste del sitio de estudio a los 1700 msnm.....	83

# CAPITULO

## 1

### INTRODUCCION

---

El presente estudio es una aportación al conocimiento de la vegetación del estado de Nayarit, desde la perspectiva de la ecología vegetal, en cuanto a la estructura y distribución espacial de la vegetación del volcán Sanganguey. Aunque Nayarit cuenta con una gran diversidad de recursos vegetales, es uno de los estados de la Republica Mexicana con menos estudios en este rubro.

El trabajo constó básicamente de cinco partes:

- i. Caracterización de los aspectos físicos: localización, topografía, geología, fisiografía, hidrología, geomorfología, edafología y condiciones climáticas.
- ii. Aspectos relacionados con la composición florística y el análisis numérico derivado, grupos taxonomicos dominantes y la participación por tipo de comunidad.
- iii. Identificación de las diferentes comunidades vegetales, así como su estructura y distribución.
- iv. Integración del componente ambiental con el fin de reconocer la interrelacion entre la distribución de las asociaciones vegetales que conforman el espacio ecogeográfico del volcán Sanganguey y las variables ambientales.
- v. Análisis integral y recomendaciones para el uso y protección de los recursos vegetales del volcán Sanganguey.

El estado de Nayarit tiene una compleja estructura física, determinada por la presencia de cuatro complejos geomorfológicos, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y la Planicie Costera Noroccidental (Rzedowski, 1978). La conjunción de estos complejos confiere a esta porción del occidente de México, incluyendo a Nayarit, importantes características geológicas, topográficas, edafológicas, microambientales, etc., que influyen sin duda, en la conformación de la importante diversidad florística de México. Como ejemplo, Rzedowski (1993) anota la posible existencia de alrededor de 7,000 especies para la flora de Nueva Galicia, región al occidente de México, y en donde se encuentra comprendido el estado de Nayarit en su totalidad.

Tellez (1997) realizó una revisión bibliográfica y de herbarios exhaustiva sobre las colecciones botánicas en Nayarit que sirvieron de base para su trabajo acerca de la Flora, vegetación y fitogeografía de Nayarit. Las primeras colectas botánicas se remontan a fines del siglo XVIII, aunque en general fueron esporádicas y poco significativas, siendo el trabajo de Téllez (1997) el más importante en cuanto a colectas botánicas se refiere,

dando como resultado el reconocimiento de 174 familias, 968 géneros y 3,650 especies para el estado de Nayarit. Específicamente para el volcán Sanganguey se han realizado algunas colectas escasas y esporádicas, lo que ha redundado en su escaso conocimiento.

El área estudiada del volcán Sanganguey, presenta características naturales que por si mismas inducen una serie de procesos de vulnerabilidad así como el ser un reducto de vegetación de encinares y pinos con alta presión por incendios, tala y cambios en el uso del suelo debido a la intensa actividad agrícola y ganadera que se desarrolla en las partes bajas del volcán, lo que ha derivado en una acelerada degradación de la cubierta vegetal y por tanto del suelo. Los estudios ecológicos acerca del estado actual y los procesos de deterioro naturales y antropogénicos a que están sometidos los diferentes componentes ambientales de esta zona son prácticamente nulos. La caracterización de los diferentes tipos de vegetación en cuanto a estructura y distribución, y su relación con las variables ambientales es prácticamente desconocida, lo que hace particularmente interesante el estudiar la composición y distribución de las comunidades vegetales que lo conforman a lo largo de los distintos gradientes ambientales derivados de los diversos factores físicos presentes.

En consideración de lo antes mencionado, se justificó el realizar el presente estudio con el fin de que los productos obtenidos sirvan de fuente de información actualizada y veraz, y que sean la base para futuras estrategias de protección y conservación de los recursos naturales de esta zona.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

El objetivo principal del presente estudio fue identificar y describir las asociaciones vegetales que conforman la vegetación del volcán Sanganguey, considerando su interrelación con las variables: clima, geología, suelo, relieve, exposición, altitud, composición florística y geomorfología, para establecer la correlación entre las variables ambientales y el patrón de distribución de la vegetación, mediante la clasificación y ordenación de las comunidades vegetales.

### **Objetivos específicos**

Recopilar datos cuantitativos y cualitativos de la vegetación, así como una lista florística de las especies más importantes de la zona en estudio.

Establecer la relación entre la estructura de las comunidades vegetales y los gradientes ambientales (altitud, clima, exposición, geología, geomorfología y suelo)

Elaborar los mapas de asociaciones vegetales, suelo, topografía, hidrología, geomorfología, modelo digital del terreno, hipsometría y geología del área en estudio.

# CAPITULO 2

## MARCO TEORICO

---

### 2.1. Comunidades vegetales

La comunidad vegetal es definida como el conjunto de especies vegetales que crecen juntas en una localidad particular y que muestran una asociación o afinidad definida (Kent y Coker, 1992). El estudio de la comunidad vegetal posee básicamente la finalidad de describir y analizar su estructura, para luego definir las relaciones funcionales que existen entre los componentes de la comunidad, en un lugar y tiempo determinado. Este análisis no sólo sirve al ecólogo vegetal, sino también a quienes se muestran interesados en el estudio de otros aspectos del ecosistema, como pueden ser la fauna o los factores físicos (clima y topografía). La vegetación, por su desarrollo y estabilidad, es lo más conspicuo para la descripción y posterior identificación del ecosistema en estudio (Granados y Tapia, 1990).

Las relaciones entre comunidades han sido estudiadas por varias escuelas de la fitosociología, la cual es, según la definición de Braun-Blanquet (1979), la disciplina que estudia las agrupaciones de plantas, sus interrelaciones y dependencia frente al ambiente biofísico. Así, se han desarrollado corrientes de estudio que van desde reconocer la existencia de formaciones y asociaciones definidas con base a una o más especies dominantes características. En la teoría del monoclímax o clímax climático de Clements (1916, 1928) la comunidad responde a un concepto organísmico en que existen entidades claramente definibles que se repiten con gran regularidad sobre una región dada; el extremo opuesto lo constituye la postura de Gleason (1917, 1926, 1939), quien propone un concepto individualista conocido como continuum, en el que las especies responden individualmente a la variación en los factores ambientales en el tiempo y espacio, dando como resultado que la combinación de las especies en cualquier punto dado sea única, por lo que no pueden ser reconocidas como combinaciones repetitivas de especies asociadas. Otra corriente, la cual se desarrolló en Europa, es la de Braun-Blanquet (1979), la cual de una forma subjetiva, considera a la asociación (comunidad definida al agrupar muestras con un número de especies en común) como la unidad básica que permite el desarrollar una clasificación global de las comunidades.

El hecho mismo de que existan asociaciones entre la vegetación ha sido cuestionado a lo largo de la historia de la teoría de la comunidad vegetal; por lo cual, la controversia de si hay o no algo a lo que se pueda denominar comunidad en el sentido natural de su definición no ha sido resuelta del todo.

Aún en la actualidad, los ecólogos difieren en su conceptualización de las comunidades vegetales. Sin embargo, la gran mayoría concuerda con la existencia de comunidades que se repiten en el espacio (Kent y Coker, 1992). El punto de vista más realista sobre comunidades vegetales es probablemente el de la teoría de unidad en la comunidad, y la idea de la vegetación de un sitio en particular distribuida como mosaico. Estas ideas se derivan del trabajo de Whittaker (1953) y Whittaker y Levin (1977), al que describen como patrón climático. Whittaker argumentó que en cualquier región, en general con condiciones similares en términos de factores ambientales y presiones bióticas, ocurrirán combinaciones que cubran áreas considerables y, donde estas combinaciones se repiten así mismas, la vegetación es igualmente repetida, como fragmento de un mosaico.

Esta observación de que las características de la vegetación varían a lo largo de gradientes climáticos (Whittaker y Niering, 1975) ha llevado a que las relaciones vegetación-ambiente sean por lo común estudiadas a lo largo de gradientes (Ghazanfar, 1991, Ward y Olsving-Whittaker, 1993, Shoshany, Kutiel *et al.*, 1994). De tal modo que el concepto de gradientes ambientales ha sido una piedra angular en el desarrollo de la teoría ecológica (Okland, 1992). Los gradientes ambientales son generalmente complejos, por ejemplo, cambios en la temperatura, humedad, cobertura de nieve en el invierno, intensidad de luz, el nivel de los nutrimentos en el suelo, altitud (gradiente ambiental complejo, ya que incluye a su vez: temperatura, precipitación y viento), entre otros (Barbour *et al.*, 1980). Sin embargo, en la realidad el impacto de las diferentes variables no es igual y en cada sitio hay un factor climático limitante el cual posee el mayor efecto sobre la vegetación, así las especies no son afectadas por una sola variable ambiental fácil de cuantificar. De aquí la dificultad de entender porque una especie de planta en particular existe en un sitio dado (Manning y Martin, 2000).

Los gradientes ambientales en vegetación han generado un considerable debate acerca de sus causas, significado y los más apropiados métodos de estudio. Los gradientes vegetacionales usualmente reflejan los gradientes ambientales y pueden ser estáticos o dinámicos. Un caso extremo de gradientes estáticos es una zonación. Si los gradientes dinámicos son demostrados y se mueven de manera direccional, estos son parte de una secuencia sucesional (Clements, 1916).

Por lo común, en las zonas montañosas las relaciones vegetación-ambiente son estudiadas a lo largo de gradientes altitudinales, en conjunción con las características ambientales en cada punto de muestreo (Zavala-Hurtado *et al.*, 1996)

## **2.2. Clasificación y ordenación de la vegetación**

El término ordenación, en ecología vegetal, abarca una serie de técnicas estadísticas que permiten simplificar un conjunto complejo de datos, el modelo resultante indica las posibles relaciones entre las especies, así como entre la vegetación y el ambiente (Sánchez-González y López-Mata, 2003).

El caso más común consiste en el análisis de una matriz de datos con atributos cualitativos (presencia-ausencia) o cuantitativos (densidad, biomasa, cobertura, valor de importancia) de especies en cada muestra y el objetivo es encontrar un patrón sistemático de relaciones entre las muestras basado en las co-ocurrencias de sus especies componentes (ordenación indirecta). El modelo resultante puede después relacionarse con factores ambientales (Palmer, 1993). Cuando además de tener muestras de

vegetación se obtienen datos de variables ambientales como los nutrimentos del suelo, la altitud, la pendiente y otros, es posible encontrar una combinación de atributos que puedan sugerir una causa fundamental para un patrón de distribución de las muestras (ordenación directa).

Existe un debate histórico en ecología sobre el grado en que las especies vegetales están asociadas en las comunidades, por un lado, está la teoría según la cual la vegetación resulta de la relación de unidades bien definidas, discretas e integradas, que pueden combinarse para formar clases o tipos abstractos que reflejan las unidades naturales del mundo real; esta escuela centra su objetivo en la búsqueda y definición de estas unidades (Whittaker, 1970). Por otra parte, se encuentran aquellas escuelas que plantean que los cambios en la vegetación son graduales, por lo cual la clasificación de la misma es en mayor o menor grado arbitraria. Sin embargo, aceptan la utilidad de la clasificación para la delimitación de unidades lógicas de estudio (Zavala, 1996).

En la actualidad, muy pocos ecólogos defienden la aparente contradicción de estas dos escuelas en su forma original, pues con el transcurso de los años el debate ha perdido fuerza. Muchos investigadores reconocen que, aunque las comunidades vegetales pueden variar en un intervalo de unidades discretas a continuas, el punto de vista del "continuo" provee una mejor descripción de los cambios de la vegetación a lo largo de gradientes del medio (Austin, 1987; Auerbach y Shmida, 1993; McCune y Grace, 2002).

La utilidad de las técnicas de ordenación es simplificar un conjunto complejo de datos de vegetación, el modelo resultante trata de indicar las relaciones existentes entre las especies, así como entre la vegetación y el ambiente (James y McCulloch, 1990; Gosz, 1992).

Para reunir los diferentes tipos de análisis estadísticos que estudian al conjunto de relaciones entre diversas variables de datos que representan correlaciones, se usa la expresión análisis multivariado, que incluye muchos tipos de métodos, como son el análisis de componentes principales, factorial, discriminante, de enjambre o clusters, de regresión múltiple, multivariable de varianza, etc. (Terradas, 2001). El objeto del análisis multivariado es simplificar y ordenar un conjunto complejo de datos, de tal forma que el modelo resultante muestre las relaciones existentes entre las especies así como entre la variación de la vegetación y el ambiente (Sánchez-González y Granados-Sánchez, 2003).

La clasificación consiste en el agrupamiento de objetos (en este caso muestras de vegetación) en conjuntos de alta similitud interna, y discontinuos con respecto a los miembros del resto de los grupos, similitud vista en función de los atributos que posee el objeto. Por definición, la clasificación asume que la composición de las muestras de vegetación (especies y su abundancia) pueden ser agrupadas en tipos, como en el concepto de comunidad de Clements, sin que ello signifique que este supuesto sea aceptado por los que ecólogos que emplean esta técnica. En los estudios de vegetación la similitud es cuestión de grado, no interesa tanto que las clases sean homogéneas como el que sean menos heterogéneas que el conjunto como un todo (Whittaker, 1970).

Las técnicas de clasificación pueden dividirse en tres grupos:

- Arreglo tabular (Braun-Blanquet). Es un arreglo matricial de especies, muestra que representa de manera inmediata las características generales y el detalle de los conjuntos de datos.

- Clasificación no jerárquica. Agrupa entidades semejantes en clases, ideal para grandes conjuntos de datos, no es apropiada para analizar relaciones pues solo es una aproximación simple a los conjuntos para su posterior análisis con otra técnica multivariada, conceptualmente es la más simple.
- Clasificación jerárquica. También agrupa entidades semejantes en clases, es para pequeños grupos de datos, busca relaciones entre éstos; el análisis puede verse a varios niveles (desde lo general a lo detallado) y expresa las relaciones entre las entidades clasificadas.

La estrategia de los métodos jerárquicos puede ser:

- a) *Divisiva*, cuando se considera a la totalidad de la muestra dentro de un solo grupo al que se divide hasta la formación de grupos con una sola muestra o se llega a un nivel deseado, o *aglomerativa*, cuando el punto de partida son las muestras en forma individual y se va fusionando en grupos de tamaño creciente, hasta que la población total se sintetiza en uno solo.
- b) *Monotética*, particiones definidas por presencia o ausencia de un solo carácter, o *politéticas*, donde los grupos son definidos por su similitud total en su estructura de atributos.

Las elecciones a seguir en los métodos de clasificación numérica son: Métodos monotéticos-divisivos y métodos politéticos aglomerativos.

Existen muchas técnicas para derivar una estructura jerárquica a partir de una matriz de similitud, entre las más utilizadas en comunidades vegetales están: Vecino más cercano, centroide, Ward y Promedios entre grupos.

Ordenación significa el arreglo de muestras de vegetación con relación una de otra en términos de su semejanza en la composición de especies y/o controles ambientales asociados (Kent y Coker, 1992). Intenta reducir patrones complejos de datos de vegetación a las formas más simples e interpretables arreglando muestras y/o especies a lo largo de uno o más ejes continuos (Kershaw, 1973). Los ejes de una ordenación pueden representar gradientes ambientales (ordenación directa) o construcciones puramente matemáticas derivadas de una matriz de semejanza entre las muestras o especies (ordenación indirecta).

Puesto que la ordenación es el arreglo de especies y/o muestras a lo largo de gradientes, puede ser considerada como sinónimo de análisis de gradientes.

Dentro de los gradientes ambientales se reconocen tres tipos:

- a) Gradientes indirectos. Aquellos que por si mismo involucran la presencia de otros (p. ej. la altitud que tiene una correlación sitio-específica con la humedad y temperatura las cuales si tienen efecto directo sobre el crecimiento).
- b) Gradientes directos. Con un impacto fisiológico directo en el crecimiento vegetal pero no son consumidos (temperatura, pH, densidad del suelo)
- c) Gradientes de recursos. El factor ambiental es consumido como recurso para el crecimiento vegetal (oxígeno, agua, nutrimentos, minerales del suelo).

Cuando los atributos son series de variables tales como los nutrientes del suelo, la altitud, pendiente, entre otros, el objetivo usual es encontrar una combinación de atributos que puedan sugerir una causa fundamental para el patrón sistemático de la distribución de las muestras (Sánchez-González y Granados-Sánchez, 2003).

Pese a que la ecología de comunidades es relativamente joven, la aplicación de métodos cuantitativos comenzó de forma temprana. McIntosh (1985) resume tal desarrollo, los hechos más notables son: en 1930, Ramenzky comenzó a usar técnicas de ordenación informales para el estudio de la vegetación. En 1951 Curtis y McIntosh desarrollan el "índice del continuo", el cual condujo a ligas conceptuales entre las respuestas de las especies a gradientes y los métodos multivariados. Estos métodos informales y subjetivos llegaron a ser muy difundidos a comienzos de 1950 (Whittaker, 1967). Poco tiempo después, Goodall (1954) introdujo el término ordenación en un contexto ecológico para el Análisis de Componentes Principales (ACP). Bray y Curtis (1957) desarrollaron la Ordenación Polar (OP), que fue una técnica de ordenación ampliamente usada en ecología. Austin (1968) usó la correlación canónica para establecer las relaciones planta-ambiente en lo que pudo haber sido el primer ejemplo del análisis de correspondencia (AC), una técnica originada en los 30's. El AC desplazó gradualmente a la OP. Fasham (1977) descubrió y demostró la utilidad de la escala multidimensional no métrica de Kruskal (1964) para la ecología, originalmente una técnica psicométrica. Hill (1979) corrigió algunas de las fallas del AC y creó el Análisis de Correspondencia sin Tendencia (ACT), la técnica de análisis indirecto de gradientes más ampliamente usada en la actualidad; el software que usaba (DECORANA) fue la base para el desarrollo de programas posteriores. Ter Braak (1986) anunció la más grande revolución moderna en métodos de ordenación con el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC). Esta técnica unió el AC con la metodología de la regresión múltiple y permitió la realización de pruebas de hipótesis.

A continuación se describen brevemente las tres principales técnicas de ordenación más comúnmente utilizadas:

AC (Análisis de Correspondencia). Técnica de análisis de gradiente indirecto, es una forma lógica de descubrir factores determinantes de la estructura de la comunidad, que permite ordenar muestras y especies de manera simultánea. Su algoritmo es el eigenanálisis, una de las técnicas centrales del Álgebra de matrices (Palmer, 1993).

ACT (Análisis de Correspondencias sin Tendencia). Técnica de análisis de gradiente indirecto en la que los gradientes ambientales son inferidos de la composición de datos de las especies (Hill y Gauch, 1980).

El ACT al igual que el AC es una técnica de ordenación de promedios ponderados, con el ordenamiento simultáneo de sitios y especies, un rápido procesamiento en computación y es eficiente cuando las especies muestran relaciones de tipo no lineal y unimodal a gradientes ambientales (Ter Braak, 1986).

ACC (Análisis de Correspondencia Canónica o Análisis Canónico de Correspondencia). A diferencia de las anteriores, es una técnica de ordenación directa que representa además un caso especial de regresión multivariada (Ter Braak, 1986; Palmer, 1993). Se efectúa una regresión lineal múltiple (método de mínimos cuadrados), los coeficientes para las muestras se asignan conforme al valor predicho por la ecuación de regresión. Dado que

esta ecuación es formalmente una combinación lineal de variables, se pueden determinar los nuevos coeficientes para las muestras. El fundamento es que la abundancia o frecuencia de una especie tiene una función unimodal o de posición a lo largo de un gradiente ambiental. Este modelo es inapropiado para gradientes extremadamente cortos, en los cuales la abundancia o frecuencia de las especies es una función lineal monótona del gradiente.

Como se puede inferir de lo anterior, el ACC y el ACT son variantes del AC.

Algunas características de los dos grupos de métodos de Ordenación y Clasificación son las siguientes:

a) Ordenación

- Parte de muestreos al azar o sistemáticos a lo largo de continuos florísticos o gradientes ambientales.
- La intensidad de muestreo puede ser elevada o baja, pero no se pretende disponer de replicas.
- Las muestras se estudian individualmente y con base en las relaciones de afinidad o distancia con las demás, así como en su posición relativa con respecto a los factores ambientales.

b) Clasificación.

- Se basa en listas florísticas completas observadas en parcelas de muestreo que se suponen homogéneas.
- El muestreo se hace a partir de la apreciación visual de la existencia de agrupaciones recurrentes en las plantas.
- Para cada agrupación detectada, se toman numerosas muestras que una vez asignadas a una comunidad, se consideran representativas de la misma.
- Las muestras (inventarios) se agrupan en categorías abstractas.

## CAPITULO 3

### DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

---

#### 3.1. Localización y límites

El estado de Nayarit se extiende entre los 20° 37' 30" y 23° 00' 30" de latitud norte y los 103° 58' 40" y 105° 45' 06" de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 29,378 Km<sup>2</sup>, incluyendo el archipiélago de las Islas Marías, las Islas Marietas e Isla Isabel. El estado se encuentra dividido en 20 municipios, dos de los cuales comprenden el área en estudio: Tepic y Santa Maria del Oro (Figura 1).

El volcán Sanganguey se localiza a 12 km al sureste de la ciudad de Tepic. El municipio de Tepic es la capital y centro de la actividad socioeconómica y política del estado de Nayarit y se localiza entre las coordenadas extremas mínimas (UTM) 524,000 y 2,367000, y las máximas 532,000 con 2,375,000; el intervalo de altitud varía de los 1,000 a los 2,340 m, aunque el área de estudio inicia desde los 1500 m, en donde la vegetación esta en mejor grado de conservación, el acceso principal es la carretera federal no. 15 Tepic-Guadalajara.

El área en estudio ocupa en su mayor parte el municipio de Tepic, aunque también existen porciones que se incluyen en el municipio de Santa Maria del Oro, la mayor parte del volcán es propiedad ejidal y un mínimo porcentaje es pequeña propiedad. El área analizada comprende una superficie aproximada de 2,297.47 ha, los ejidos a que pertenece se observan en el siguiente cuadro:

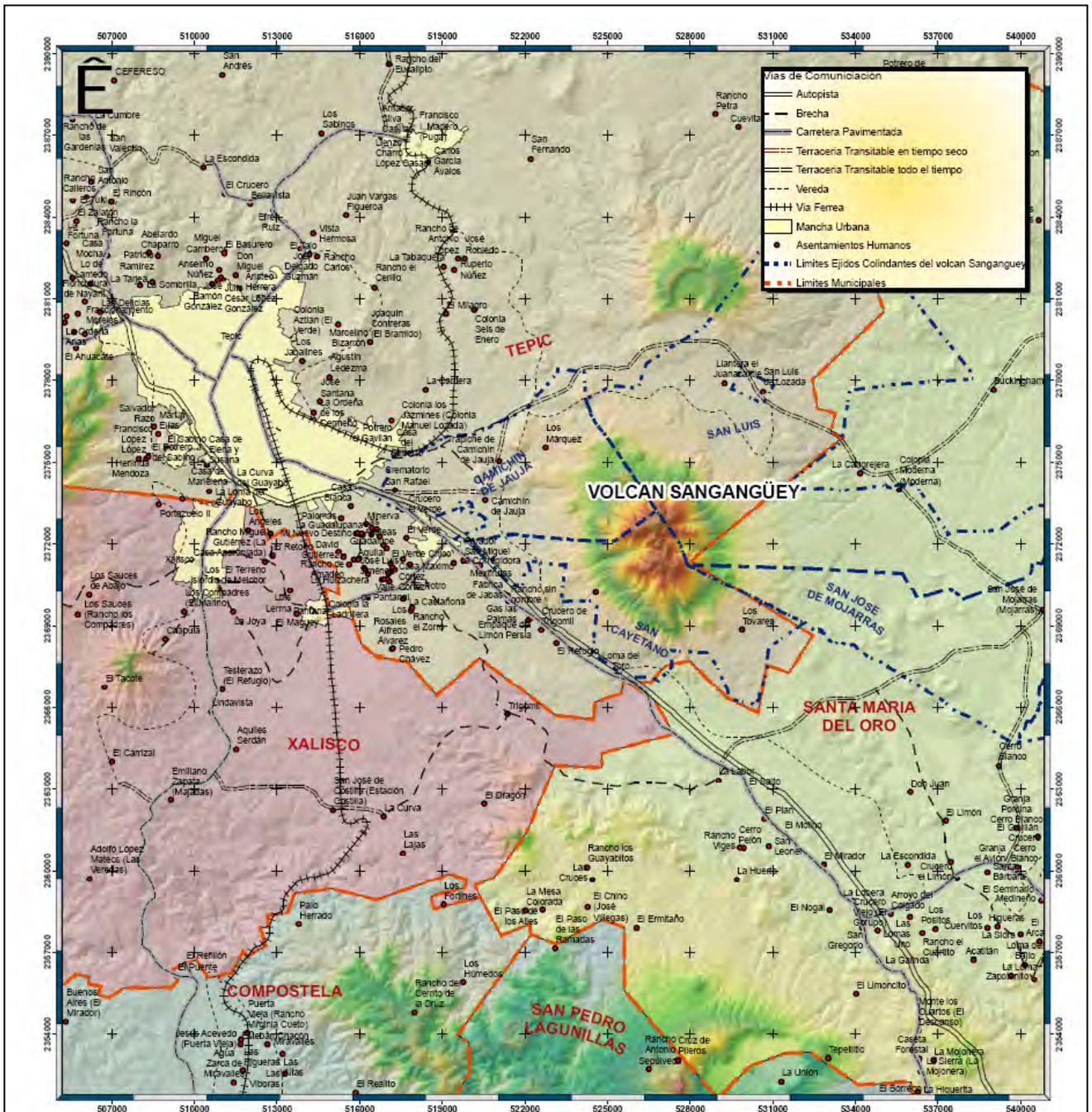
Cuadro 1. Tenencia de la tierra en el área en estudio, dentro del Volcán Sanganguey

Tenencia de la tierra	Municipio
Ejido San Luis de Lozada	Tepic
Ejido Camichin de Jauja	Tepic
Ejido San Cayetano	Tepic
Prop. Privada Antonio Solórzano	Tepic
Ejido El Refugio	Tepic
Ejido La Labor	Tepic
Ejido El Limón	Santa Maria del Oro
Ejido San José de Mojarras	Santa Maria del Oro
Ejido San Luis de Lozada	Tepic
Ejido El Salado o Miguel Hidalgo	Santa Maria del Oro
Prop. Privada del ejido San Luis de Lozada	Tepic
Prop. Privada Eulalio Flores Santana	Tepic

En las inmediaciones del volcán se encuentran las siguientes localidades: La Labor, El Refugio; San Cayetano, San Luis de Lozada y Camichin de Jauja.

Como se ha hecho referencia, arriba de la cota de los 1500 m, el volcán Sanganguey presenta la zona con mejor estado de conservación de la cubierta vegetal, en las laderas bajas moderadamente inclinadas se establece una vegetación forestal muy fragmentada por las actividades agrícolas, las cuales se desarrollan de manera intensiva en toda la zona de la semiplanicie, así como la práctica ganadera de tipo extensivo, que igualmente ha provocado una fuerte transformación de las comunidades vegetales propiciando la formación de pastizales inducidos y matorrales secundarios.

Según Rzedowsky (1978), fitogeográficamente, el área en estudio está comprendida dentro del Reino Neotropical, en la Región Caribeña y en la Provincia Florística Costa Pacífica, esta provincia se extiende en forma de una franja angosta e ininterrumpida desde el este de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas, prolongándose a lo largo de la misma vertiente hasta Centroamérica. A nivel del Istmo de Tehuantepec se bifurca para englobar la Depresión Central de Chiapas. A grandes rasgos le corresponde el clima caliente y semihúmedo, tendiendo a veces a semiseco.



**FIGURA 1**  
**MAPA DE LOCALIZACION**  
**DEL VOLCAN SANGANGÜEY, NAYARIT**  
**ESPECIFICACIONES CARTOGRAFICAS Y GEODESICAS**

ESFEROIDE ..... DE CLARK 1866  
PROYECCIÓN ..... UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR  
ZONA ..... 13 NORTE  
DATUM ..... WGS84  
CUADRICULA ..... 8 000 METROS  
FECHA DE EDICIÓN ..... ENERO DEL 2007

Escala: 1:187.000

La cuspide del volcán Sanganguey, en forma de aguja, esta constituida en su mayor parte por lavas intermedias de composición andesítica (Figura 2), esta formación pertenece al Mioceno-Plioceno (Ferrari, *et al* 1997).

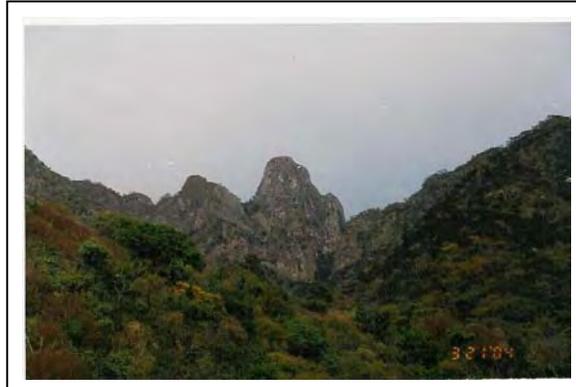


Figura 2.- Parte central del volcán Sanganguey, vista desde el limite oeste; se aprecia la columna andesítica (conducto volcánico) expuesta por erosión de los cañones, dando al volcán su apariencia característica.

### **3.2. Uso del suelo y vegetación**

Los pobladores rurales del Volcán Sangangüey enfrentan en la actualidad una problemática ambiental derivada de procesos naturales y antropogenicos: como los altos índices de erosión de los suelos debido al monocultivo de la caña de azúcar, el mal manejo de los suelos, la falta de humedad en el suelo para el desarrollo de cultivos, la producción de alimentos para el autoconsumo y en menor medida para su comercialización y los constantes incendios, principalmente.

En los municipios donde se ubica el volcán Sanganguey, se encuentra la zona con mayor dinámica económica del estado al ser el asiento del sector industrial y de los servicios con Tepic como ciudad central y plaza comercial moderna. Sin embargo, la dinámica de las principales actividades económicas en el resto de los municipios, está marcada en gran medida por los ciclos agrícolas de los productos y la industria manufacturera artesanal es cautiva y dependiente de las actividades agroindustriales.

En los piedemonte del volcán se desarrolla principalmente la actividad agropecuaria siendo los principales productos la caña de azúcar, frijol, maíz, chile, jicama, huertos de mango y más recientemente se ha introducido el tabaco y el Maguey tequilero, en las cañadas se ubican huertas de cítricos y en las mesetas se establecen huertas de Aguacate.

En cuanto a la minería, esta se restringe a la extracción de materiales pétreos para la industria de la construcción.

La actividad ganadera es de tipo extensivo, desarrollándose en las zonas semiplanas y en las más accidentadas en las partes altas en los denominados ranchos de agua durante la época de lluvias y restringiéndose al ganado bovino.

Según la carta de uso del suelo de la hoja Xalisco F-13-D-31 esc. 1:50, 000 (CETENAL, 1974) en esta zona se presentan los siguientes tipos de uso del suelo en orden de extensión:

Cuadro 2. Uso del suelo en el área en estudio, Volcán Sanganguey

<b>Simbología</b>	<b>Tipo de uso</b>
FB (Q)	Bosque de <i>Quercus</i>
FBL (Q) FBC (P)	Bosque de <i>Quercus</i> -Bosque de coníferas con Pino
F(S)b(c)-Pi-FBL(Q)	Selva baja caducifolia secundaria-Pastizal inducido-Bosque natural de <i>Quercus</i>
F(S)b(c)-Pi	Selva baja caducifolia secundaria -Pastizal inducido
Pi	Pastizal inducido
AtpA	Agricultura de temporal permanente Anual
S(Mi)	Vegetación secundaria-Matorral inerme
FBL (Q)-Pi	Bosque natural de <i>Quercus</i> -Pastizal inducido
S(Mi)-Pi	Vegetación secundaria-Matorral inerme- Pastizal inducido

### 3.3. Clima

Los dos tipos de climas presentes en la zona en estudio (que cubren cerca de 50% cada uno) y que dividen al volcán de norte a sur son el (A)C(W<sub>1</sub>)(w) (Estación Cerro Blanco) y (A)C (W<sub>2</sub>) (W) (Estación Tepic).

Los datos climatológicos registrados en las dos estaciones anteriores indican que la época húmeda del año se inicia en junio y se prolonga hasta octubre; de noviembre a enero se presentan lluvias de invierno de menor intensidad (< de 5% en total anual), ocasionadas por el paso de frentes fríos. La temporada seca comprende de febrero a mayo

Estación Cerro Blanco (2,121 msnm)

Se distribuye en mayor proporción al Este del volcán, siendo un clima (A) C (w<sub>1</sub>) (w). Es un tipo semicálido, el más cálido de los templados C, con temperatura media anual >18°C y la precipitación total anual fluctúa de 800 a 1,200 mm; es intermedio en cuanto a humedad entre el C(w<sub>0</sub>) y el C(w<sub>2</sub>), con lluvias de verano, cociente P/T entre 43.2 y 55.0. El porcentaje de lluvia invernal es < 5 de la anual, el verano cálido, la temperatura del mes más caliente es >22 °C, la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales indica poca oscilación, entre 5 y 7 °C.

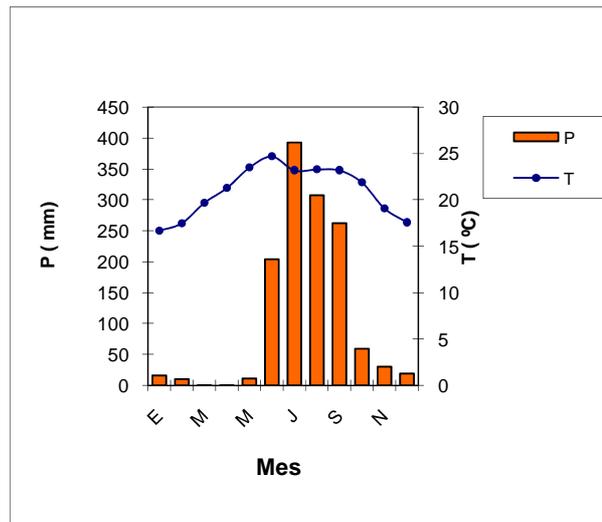


Figura 3. Climograma y datos climáticos de la Estación Cerro Blanco

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
T	16.7	17.5	19.7	21.3	23.5	24.7	23.2	23.3	23.2	21.9	19.1	17.6	21.0
P	16.3	10.6	0.1	0.3	11.4	203.5	392.8	306.9	262.7	59.4	30.4	19.5	1294.4

#### Estación Tepic (1,000 msnm)

Clima (A) C ( $w_2$ ) (w). Es un clima semicálido, el más cálido de los templados C, con temperatura media anual  $> 18$  °C. El más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano, cociente  $P/T > 55.0$ . Porcentaje de lluvia invernal  $< 5$  de la anual, verano cálido, temperatura del mes más caliente  $> 22$  °C, la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales indica poca oscilación, entre 5 y 7 °C.

En la estación meteorológica Tepic (18-020) la precipitación total anual registra en promedio 1,299.2 mm, el mes de máxima precipitación es julio con 365.7 mm y el mes más seco es mayo con 7.8 mm; los meses más cálidos son junio y julio, ambos con temperatura media de 23.4 °C, el mes más frío es enero con 15.9 °C, la temperatura media anual es de 19.7 °C.

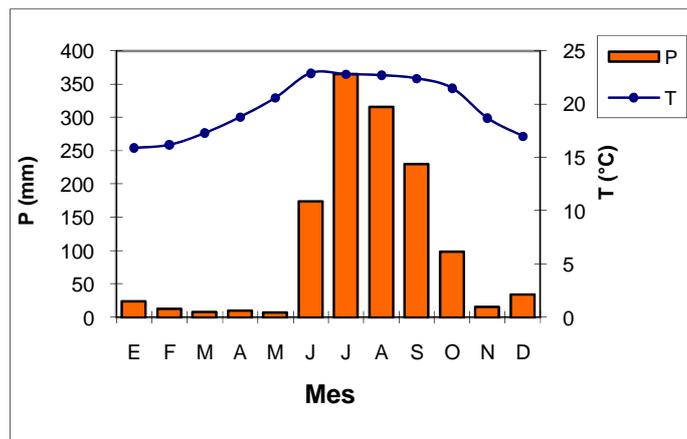


Figura 4. Climograma y datos climáticos de la estación Tepic

### 3.4. Hidrología

El Volcán Sanganguey se encuentra en la región hidrológica Lerma-Santiago (RH-12), la cual es una de las más importantes cuencas de México y la más extensa de Nayarit, ubicada en las porciones oriental, central y sur-oriental de la entidad, donde cubre una extensión de 39.74%. Colinda en su mayor parte con Jalisco y su porción noreste con Durango; hacia el sur limita con la RH-14 Ameca y hacia el norte y noroeste con la RH-11 Presidio-San Pedro. La principal corriente que lo drena es el río Grande de Santiago.

La relevancia de la corriente denominada “Lerma y Santiago” se debe a su longitud y caudal; se origina en el Estado de México para continuar con una dirección general sureste-noroeste, hasta desembocar en el Lago de Chapala, donde cambia de nombre a Grande de Santiago, y sigue su curso a través de los estados de Jalisco y Nayarit, hasta desembocar en el Océano Pacífico, recibe el aporte de numerosos afluentes, siendo los principales: Bolaños, de Joraviejo, La Palmilla, Santa Fe, Guásimas y Huaynamota.

El Volcán Sanganguey se encuentra en la cuenca Santiago-Aguamilpa, en su porción noroeste y suroeste, la cual está localizada en las porciones central, sureste, sur y oeste del Estado, comprende 22.35% del territorio estatal, y en la subcuenca Río Tepic. En su porción noreste y sureste se encuentra en la cuenca Fc Santiago- Aguamilpa y en la subcuenca Río Bolaños- Río Huaynamota.

El Volcán Sanganguey presenta un patrón de drenaje de tipo radial del cual en su totalidad son arroyos de tipo temporal. En la porción noreste se ubica el arroyo El Chivero, al sureste se presenta el arroyo La Viga, al suroeste se ubican el arroyo Rancho viejo, La Calzada y El Caracol, y al noroeste se encuentran ocho arroyos que son tributarios de los arroyos ubicados en la Cuenca Baja.

La hidrología subterránea de la totalidad del volcán corresponde a la permeabilidad de materiales consolidados que va de media a alta. La condición de explotación se considera como sobre explotada y se ubica en la zona de explotación 1804 que corresponde al Valle de Matatipac, cuyas estructuras volcánicas se consideran de constitución basáltica.

### **3.5. Fisiografía y geología**

Fisiográficamente el Volcán Sanganguey se ubica en la provincia del eje Neovolcánico, en la subprovincia de Sierras Neovolcánicas Nayaritas, en la sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados.

El Eje Neovolcánico corresponde a una estructura volcánica plio-cuaternaria, que se sobrepone por su orientación particular Este-Oeste a las estructuras más antiguas. Se encuentra ubicado entre el Altiplano Central al Norte (ignimbritas de la provincia Occidental al Oeste, Sierra Madre Oriental al Este), al Sur la cuenca terciaria del Río Balsas y el basamento que constituye la Sierra Madre del Sur.

El Graben Chapala-Tepic constituye la terminación occidental del Eje Neovolcánico. Las manifestaciones volcánicas recientes, se alinean con una orientación NO-SE, en una franja que se extiende desde Tepic hasta Guadalajara. A la altura del lago de Chapala cambian las direcciones tectónicas, tendiendo al E-O. Los límites del graben están constituidos por la secuencia volcánica oligo-miocénica, presente al nivel del río Grande de Santiago, así como en ambos lados del Lago de Chapala.

Tres centros eruptivos principales se localizan en el graben de Tepic, a los cuales se pueden asociar un gran número de centros adventicios de dimensiones reducidas.

- El Volcán Sanganguey, cerca de Tepic, Nayarit
- El Volcán Ceboruco, a la altura de Ixtlan del Río, Nayarit
- El Volcán de Tequila, Jalisco

De éstos sólo tuvo actividad histórica conocida el Ceboruco, en los años de 1870-1876. La primera fase eruptiva fue de tipo explosivo originando pómez de composición dacítica. Posteriormente fueron emitidos derrames por los flancos SO y NE.

El Volcán Sanganguey presenta el mismo aspecto morfológico, o sea, el aspecto de estrato volcán cuyo cono se ha erosionado en parte, dejando ver un cuello central. Por el grado de erosión en que se encuentra se puede considerar que es de una edad cuaternaria antigua. La actividad más reciente que ha desarrollado corresponde a aparatos "basálticos" y domos riolíticos.

Con respecto a las propiedades químicas, en el Volcán Sanganguey, el cuello central, aunque presenta aspectos macroscópicos muy diferentes de las lavas (sobre todo por su estructura más cristalizada) no muestra diferencias importantes de composición química. Se trata de lavas de tipo andesitas ricas en sílice o de dacitas (composición mineralógica Plagioclasa + Ortopiroxeno + Clinopiroxeno). Asociados con el vulcanismo andesítico-dacítico se encuentran aparatos de morfología basáltica.

La subprovincia de Sierras Neovolcánicas Nayaritas abarca la porción sur-central de Nayarit. Se caracteriza por sus estructuras volcánicas-conos volcánicos, calderas y

coladas de lava que por su juventud conservan sus formas originales. Las rocas más antiguas son ígneas intrusivas ácidas del Cretácico y se presentan al sur del estado, las ígneas extrusivas básicas (basaltos) pertenecen al Terciario. De la misma edad existen rocas ígneas intrusivas intermedias, localizadas al suroeste de San José de Mojarras y Las Pilas, en la margen derecha del Río Santiago.

Las rocas que sobreyacen a las ígneas extrusivas Terciarias, son las sedimentarias del Terciario Superior (conglomerados), producto de la disgregación de las rocas volcánicas. Los materiales del Cuaternario están representados por depósitos aluviales y residuales de valles y mesetas de esta provincia.

El Volcán Sanganguey inicio su actividad hace cerca de 200,000 años, después de la última erupción de la caldera de Las Navajas; la evolución del Sanganguey ha sido muy discutida por Nelson y Livieres (citados por Ferrari, 1997). El perfil y el mapa geológico del Volcán, elaborado por estos autores se muestran en las figuras 5 y 8, Las primeras lavas eruptivas expuestas desde el Sanganguey son de composición dacítica. Algunas de estas dacitas tempranas están expuestas como lóbulos de flujos espesos sobre los lados noreste, oeste y sur del Volcán.

Otras lavas están expuestas en profundos cañones que cortan los flancos noreste y sureste del Volcán. Dentro de estos cañones se observa que el vulcanismo dacítico alterna con el vulcanismo andesítico a través de su historia temprana. Posteriormente, el vulcanismo andesítico es dominante y los flujos de lava Andesíticos cubren completamente los márgenes superiores de los flujos dacíticos y el resto del volcán.

La erosión de los cañones ha expuesto una columna central de composición Andesítica, dando al Volcán su apariencia distintiva. La columna esta compuesta de Andesitas y ocupa la posición del primer conducto volcánico.

Cuadro 3. Superficie ocupada por unidad geológica y porcentaje con respecto al área en estudio.

<b>Geología</b>	<b>Superficie ha</b>	<b>%</b>
Andesitas-piroxenicas	1750.889	76.20
Dacitas-Cristalizadas	134.579	5.85
Basalto-alkalino	323.33	14.08
Riolitas y Traquitas (Las Navajas)	17.737	0.77
Volcanicas-Miocenicicas	70.969	3.1
<b>Total</b>	<b>2297.47</b>	<b>100</b>

El magmatismo alcalino se presenta en las partes sureste y noroeste del Volcán Sanganguey debido a la actividad desarrollada a través de su historia eruptiva, sin embargo, sólo después de que el sistema magmático se enfrió suficientemente, se comporto con una tendencia a fracturarse donde los magmas alcalinos tendieron a penetrar el estratocono. Nelson y Carmichael (citados por Ferrari, 1997) muestran, basados en la evidencia geomorfológica, que los conos cineriticos alcalinos y los flujos de lava sobre los flancos del Sanganguey fueron producto de erupciones dentro de los últimos miles de años de actividad, mientras que los conos y flujos en los valles que lo rodean tienden a ser mucho más viejos.

A pesar de las evidencias de que los magmas alcalinos están incrustados en la corteza previamente formada, durante y después de la actividad del conducto central, los magmas alcalinos no pudieron haber cruzado la parte parental hacia donde se presentan las lavas calcoalcalinas del volcán Sanganguey.

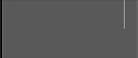
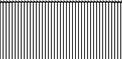
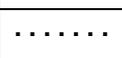
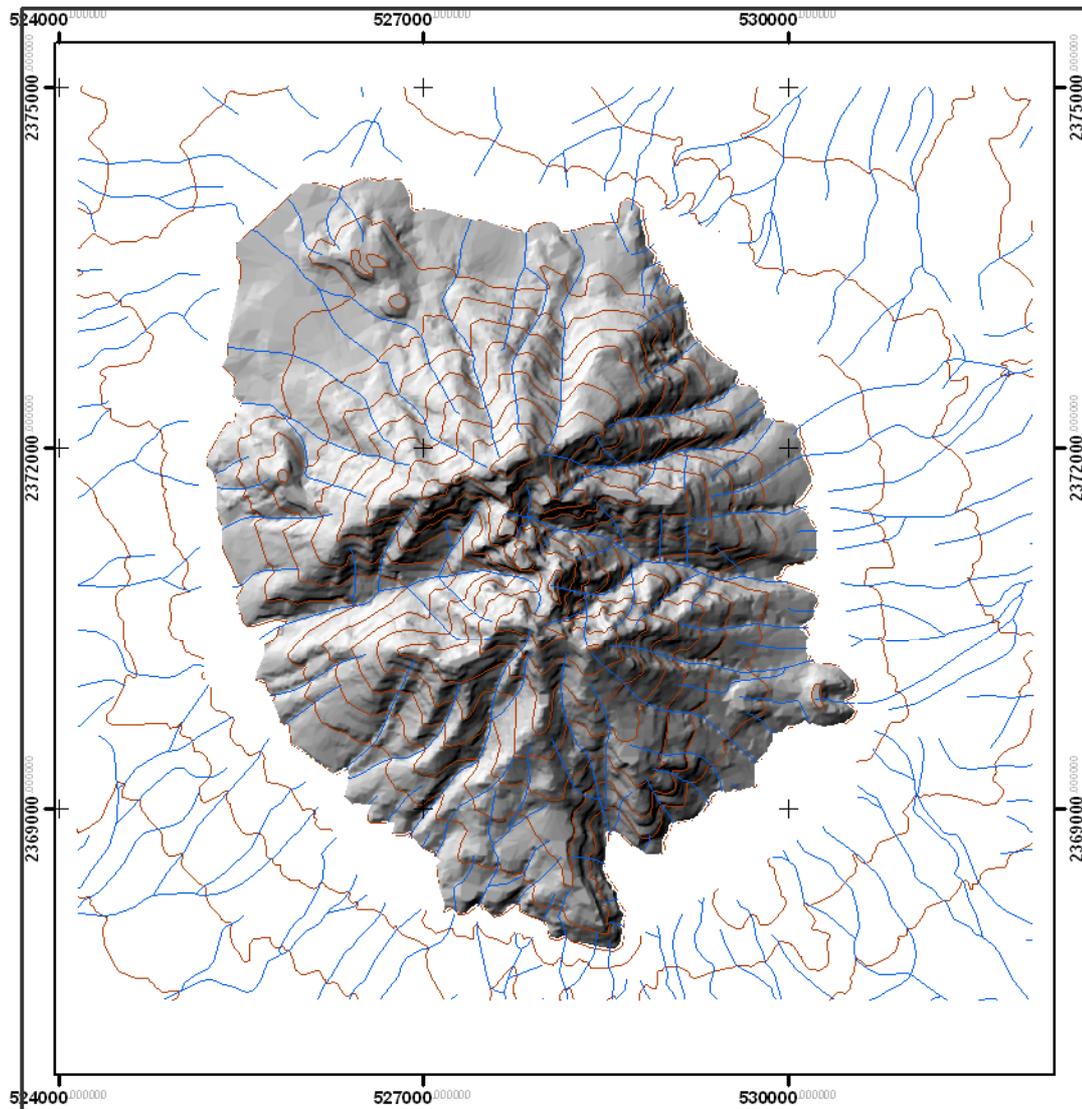
	Basalto		Dacitas cristalizadas
	Andesitas piroxenicas		Hornblenda dacitas
	Riolitas y traquitas Las Navajas		Andesitas
	Hornblenda dacitas		Piroclastos de Las Navajas



Figura.5. Sección transversal a través del volcán Sanganguey y Las Navajas

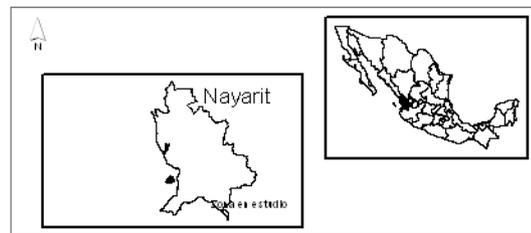
**Figura 6 Modelo Digital de Terreno del Volcán Sanganguey, Nayarit**



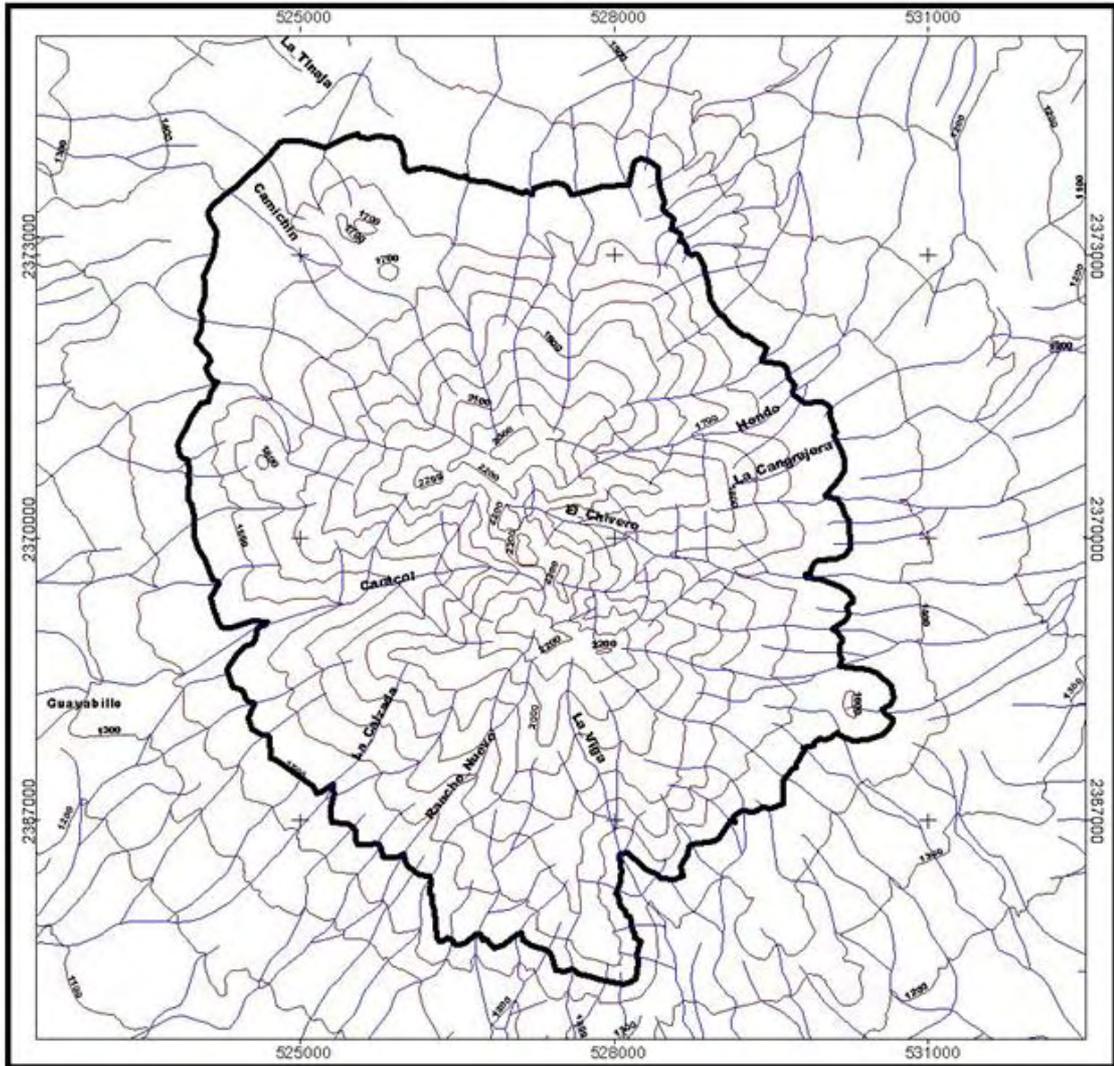
**Leyenda**

-  Modelo Digital de Terreno
-  Corriente temporal
-  Curvas de nivel

Escala: 1 : 50 000  
0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Kilómetros



**Figura 7 Mapa Topográfico del Volcán Sangagüey, Nayarit**



**Simbología**

-  Limite de la zona en estudio
-  Corriente temporal
-  Curvas de nivel

500 0 500 1000 metros

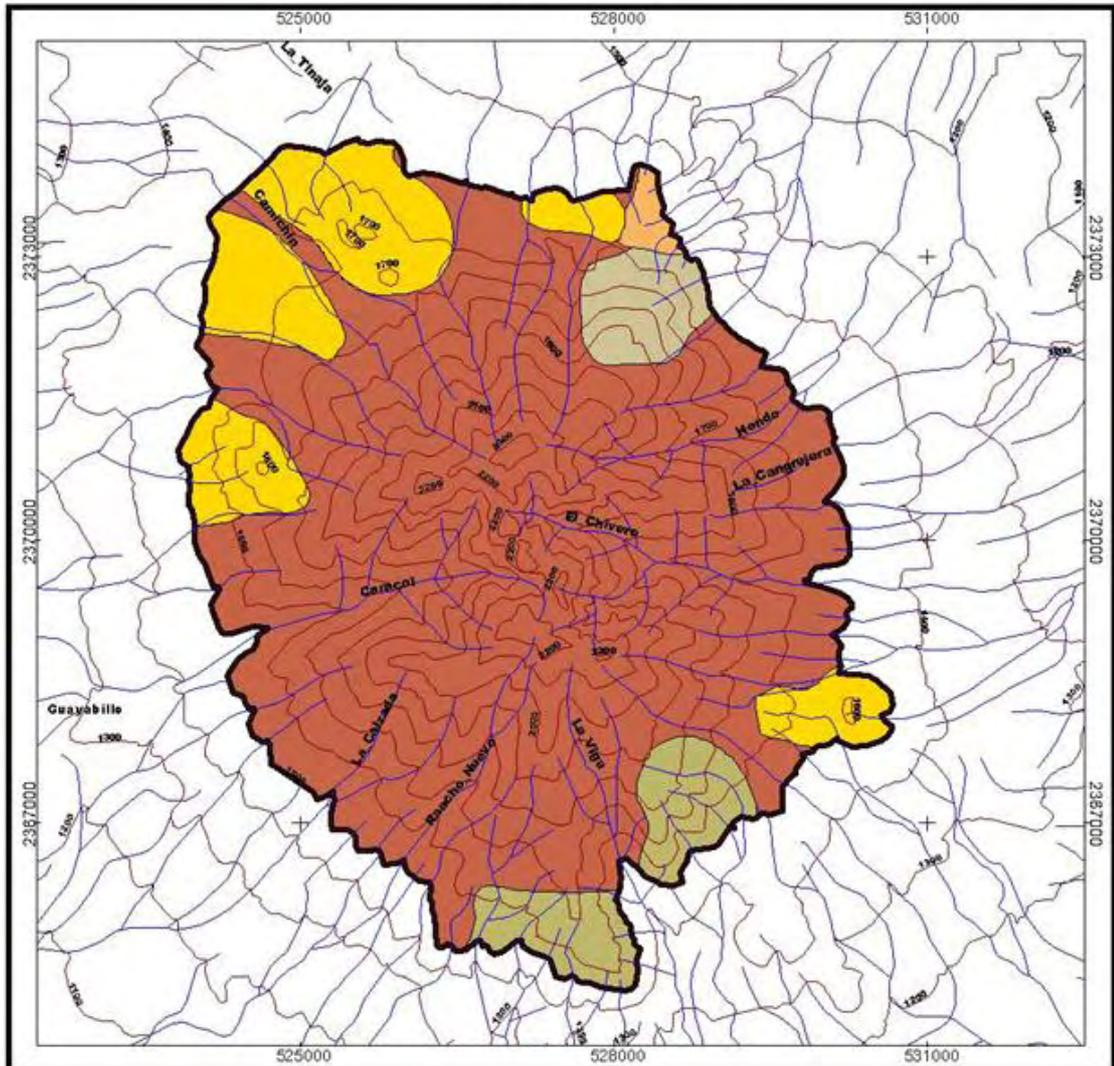
Equidistancia entre curvas de nivel 100 metros

Proyección: UTM  
Datum: WGS84

Fuente: carta topográfica Xalisco F13 D31  
INEGI, 1974



**Figura 8. Mapa Geológico del Volcán Sangaguay, Nayarit**



**Leyenda**

- Andesitas\_pliocénicas
- Basalto\_alcalino
- Dacitas\_Cristalizadas
- Riolitas y Traquitas (Las Navaja)
- Volcanicas\_Miocénicas

**Simbología**

- Límite de la zona de estudio
- Corriente temporal
- Crecer de agua

Escala: 1: 50 000

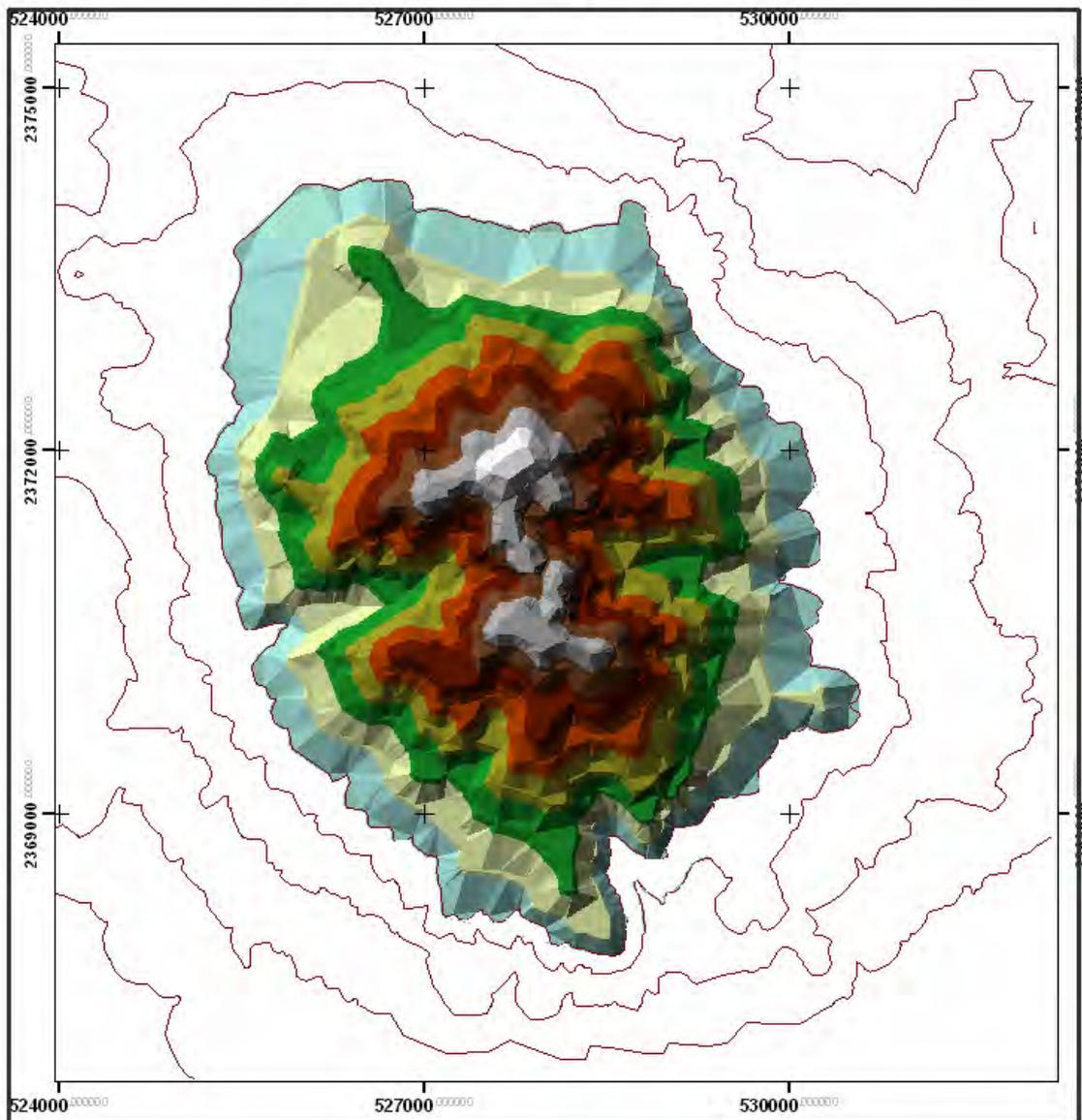
500 0 500 1000 metros

Equivalencia entre el crear de 1:50000 metros

Proyección: \_\_\_\_\_ UTM  
 Datum: \_\_\_\_\_ WGS84



**Figura 9. Mapa Hipsométrico del Volcán Sanganguey, Nayarit**



**Leyenda**

Intervalos altitudinales en metros

2300-2400	1800-1900
2200-2300	1700-1800
2100-2200	1600-1700
2000-2100	1500-1600
1900-2000	

Escala: 1 : 50 000



# CAPITULO 4

## METODO

---

La realización del presente estudio comprendió las siguientes fases:

### **4.1. Trabajo de gabinete**

Se llevó a cabo la recopilación y análisis de información bibliográfica de estudios previos realizados en la zona y áreas aledañas al Volcán Sanganguey, relacionados con los objetivos del presente trabajo.

Se realizó la recopilación y consulta de cartas temáticas de INEGI de los siguientes temas: edafológica, uso del suelo, topográfica y geológica (escala 1:50,000), además de las de hidrología superficial y subterránea (escala 1:250,000), la carta climática fue a escala 1:500,000, la síntesis de Información Geográfica de Nayarit, así como la información correspondiente a las estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CNA) más cercanas al sitio. Todo lo anterior con el fin de caracterizar el medio biofísico de la zona y abarcar los aspectos generales tales como vegetación, localización geográfica y política, geología, fisiografía, relieve, hidrología, clima, suelo y datos de la influencia humana sobre los recursos vegetales.

Se adquirieron las fotografías aéreas disponibles de la zona impresas en blanco y negro (INEGI, escala 1:20,000) y pertenecen a las líneas de vuelo 453, 454, 455 y 456 tomadas en el mes de octubre de 1995. La línea 453 esta tomada en dirección sur a norte y comprende dos fotos (13 y 14), La línea 454 está tomada en dirección sur a norte y comprende 4 fotos (12, 14, 16 y 18), la línea 455 esta tomada de norte a sur y comprende 4 fotos (3, 5, 7 y 9), la línea 456 esta tomada de sur a norte y comprende 3 fotos (12, 13 y 14).

La primera etapa consistió en la fase preliminar de fotointerpretación a fin de definir las zonas que presentaron cubierta vegetal (áreas de presencia-ausencia), posteriormente se reconocieron los diversos tipos de vegetación presentes en la zona de estudio con base en la textura, tonos y forma de la copa del arbolado, con los resultados obtenidos se elaboró un mapa de vegetación tentativo escala 1:50 000 que se utilizó para la verificación de campo.

Adicionalmente, se realizó la digitalización del mapa temático de topografía a escala 1:50,000 en el programa ILWIS versión 3.0, a fin de poder analizar la información en un ambiente de Sistema de Información Geográfica (SIG) y poder integrar a este la base de datos para llevar a cabo la sobreposición de mapas a fin de realizar la correlación de los parámetros físicos con las asociaciones vegetales reconocidas.

## **4.2. Delimitación del área de estudio**

El intervalo altitudinal estudiado comprendió desde arriba de la cota de los 1,500 m hasta la cima del Volcán Sanganguey a 2,340 m, en este intervalo se presenta la zona con mayor estado de conservación de la vegetación. En las laderas de menor altitud y poco inclinadas se presentan bosques muy fragmentados y transformados a causa de las actividades agrícolas, que se practican intensivamente y por la ganadería extensiva, que igualmente ha provocado un fuerte deterioro de la cubierta vegetal.

La delimitación general de la zona se definió a través de un recorrido preliminar, la revisión cartográfica y de la primera fase de fotointerpretación.

## **4.3. Fotointerpretación**

La interpretación del material aerofotográfico se realizó cubriendo básicamente dos aspectos temáticos, la identificación de los tipos de vegetación y de las unidades geomorfológicas.

Las diferentes comunidades vegetales se interpretaron de acuerdo con la clasificación de la vegetación propuesta por Rzedowsky (1978) y con base en el reconocimiento de áreas con características de textura, presencia-ausencia y cobertura, en un principio auxiliándose de manera general con el mapa de uso del suelo y vegetación de INEGI (1992) y posteriormente en el reconocimiento del área, que se fue adquiriendo durante los recorridos de campo.

La interpretación geomorfológica se realizó con base en la identificación de las geoformas principales (laderas bajas, medias y altas con distinto grado de pendiente) con el apoyo de la carta topográfica, fotografías aéreas y el modelo digital de elevación.

La preparación del material y el tratamiento de las fotografías aéreas antes de la interpretación consto de las siguientes etapas:

### **4.3.1. Cálculo de la base instrumental del estereoscopio**

La base instrumental es la distancia entre el centro del campo de visión del ojo izquierdo y del centro del campo de visión del ojo derecho, sólo si se esta observando con el eje de los ojos paralelo (a través del estereoscopio). La base instrumental depende de la distancia interpupilar del observador y del tipo de aparato del que se disponga, cada estereoscopio tiene su base instrumental exclusiva para cada usuario. La finalidad de este cálculo es que al observar el par fotográfico con el eje de los ojos paralelo se permita hacer una interpretación correcta y confiable, reduciendo el cansancio al no forzar la vista. (Murillo, 1974).

El cálculo de la base instrumental se realiza en un área iluminada (de preferencia con luz natural) de la siguiente manera:

- a) En una mesa se fija una cartulina blanca con cinta adhesiva y se traza una línea recta de 40 cm paralela al borde de la mesa a una distancia de 20 a 25 cm.

- b) El estereoscopio de espejos se coloca sobre la mesa observando la recta marcada en la cartulina, se enfocan los binoculares independientemente para cada ojo y se ajusta la distancia interpupilar de los binoculares para el observador. Al observar la recta en el estereoscopio, si se observan dos rectas se debe de mover ligeramente el estereoscopio para lograr que sólo aparezca una recta.
- c) En el centro del campo de visión del ojo izquierdo se marca una línea de 0.5 cm perpendicular a la recta, después, observando con el ojo derecho se ve la línea marcada en el campo de visión izquierdo y se marca la línea en el centro de visión derecho. Observando con ambos ojos se debe de ver una sola línea virtual que resulta de la fusión de los dos campos de visión.
- d) Después de marcar ambas líneas, la primera y la transferida, la distancia entre ellas corresponde a la base instrumental, exclusiva del estereoscopio y del interprete (Murillo, 1974).

#### **4.3.2. Orientación de las fotografías aéreas**

En esta fase es necesario considerar la dirección de la línea de vuelo, es decir la secuencia real en que se tomaron las fotografías y la orientación respecto a la posición del sol en el momento de la toma. Para lograr el acomodo correcto de las fotografías se deben de seguir los siguientes pasos:

- a) Marcar los puntos principales en cada fotografía, tomando como base las marcas fiduciales (las paralelas al margen de la fotografía o las diagonales), se traza una línea central no mayor a 0.5 cm y se intercepta con el eje perpendicular (generado por marcas fiduciales) formando una cruz.
- b) Determinar la zona de recubrimiento, el área común fotografiada en dos fotografías continuas se obtiene al sobreponerlas haciendo coincidir dicha área, los puntos principales indican la dirección del vuelo.
- c) Determinar la posición de las fotografías (izquierda y derecha, manteniendo las fotos sobrepuestas se colocan paralelas a la mesa de trabajo, y se orientan colocando las sombras hacia el observador (para reproducir las condiciones originales en que las fotos se tomaron, normalmente la dirección de toma es de este a oeste y en el Hemisferio Norte las sombras presentan dirección norte).
- d) Transferir los puntos principales a las fotografías adyacentes: se aplican los pasos anteriores y observando a través del estereoscopio.
- e) Dibujar la línea de vuelo, utilizando una regla se hace coincidir en un par estereoscópico los puntos principales y los transferidos en una sola línea ayudándose de la línea recta marcada en la cartulina con la que se calculo la base instrumental.
- f) Ajustar la orientación de las fotografías, verificando que la línea de vuelo se encuentre sobre la línea paralela al borde de la mesa de trabajo y la distancia entre las fotos sea igual a la base instrumental.

- g) Observar las fotografías en forma tridimensional: se logra moviendo el estereoscopio a través del par estereográfico y manteniendo la base paralela a la línea de vuelo.

#### **4.3.3. Preparación de las fotografías aéreas para la fotointerpretación**

Se ordenaron la fotografías de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, y se marcaron las zonas de sobreposición que delimitan el área interpretable de la fotografía. Dependiendo del tipo de terreno se seleccionaron las fotografías para su interpretación, en terreno plano se ocuparon fotografías alternas, en terreno montañoso se utilizaron todas las fotografías.

#### **4.3.4. Trazado de las áreas fotointerpretables**

Primero se debió considerar la sobreposición longitudinal (entre fotos) y la sobreposición lateral (entre líneas de vuelo). La sobreposición longitudinal debía de ser entre 55 - 65%, y la lateral de 20 - 30%.

El trazado de las áreas fotointerpretables se inició de izquierda a derecha, en la primera fotografía se trazó mediante una regla una línea perpendicular a la línea de vuelo a partir del punto principal y otra perpendicular a la mitad entre el punto principal de la primera fotografía y el punto principal transferido de la fotografía derecha.

En la segunda fotografía se transfirió la línea perpendicular de la primera fotografía a la segunda, la transferencia de la línea no es recta porque existió distorsión debido al relieve.

#### **4.4. Captura y manejo de la información en el Sistema de Información Geográfica**

Los Sistemas de Información Geográfica utilizados en la captura y procesamiento de la información fueron el ILWIS (The Integrated Land and Water Information System) versión 3.0 y el sistema ArcView versión 3.2. A continuación se presenta el procedimiento seguido para el manejo de la información en formato vectorial y en formato raster:

##### **4.4.1. Información vectorial**

En el Sistema de Información Geográfica ILWIS (3.0) con base en el sistema de coordenadas métricas de la proyección UTM (Universal Transversa de Mercator) NAD27 se digitalizaron los siguientes datos:

- a) Los límites de la zona en estudio a partir de la cota de 1,500 msnm.
- b) La información altimétrica a partir de las curvas de nivel cada 10 m de la carta topográfica, clave F-13-D-31 escala 1:50, 000 de Xalisco, Nayarit (INEGI, 1974).
- c) La información litoestratigráfica del mapa geológico del Volcán Sanganguey de Nelson y Livieres, 1986 (modificado por Ferrari, 1997).

- d) Los vectores vaciados a la carta topográfica derivados de la fotointerpretación, de los recorridos de campo para las asociaciones vegetales y de la elaboración del mapa geomorfológico.

#### **4.4.2. Información raster**

##### **Modelo digital de elevación**

La información vectorial resultante de la digitización de las curvas de nivel se rasterizó, es decir, la información vectorial lineal se convirtió a información en formato de celdas con un tamaño de píxel de 29 m por lado (tamaño igual que los píxeles de las bandas de la imagen de satélite después de su georreferenciación y corrección geométrica), después se aplicó el algoritmo de interpolación (que calcula para cada píxel las dos distancias más cortas a las dos curvas de nivel más cercanas y calcula el valor altitudinal del píxel mediante una relación lineal); el mapa resultante se denomina modelo digital de elevación (MDE) o modelo digital del terreno (MDT) y a partir de él se elaboró el siguiente mapa:

- a) Mapa hipsométrico. El MDT se clasificó en intervalos de altura y se utilizó diferente coloración en cada intervalo (cada 100 m).

#### **4.5. Trabajo de campo**

El trabajo de campo consistió en dos fases que se realizaron simultáneamente, los muestreos de vegetación y la verificación de la información resultado de la fotointerpretación y de las cartas de INEGI.

##### **4.5.1. Muestreos de vegetación**

El trabajo de campo se realizó durante el periodo comprendido entre el mes de mayo del 2003 al mes de marzo del 2004. Previamente, se recorrió la zona de estudio para identificar las características generales del área, las condiciones de los posibles accesos y para realizar entrevistas informales con los pobladores del lugar y autoridades civiles.

Con base en los tipos de vegetación reconocidos en los recorridos preliminares, la cartografía temática y las fotografías aéreas, se establecieron los sitios de muestreo de la vegetación con el fin de que los sitios seleccionados fuesen representativos de las diferentes condiciones biológicas y físicas de la zona.

Para el análisis estructural de la vegetación se realizaron muestreos sistemáticos procediendo de la siguiente manera: la zona se dividió en cuatro exposiciones (norte, sur, este y oeste) y en cuatro intervalos altitudinales (1500-1700; 1700-1900; 1900-2100 y 2100-2300).

La selección de los sitios de muestreo fue de tipo dirigido (o preferencial), con base en el reconocimiento de zonas homogéneas; dentro de cada sitio de muestreo las subunidades muestrales se situaron al azar.

En cada intervalo altitudinal los sitios de muestreo se establecieron con base en el reconocimiento preliminar de los tipos de vegetación y considerando otros factores como la pendiente, el tipo de suelo, la litología y la exposición.

Se establecieron un total de 20 puntos de muestreo (una parcela por sitio), cada uno con un tamaño de 50 x 50 m (2,500 m<sup>2</sup>), donde se consideraron todos los árboles con una altura mayor a 1.50 m y con diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a 10 cm. En cada parcela se recolectaron individuos de cada una de las especies arbóreas presentes para su posterior identificación, y se midió la altura, el DAP, el diámetro de copa (mayor y menor) y la cobertura de las mismas.

Para el muestreo del estrato arbustivo, dentro de cada parcela se estableció al azar una subparcela anidada con un tamaño de 5 x 5 m (25 m<sup>2</sup>), en donde se contó el número total de individuos por especie y se midió el diámetro mayor y menor tomado a nivel de superficie y la cobertura de los individuos de cada especie. Cada sitio de muestreo fue georreferenciado con un geoposicionador (GPS) para su posterior ubicación en el Sistema de Información Geográfica.

Los datos anteriores fueron la base para calcular los siguientes parámetros de la vegetación: densidad, frecuencia, área basal y cobertura absolutas y relativas. Los valores anteriores se utilizaron para estimar el valor de importancia relativa (VIR) por especie en cada tipo de asociación reconocida.

Adicionalmente, en cada sitio de muestreo se obtuvo información sobre parámetros físico-geográficos tales como altitud, ubicación geográfica, pendiente, exposición, litología, color superficial del suelo, presencia de hojarasca y profundidad de esta, factores de perturbación y pedregosidad.

Las características físicas del suelo en los distintos sitios de muestreo, se determinó mediante un perfil de suelo, para definir si el tipo de suelo estaba asociado a las diversas unidades de paisaje o tipos de vegetación.

#### **4.5.2. Aspectos florísticos**

La recolección incluyó a todas las especies de angiospermas, gimnospermas y pteridofitas con estructuras vegetativas y reproductivas. Se recolectó un total de cinco ejemplares de cada especie, los especímenes fueron herborizados, identificados taxonómicamente y donados al Herbario Nacional (MEXU) y al herbario de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo (CHAP).

Durante la recolección de las especies se registraron los siguientes datos:

- Lugar de colecta (nombre del paraje y georreferencia)
- Número de sitio de muestreo
- Tipo de vegetación (con base en las especies fisonómicamente dominantes)
- Forma del relieve
- Topografía del lugar, calculando la inclinación de la pendiente en grados
- Exposición
- Altitud
- Características generales del suelo

- Observaciones propias del ejemplar (altura, color de flor, tipo de ramificación, forma de vida, abundancia)
- Características del paisaje

#### 4.6. Análisis de datos de campo

La información recopilada durante los muestreos y colecta de la vegetación se capturó y proceso en hojas de cálculo; para elaborar las etiquetas se utilizó una base de datos de los ejemplares recolectados. Para la identificación de las especies se recurrió a taxónomos especialistas de los herbarios donde se distribuyó el material herborizado.

##### 4.6.1. Análisis estadístico

La información de los muestreos de vegetación capturada en las hojas de cálculo, se manejo conforme a los procedimientos descritos por Mateucci y Colma (1982) para calcular las siguientes variables estructurales:

- a) Densidad (D). Mateucci y Colma (1982) definen la densidad como “el numero de individuos (N) en un área (A) determinada”. La fórmula que se utiliza es:

$$D = N / A$$

La densidad de cada sitio se obtuvo a partir del número de individuos en cada parcela de 50 x 50 m y para los arbustos en parcelas de 5 x 5 m, el valor obtenido, se extrapolo para una superficie de 10,000 m<sup>2</sup> (1 ha).

- b) Área basal (AB) es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en metros de material vegetal por unidad de superficie de terreno.

El área basal se obtuvo a partir de la medición de los diámetros obtenidos directamente con una cinta diamétrica, estos valores se estimaron mediante la siguiente formula:

$$AB = \pi r^2$$

Considerando que  $r = P / 2 \pi$  , donde P = perímetro y r = radio.

El área basal por planta se obtuvo sumando los valores individuales de área basal de todos sus tallos. El área basal por especie se obtuvo sumando el valor de área basal de los árboles pertenecientes a esta. El área basal y la densidad de cada especie (por hectárea) se calcularon de la siguiente manera:

- 1) El porcentaje que representa cada especie en relación al número total de árboles del sitio
- 2) El valor porcentual de cada especie se utilizó para calcular el número de individuos por hectárea (densidad absoluta) de la especie en relación a la densidad total calculada por sitio de muestreo

- 3) El área basal por hectárea (área basal absoluta) por especie se calculó con la ayuda del valor de densidad absoluta de la misma y a partir del número de individuos de la especie y el valor del área basal en el muestreo mediante un cálculo proporcional
- c) Valor de Importancia Relativa (VIR). El valor de importancia relativa (VIR) es una combinación de diferentes variables que se utilizó para expresar de manera jerárquica la dominancia de las especies, se calculó con la siguiente fórmula:

$$VIR = 1 / 2 (\text{cobertura relativa} + \text{densidad relativa})$$

Donde los valores relativos de los atributos estructurales se combinaron en el valor de VIR (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974).

La cobertura (C) viene dada por la fórmula:

$$C = \pi \left[ \frac{1}{4} (d_1 + d_2) \right]^2,$$

Donde  $\pi = 3.1416$ ,  $d_1$  y  $d_2$  son los diámetros mayor y menor perpendiculares entre sí de la proyección vertical de la copa del árbol o arbusto.

#### 4.7. Descripción de la vegetación

La descripción se basó en aspectos fisonómico-florísticos. En cada tipo de vegetación se determinó la estratificación por altura, la cobertura y la composición florística; la clasificación de los tipos de vegetación se basó en el sistema propuesto por Rzedowski (1978), adicionalmente, se consideró la fenología de las comunidades para establecer las unidades de paisaje.

Las asociaciones reconocidas se describen y discuten en cada unidad de paisaje en la que fueron asignadas, los nombres de las asociaciones se basan en las especies dominantes, desde el punto de vista cuantitativo, aunque no siempre fueron los componentes dominantes desde el punto de vista fisonómico.

La cartografía de la vegetación se realizó a nivel de asociación, la cual para el presente estudio fue más útil y reflejó más directamente las condiciones ecológicas y los gradientes ambientales que determinarían su distribución.

Debido a lo anterior, el término asociación<sup>1</sup> en este estudio, corresponde a un ensamble de determinadas especies, definido y que es resultado de condiciones específicas del medio. El listado florístico de las especies presentes en el Volcan Sanganguey, por tipo de asociación vegetal se puede consultar en el Anexo 1.

---

<sup>1</sup> Mueller-Dombois & Elleberg (1974), sugieren que conceptos como asociación y sociación solo deben usarse en sentido abstracto y no para una comunidad concreta en el campo, a la que uno debe referirse como comunidad vegetal o fitocenosis. Aquí se considera el término asociación en el sentido más simple y concreto de asociación de determinadas especies, que pueden tener uno o más dominantes fisonómicos, en términos generales como se usa en la escuela norteamericana, pero aplicado a la más pequeña unidad de vegetación reconocible a simple vista.

#### **4.8. Clasificación**

La vegetación se clasificó en forma numérica mediante el análisis de agrupamiento (CA), una técnica jerárquica aglomerativa que analiza las muestras en forma individual para fusionarlas sucesivamente en grupos de tamaño creciente, hasta que todas las muestras son sintetizadas en un sólo grupo. Se eligió el índice de Sørensen como la medida de distancia para definir la semejanza entre los grupos, por ser de los más robustos para datos ecológicos (McCune y Mefford, 1999) y como método de unión de grupos el de promedio entre grupos (UPGMA), ya que introduce relativamente poca distorsión en la distancia entre agrupamientos con respecto a la matriz de distancias original (Ludwig y Reynolds, 1988) y evita el efecto de encadenamiento generado con otros métodos de unión (Digby y Kempton, 1987).

Para la clasificación de la vegetación se utilizó el programa PC-ORD (McCune y Mefford, 1999). Los resultados se presentan en un dendrograma en el que la medida de distancia se transformó a la función objetiva de Wishart (1969) expresada como porcentaje de información remanente. Con esta función se evita que la unión de dos grupos ocurra a una distancia menor que en una fusión previamente establecida. Para determinar el número de grupos en el dendrograma se eligió un nivel de corte que considerara un compromiso entre la pérdida de información y la simplificación de un número de unidades de vegetación interpretables desde un punto de vista natural (McCune y Grace, 2002).

#### **4.9. Ordenación**

Para la ordenación de la vegetación se utilizó el Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA) y el Análisis de Correspondencia Canónica (CCA). Ambas técnicas son apropiadas cuando las especies muestran relaciones de tipo unimodal a gradientes ambientales (Ter Braak y Prentice, 1988). Dado que los datos del VIR de las especies fueron colectados a lo largo de un gradiente ambiental amplio de más de 1 000 m de altitud, un modelo unimodal es apropiado (Austin, 1987; Velázquez, 1994; Palmer, 2003). El Análisis de Correspondencia Rectificado es una técnica de ordenación indirecta en la que los gradientes ambientales son inferidos a partir de los datos de las especies (Ludwig y Reynolds, 1988). Las relaciones entre estos gradientes y las variables ambientales pueden ser examinadas posteriormente, usualmente mediante un análisis de correlación.

El Análisis de Correspondencia Canónica es una técnica de ordenación directa y representa además un caso especial de regresión múltiple donde la composición de especies es directamente relacionada con las variables ambientales. CCA es además una técnica eficiente cuando no se cumple el supuesto de respuesta unimodal de las especies a gradientes ambientales (Palmer, 1993).

La prueba de permutaciones Monte Carlo permitió determinar si los valores de las raíces características de los primeros ejes de la ordenación y los valores de correlación entre las especies y las variables ambientales obtenidos con el CCA eran estadísticamente significativos ( $P < 0.05$ ). Para realizar los análisis se utilizó el programa de cálculo PC-ORD (McCune y Mefford, 1999).

Los resultados se presentaron en un dendrograma en el que la medida de distancia se transformó a la función objetiva de Wishart (1969) expresada como porcentaje de información remanente. Con esta función se evita que la unión de dos grupos ocurra a

una distancia menor que en una fusión previamente establecida. Para determinar el número de grupos en el dendrograma se eligió un nivel de corte que considerara un compromiso entre la pérdida de información y la simplificación de un número de unidades de vegetación interpretables desde un punto de vista natural (McCune y Grace, 2002).

Con esto, en última instancia se buscó el desarrollo de un modelo más comprensible del estatus que guardan las comunidades entre sí y los factores ambientales que las están delimitando.

#### 4.10. Análisis de suelos

Para identificar los tipos de suelos presentes en la zona en estudio, se llevaron a cabo muestreos de estos y de material litológico. Los suelos fueron analizados en el laboratorio de Edafología Ambiental del Instituto de Geografía de la UNAM y en el Laboratorio de Suelos del Centro Multidisciplinario de Investigación Científica de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Se registraron la profundidad, color en seco y en húmedo, textura, pH, porcentaje de materia orgánica, prueba de alófanos y resistencia con apoyo de los siguientes métodos:

Profundidad	Perfil edáfico
Color	Carta de colores de Munsell
Textura	Hidrómetro de Boyoucos
Materia orgánica	Método de combustión interna húmeda de Walkley y Black
Prueba de alófanos	Floruro de sodio y fenoftaleina como indicador
Resistencia (Kg/ cm <sup>2</sup> )	Penetrómetro IN

#### 4.11. Cartografía preliminar y definición de unidades de paisaje

El procesamiento de datos de campo se llevó a cabo en el Instituto de Geografía de la UNAM, en el departamento de Geografía Física y en el laboratorio de Sistemas de Información Geográfica. El análisis de la información se realizó en el Sistema de Información Geográfica ILWIS (versión 3.0) y ArcView (versión 3.2), se integró información de la cartografía preliminar, las corroboraciones en campo para la elaboración y edición de mapas para correlacionar datos de campo y la obtenida del trabajo de gabinete, desde una perspectiva espacial.

Como resultado se obtuvieron los siguientes mapas: altimétrico, textura, profundidad de suelo, modelo digital de elevación, topográfico, vegetación, prueba de alofanos, geológico, edafológico, pH, % de arena, pendiente, % de materia orgánica, color del suelo en seco y en húmedo, geomorfológico e hidrológico.

Sobreponiendo los mapas de los diferentes atributos físicos (ej. vegetación con suelos), se correlacionaron los gradientes ambientales con las asociaciones vegetales previamente identificadas.

Con la técnica anterior se identificaron las tres grandes unidades de paisaje de las que derivan las asociaciones vegetales respectivas (bosque de *Quercus* perennifolio, bosque de *Quercus* subcaducifolio y bosque de *Quercus* caducifolio). Adicionalmente, esta técnica permitió realizar la caracterización del medio natural donde se insertan las diversas asociaciones y establecer la correlación con los diversos gradientes ambientales donde se distribuyen.

El proceso fue jerárquico, de unidades de mayor a menor escala espacial en las que se consideraron atributos más específicos y detallados (unidad fisiográfica, unidad de paisaje, unidad de asociación vegetal, morfología, edafología, geología, clima, pendiente, exposición y altitud), por lo que las asociaciones vegetales descritas presentan características propias y distintivas, esta particularidad fue retomada en el análisis de gradientes ambientales para poder explicar la distribución de las asociaciones vegetales en el espacio geográfico delimitado por el Volcán Sangangüey.

#### **4.12. Cartografía final**

Como parte de la integración de la información preliminar tanto cartográfica como de la base de datos, como productos finales se generaron y editaron mapas temáticos del área estudiada: de hidrografía, topografía, geomorfología, asociaciones vegetales, altimetría, geología, edafología y modelo digital de elevación, todos en escala 1:50,000.

## CAPITULO 5

### RESULTADOS

---

#### 5.1.- Fotointerpretación

La interpretación del material aerofotográfico se realizó identificando los diferentes tipos de vegetación en los mapas preliminares y corroborados mediante los recorridos de campo.

Los tipos de vegetación identificados para el volcán Sanganguey en la fotointerpretación y trabajo de campo, se clasificaron de acuerdo con Rzedowsky (1978) y corresponden con los grandes tipos de comunidades vegetales de la zona de estudio: bosque de *Quercus*, bosque mixto de *Quercus-Pinus* y bosque de *Pinus-Quercus*.

#### 5.2. Sistema de Información Geográfica (SIG)

La captura y manejo de la información con los SIG's ILWIS (versión 3.0.) y ArcView (versión 3.2) dio como resultado la creación de los siguientes mapas temáticos en formato digital: mapa topográfico (figura 7), mapa geológico (figura 8), mapa de asociaciones vegetales (figura 10), mapa edafológico (figura 17) y el mapa geomorfológico (figura 18); a partir del mapa topográfico se elaboraron los siguientes mapas en formato raster: mapa del modelo digital de elevación (figura 6) y mapa hipsométrico (figura 9).

#### 5.3. Análisis Sinecológico

Se realizaron un total de 20 sitios muestreados en los principales tipos de vegetación y en sitios clave identificados durante la fotointerpretación y las salidas de reconocimiento.

Los muestreos se ubicaron en zonas con vegetación conservada (arriba de la cota 1500 msnm) y representativa de las principales comunidades vegetales del volcán Sanganguey, cubriendo un intervalo altitudinal que va de los 1500 a los 2300 msnm; el intervalo de pendiente en el que se ubicaron los sitios va de los 20° a los 65°, siendo muy variable el tipo de pendiente, aunque en su mayor parte se establecieron en las laderas montañosas.

Los sitios de muestreo se encuentran en laderas con diferentes exposiciones, tratando de cubrir las ocho orientaciones principales, las exposiciones en las que se ubicaron la mayor

## **Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit**

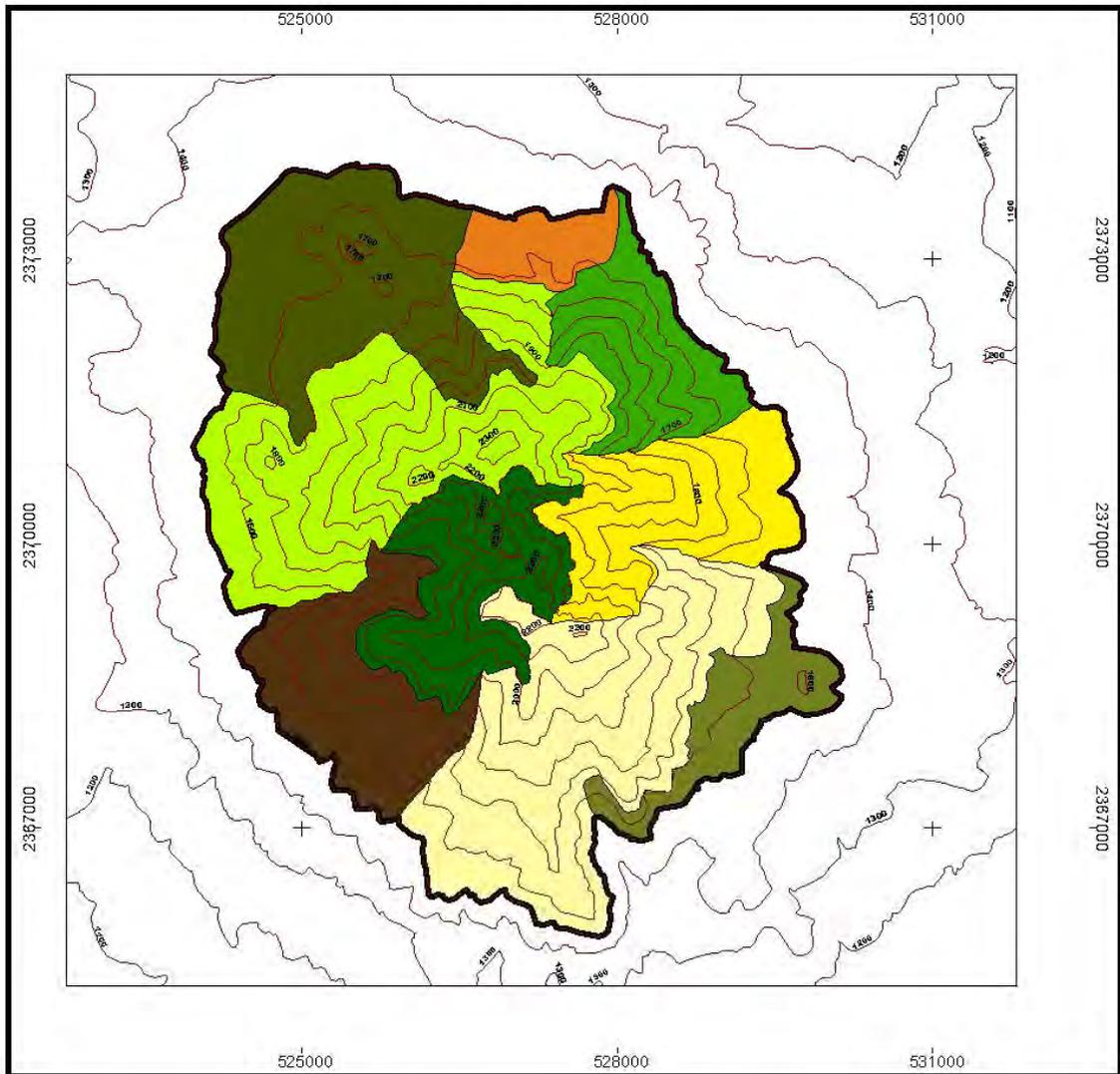
---

cantidad de muestreos corresponden a las laderas nor-noroeste (8), oeste-suroeste (6) y sur suroeste (6), midiendo un total de 757 árboles y 254 arbustos.

El análisis de datos se realizó de manera independiente para cada sitio de muestreo y solamente se trataron conjuntamente para el análisis por tipo de asociación vegetal y en la elaboración de los cuadros de las características generales de cada asociación. El valor de importancia relativa se obtuvo mediante la suma de los valores relativos de área basal, densidad y frecuencia, los cuales se obtuvieron a partir del cálculo de las variables absolutas correspondientes.

Al realizar la clasificación y ordenación de la vegetación, se obtuvieron 9 asociaciones que fueron cartografiadas según su distribución espacial (figura 10), las cuales fueron la base para el posterior análisis sinecológico de la vegetación.

**Figura 10. Mapa de Asociaciones Vegetales del Volcán Sangaguay, Nayarit**



**Legenda**

- Asociación de *Alnus jorullensis*-*Quercus urbanii*
- Asociación de *Pinus devoniana*-*Quercus obtusata*
- Asociación de *Quercus aristata*-*Q. glaucoides*
- Asociación de *Quercus candicans*
- Asociación de *Quercus castanea*-*Q. convallata*
- Asociación de *Quercus laeta*
- Asociación de *Quercus obtusata*-*Q. rugosa*
- Asociación de *Quercus praeco*-*Q. castanea*
- Asociación de *Quercus salicifolia*-*Q. magnifolia*

Simbología



límite de la zona en estudio



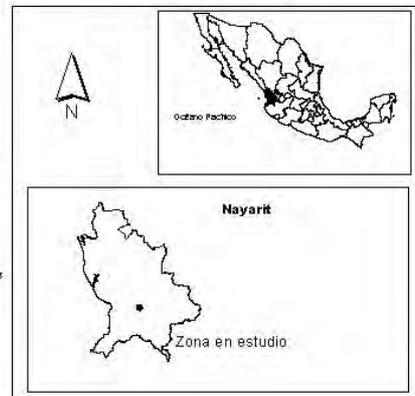
Cursos de ríos

Escala: 1: 50 000  
500 0 500 1000 metros

Equidistante entre curvas de nivel 100 metros

Proyección: UTM

Datam: WGS84



Fuente: Elaboración Propia

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

El área basal promedio en las diferentes asociaciones identificadas en el volcán Sanganguey, varía entre 2.47 a 55.74 m<sup>2</sup>/ha (Figura 11); el valor más bajo se presentó en la asociación de *Quercus aristata*–*Quercus glaucooides* y el más alto corresponde a la asociación *Quercus salicifolia*–*Quercus magnolifolia*.

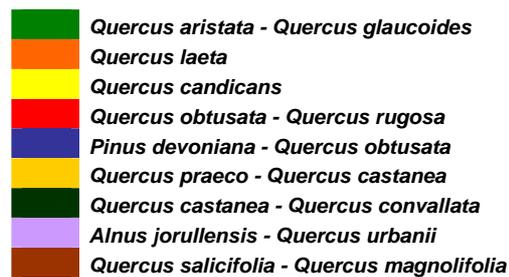
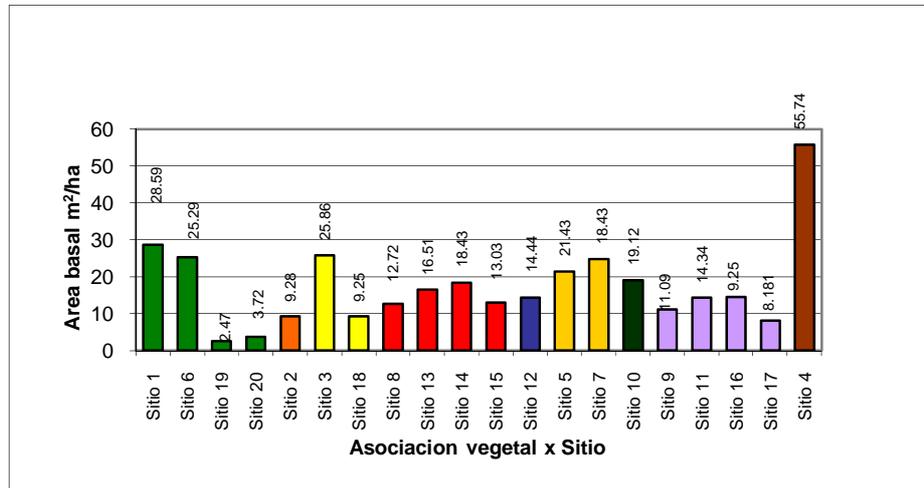


Figura 11. Área basal por tipo de asociación.

La densidad de árboles para las diferentes asociaciones varía entre 48 y 328 individuos por hectárea (figura 12), presentando el valor más bajo la asociación de *Q. laeta* y el más alto la asociación de *Q. salicifolia*-*Q. magnolifolia*.

En general, las diversas asociaciones son poco densas, los valores de área basal son muy variables, teniendo un promedio de 19.66 m<sup>2</sup>/ha, el intervalo de altura va de los 7.87 a los 16.95 m, y en general los diámetros de los troncos son pequeños.

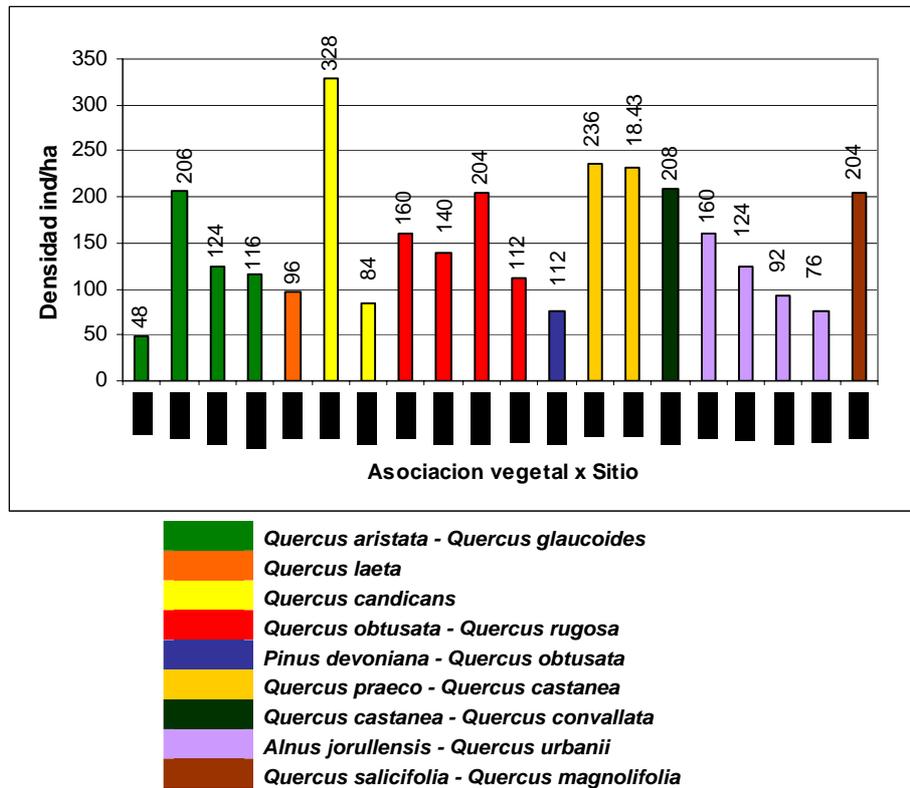


Figura 12. Densidad por tipo de asociación

Las especies más importantes del área en estudio por su valor de importancia relativa fueron: *Q. laeta*, *Q. magnolifolia*, *Q. obtusata*, *Q. praeco*, *Q. rugosa*, *Q. salicifolia*, *Alnus jorullensis*, *Pinus devoniana*, *Q. aristata*, *Q. candicans*, *Q. castanea*, *Q. convallata* y *Q. crassipes*, existiendo un predominio del género *Quercus* en toda la zona en estudio con 16 especies.

Otras especies arbóreas presentes pero que no son estructuralmente importantes son: *Arbutus xalapensis* y *Q. peduncularis*; en general son bosques abiertos, teniendo un estrato arbustivo cerrado y una cubierta herbácea en general continua, aunque solo en la temporada húmeda del año.

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

Cuadro 4. Resumen de los parámetros estructurales de las asociaciones del volcán Sanganguey.

Asociación	No de sitios muestreados	No de especies	Alturas promedio (m)	Área basal Promedio (m <sup>2</sup> /ha)	Promedio de de coberturas (m <sup>2</sup> /ha)	Promedio de Densidades (Ind/ha)
<i>Quercus aristata</i> - <i>Q. glaucooides</i>	4	32	7.87	15.01	755	43.5
<i>Quercus laeta</i>	1	13	10.43	9.28	693.39	36
<i>Quercus candicans</i>	2	15	12.64	17.55	1412.75	64.5
<i>Quercus salicifolia</i> - <i>Q. magnoliifolia</i>	1	11	12.56	55.74	2015.86	69
<i>Quercus praeco</i> - <i>Q. castanea</i>	2	42	13.34	19.93	2114.43	72
<i>Quercus obtusata</i> - <i>Q. rugosa</i>	4	27	9.50	15.17	1452.81	52.5
<i>Alnus jorullensis</i> - <i>Quercus urbanii</i>	4	23	16.95	10.71	1821.27	38
<i>Quercus castanea</i> - <i>Q. convallata</i>	1	9	10.81	19.12	2146.61	65
<i>Pinus devoniana</i> - <i>Q. obtusata</i>	1	9	12.73	14.44	1755.79	28

En relación al número total de especies muestreadas en los diferentes tipos de vegetación (figura 13), la asociación *Quercus praeco*-*Q. castanea* presenta el mayor número con 42 especies, aunque 25 de estas son herbáceas, lo que refleja que en esta asociación se muestro durante la época húmeda, lo que permitió el registro de más especies de esta forma biológica y en las asociaciones que no se colecto en esta época estuviesen poco representadas.

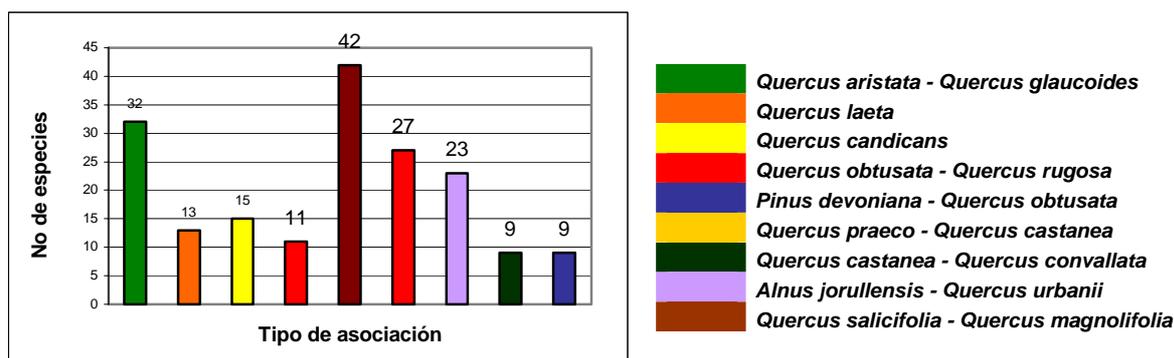


Figura 13. Número de especies muestreadas por tipo de asociación

#### 5.4. Composición Florística

A pesar de que la elaboración de un listado florístico de la zona en estudio no fue uno de los objetivos principales dentro del estudio, en las diferentes asociaciones y sitios de muestreo se realizaron colectas de ejemplares botánicos cuya determinación dio como resultado una lista representativa de las especies arbóreas y arbustivas de la zona que contiene un total de 156 especies distribuidas en 98 géneros y 43 familias (anexo 1), que incluye principalmente árboles y arbustos y en menor medida herbáceas, epífitas y parásitas.

La composición florística del área en estudio se resume en el cuadro 6. Las dicotiledóneas dominan con una proporción específica de 79.1%, equivalente a 139 especies, 86 géneros y 34 familias. Con una menor proporción le siguen las monocotiledóneas con 14% de las especies, las pteridofitas con 4.6%, y por último las gimnospermas con el 0.7 %.

Cuadro 5. Composición florística del volcán Sanganguey, Nayarit, entre paréntesis se muestran los porcentajes.

Plantas vasculares	No. de Familias	No. de Géneros	No. de Especies
Angiospermas			
Monocotiledoneas	6 (13.95%)	8 (8.16%)	11 (7%)
Dicotiledoneas	34 (79.06%)	86 (87.75%)	139 (89.1%)
Pteridofitas	2 (4.65%)	3 (3.1%)	5 (3.2%)
Gimnospermas	1 (2.32%)	1 (1%)	1 (0.7%)
<b>Totales</b>	<b>43 (100%)</b>	<b>98 (100%)</b>	<b>156 (100%)</b>

Las familias mejor representadas en cuanto al número de especies (cuadro 7) son las Compositae (42), Leguminosae (19), Fagaceae (16) y Lamiaceae (7), las cuales representan el 53.8% del total de especies del volcán Sanganguey con 54 géneros y 84 especies. En el cuadro 7 se muestran las familias con 4 o más especies presentes, estas incluyen 54 géneros y 101 especies y corresponden al 64.8% del total de especies del área en estudio, las especies restantes (55) corresponden al 35.2% del total y se distribuyen en 35 familias y 44 géneros.

Cuadro 6. Distribución de las especies en las diferentes familias que componen florísticamente el volcán Sanganguey, Nayarit.

Distribución de las especies en las diferentes familias			
Familia	No. de géneros	No. de especies	% del total de especies
Compositae	26	42	26.9
Leguminosae	16	19	12.2
Fagaceae	1	16	10.2
Lamiaceae	2	7	4.5
Verbenaceae	3	5	3.2
Euphorbiaceae	3	4	2.6
Lythraceae	1	4	2.6
Polypodiaceae	2	4	2.6
Familias restantes	44	55	35.2

---

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

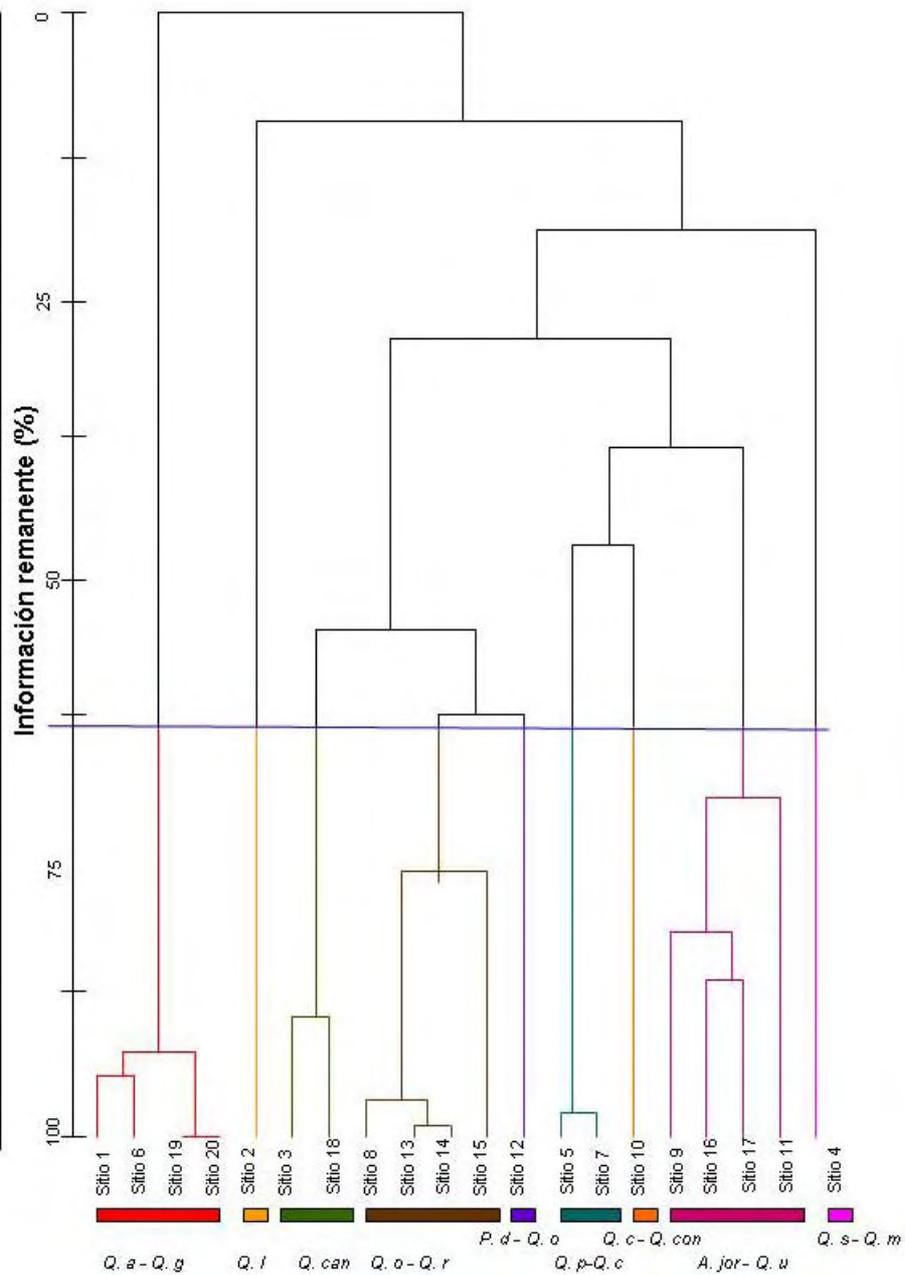
---

Totales	98	156	100
---------	----	-----	-----

De las 156 especies registradas para el volcán Sanganguey, ninguna se encuentra registrada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, en la cual se enlistan las especies de flora y fauna silvestres en alguna de las categorías de riesgo, así como las especificaciones para su inclusión, exclusión y cambio en la lista.

### 5.5 Clasificación y ordenación de la vegetación.

El análisis de agrupamiento (CA) con un nivel de corte menor de 45% de la información retenida permitió distinguir nueve tipos de vegetación: Asociación *Quercus aristata*-*Q. glaucoides*, Asociación *Quercus laeta*, Asociación *Quercus candicans*, Asociación *Quercus obtusata*-*Q. rugosa*, Asociación *Pinus devoniana*-*Quercus obtusata*, Asociación *Quercus praeco*-*Q. castanea*, Asociación *Quercus castanea*-*Q. convallata*, Asociación *Alnus jorullensis*-*Quercus urbanii* y Asociación *Quercus salicifolia*-*Q. magnifolia* (Figura 14). Los tipos de vegetación definidos con el CA corresponden, en general, a los patrones fisonómicos de distribución altitudinal y de exposición observados en campo.



**Q. a-Q. g** = *Quercus aristata*-*Quercus glaucoides*, **Q. l** = *Quercus laeta*, **Q. can** = *Quercus candicans*, **Q. o-Q. r** = *Quercus obtusata*-*Quercus rugosa*, **P. d-Q. o** = *Pinus devoniana*-*Quercus obtusata*, **Q. p-Q. c** = *Quercus praeco*-*Quercus castanea*, **Q. c-Q. con** = *Quercus castanea*-*Quercus convallata*, **A. jor-Q. u** = *Alnus jorullensis*-*Quercus urbanii* y **Q. s-Q. m** = *Quercus salicifolia*-*Quercus magnifolia*

Figura 14. Dendrograma del análisis de agrupamiento que muestra las relaciones jerárquicas entre los sitios de muestreo. Cada rama del dendrograma está etiquetada con el sitio de muestreo correspondiente (S1 a S20). La escala vertical es la función objetiva de Wishart e indica el porcentaje de información presente a medida que los grupos se fusionan.

### 5.5.1. Ordenación indirecta

La Figura 15 muestra la ordenación de los sitios y las especies obtenida por medio del Análisis de Correspondencia Rectificado (DCA). El elevado valor de las raíces características para los dos primeros ejes indica una alta correlación entre los sitios y las especies (Cuadro 7). La longitud del gradiente para este eje (8.7) es considerable, lo que sugiere un cambio significativo en la composición de especies entre sitios, definido por gradientes ambientales relacionados con los dos primeros ejes. El diagrama de ordenación muestra que a lo largo del primer eje de variación aparece un grupo formado por el sitio 2 (Asociación de *Quercus laeta*), los sitios 5, 7 (Asociación de *Quercus castanea*-*Q. convallata*) y 10 (Asociación de *Alnus jorullensis*-*Quercus urbanii*) forman otro grupo; después se observa el grupo conformado por la transición gradual de los sitios 3, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17 y 18, que representan diferentes ensamblajes (Asociación *Quercus candicans*, Asociación de *Quercus obtusata*-*Q. rugosa*, Asociación *Quercus praeco*-*Q. castanea*), con requerimientos ambientales semejantes. Después se observan claramente separados de los demás el sitio 4 (Asociación de *Quercus salicifolia*-*Q. magnolifolia*), el sitio 12 (Asociación de *Pinus devoniana*-*Quercus obtusata*) y el grupo formado por los sitios 1, 6, 19 y 20 (Asociación de *Quercus aristata*-*Q. glaucoides*).

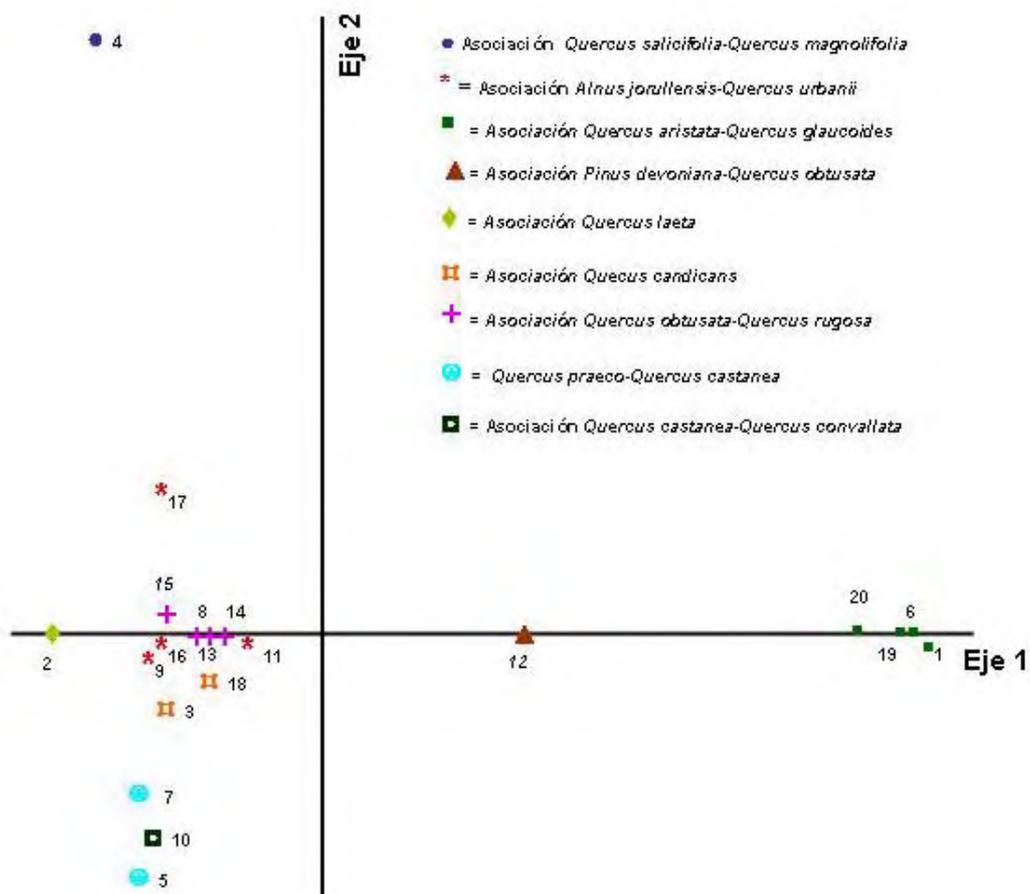


Figura 15. Análisis de agrupamiento: medida de distancia: Sorensen. Método de unión: promedio entre grupos

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

---

Cuadro 7. Resultados del análisis de correspondencia rectificado en donde se indican los valores de las raíces características y el porcentaje de varianza explicada por los datos de las especies para los tres primeros ejes de la ordenación

Ejes	1	2	3	Inercia total
Raíces características	0.95	0.84	0.44	8.7
Longitud del gradiente	6.995	2.310	1.880	
Varianza acumulada (%)	20	26	30	

### 5.5.2. Ordenación directa

La Figura 16 muestra la ordenación de los sitios, las especies y los factores ambientales obtenida mediante el Análisis de Correspondencia Canónica (CCA). El valor de las raíces características para los tres primeros ejes de la ordenación (Cuadro 8) sugiere que hay una buena separación entre las comunidades vegetales, asociada a gradientes ambientales a lo largo de estos ejes de variación (Ter Braak, 1987; Velázquez, 1994). Al igual que en la clasificación y la ordenación indirecta, a lo largo de los dos primeros ejes de ordenación (Figura 16) se distinguen claramente algunos grupos (sitios 1, 6, 19 y 20; sitios 5 y 7; sitio 12; sitio 2) y los otros sitios forman conglomerados menos obvios, pero aun discernibles con la ayuda del dendrograma (Figura 14).

La selección de las variables ambientales más importantes indicó que las de mayor correlación positiva con el primer eje de la ordenación fueron, en orden de importancia: el pH del horizonte A y la pedregosidad. Las variables con mayor correlación negativa para el mismo eje fueron: la materia orgánica y la altitud.

En cuanto al segundo eje de la ordenación, las variables con mayor correlación positiva fueron la materia orgánica, el intervalo de distribución altitudinal de cada tipo de vegetación, la profundidad del suelo y la materia orgánica.

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

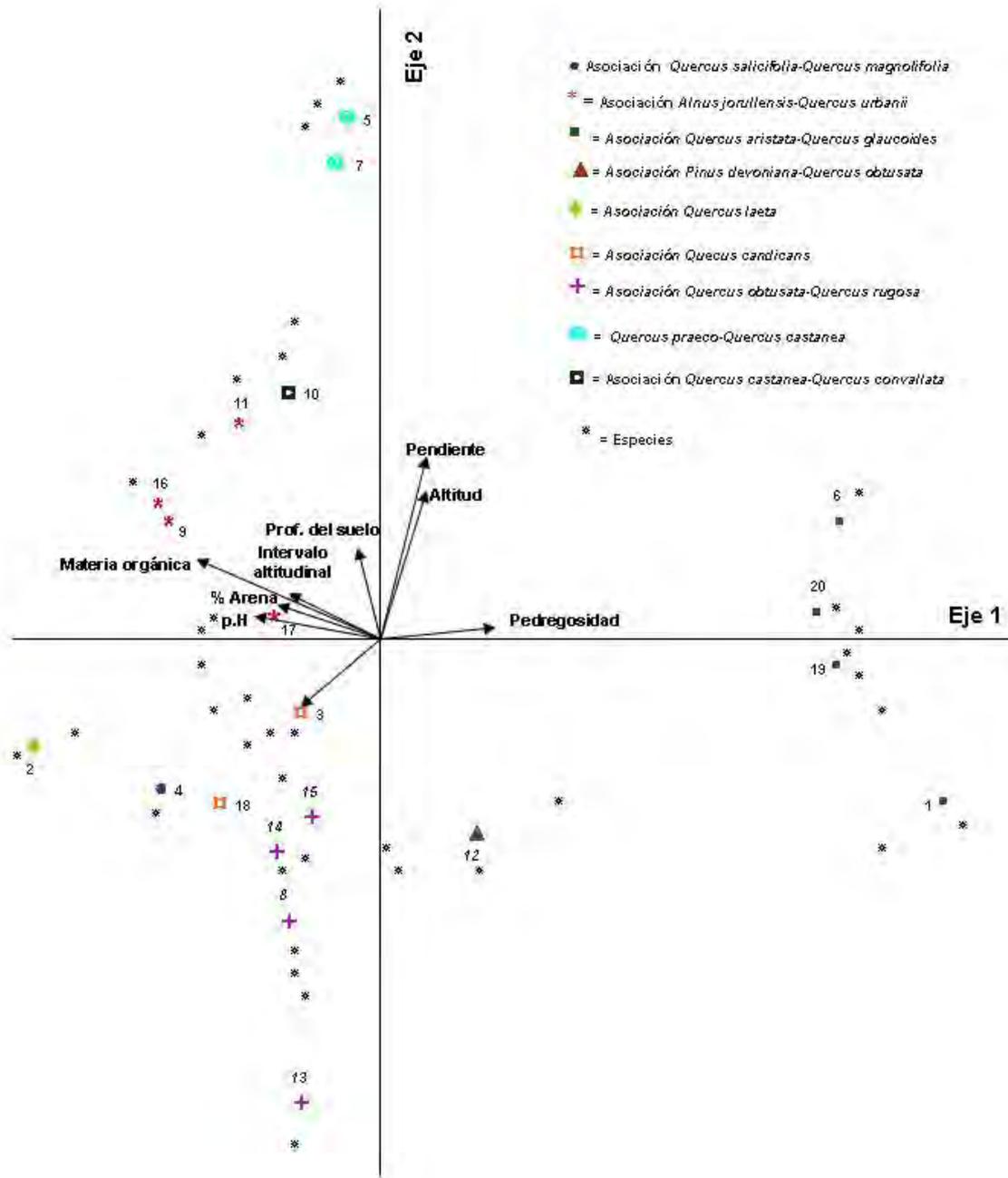


Figura 16. Analisis de correspondencia canónica de 20 sitios de muestreo con 62 especies de plantas y 9 variables ambientales del volcán Sanganguey, Nayarit

Los datos aleatorizados generados con permutaciones Monte Carlo indican que tanto los valores de las raíces características para los tres primeros ejes; como los valores de correlación entre las especies, las variables ambientales y los tres primeros ejes de la ordenación, son significativos ( $P < 0.04$ ), lo que sugiere que los valores obtenidos con el CCA no se deben al azar y el diagrama de ordenación proporciona una representación

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

significativa de la distribución de las comunidades vegetales y las variables ambientales estudiadas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Resultados del análisis de correspondencia canónica en donde se indican los valores de las raíces características, la correlación entre las especies, los factores ambientales y el porcentaje de varianza explicada por los datos de las especies y por las relaciones especies-ambiente, para los tres primeros ejes de la ordenación

Ejes	1	2	3
Raíces características	0.928	0.788	0.755
Correlación Especies-Factores Ambientales	0.993	0.973	0.987
Varianza explicada de los datos de las especies acumulada (%):	10.7	19.8	28.5

Cuadro 9. Correlación entre los dos primeros ejes de la ordenación y las nueve variables ambientales analizadas

Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Altitud	-0.415	0.174	-0.073
Pedregosidad	0.462	0.056	-0.803
Profundidad del suelo	-0.098	0.387	0.112
pH del horizonte A	0.492	0.092	0.014
Conductividad	0.308	-0.238	-0.176
Porcentaje de arena	0.373	0.136	-0.105
Materia orgánica	-0.699	0.304	-0.370
Pendiente	0.164	0.732	0.068
Intervalo de distribución altitudinal	0.169	0.599	0.290

## **5.6. Suelos**

Los tipos de suelos caracterizados en el volcán Sanganguey están asociados de la siguiente manera: Cambisol eútrico+Regosol eútrico (Be+Re), Regosol eútrico+Cambisol eútrico (Re+Be), Regosol eútrico (Re), Acrisol órtico+Regosol eútrico (Ao+Re) y Cambisol eútrico (Be), siendo los dos primeros los de mayor distribución en el área de estudio (ver figura 17 y cuadro 10).

Cuadro No. 10. Superficie por tipo de suelo y su porcentaje con respecto al área de estudio.

Tipo de Suelo	Superficie Ha	%
Cambisol eútrico+Regosol eútrico (Be+Re)	751.292	32.74
Regosol eútrico+Cambisol eútrico (Re+Be)	708.958	30.85
Regosol eútrico (Re)	172.633	7.51
Acrisol órtico+Regosol eútrico (Ao+Re)	600.44	26.1
Cambisol eútrico (Be)	64.151	2.8
<b>Total</b>	<b>2297.47</b>	<b>100</b>

### **5.6.1. Regosol Eútrico.**

Es el más abundante en la zona de estudio tanto individualmente como asociado con el cambisol eútrico y el acrisol órtico, proceden en gran medida de la desintegración de los diferentes materiales litológicos que conforman al volcán Sanganguey, se distribuyen en casi toda el área de estudio.

Es un suelo joven con poco desarrollo, tienen un horizonte A órtico, de textura media y color pardo oscuro cuando está seco; constituye la etapa inicial en la formación de un gran número de suelos, lo que depende de los diversos tipos climáticos y del material parental; su uso es muy restringido, debido a que la topografía en general es irregular, con pendientes de fuertes a muy fuertemente inclinadas y su profundidad es menor de 30 cm cuando se presentan aislado y de hasta 72 cm cuando se asocia con el cambisol eútrico, en general presenta alta pedregosidad.

Su textura corresponde en su mayor parte a franco arenosa y en menor medida es arena franca, lo que determina que el drenaje interno sea excesivo y su productividad agropecuaria casi nula, excepto en algunas áreas semiplanas que manifiestan estabilidad del suelo, en las partes altas presenta alta susceptibilidad a procesos erosivos, producto de las fuertes pendientes y la exposición a los vientos, por lo que estas áreas deberían ser destinadas para la conservación del hábitat para la flora y fauna silvestre; la respuesta a la prueba de alofanos es en general de nula a media, lo que indica poco aporte de materiales volcánicos recientes.

### **5.6.2. Cambisol Eútrico.**

Ocupa el segundo lugar de los suelos más extensos del volcán Sanganguey; se presenta en menor proporción solo y en su mayor parte asociado al regosol eútrico; se distribuye en toda la zona de estudio; en estas áreas por lo general tienen pendientes irregulares desde moderadas hasta muy inclinadas, principalmente en la parte alta del volcán, es un

suelo joven y se encuentra en una etapa relativamente temprana de su desarrollo evolutivo; tiene una textura franco arenosa, seguida de arena franca, franca y en menor proporción franco areno arcilloso y franco limoso en la parte sureste del área de estudio; su formación ocurre en condiciones aeróbicas, con movimiento rápido y libre del agua, de manera sobresaliente en la parte superior y media del suelo. Su uso es restringido debido a las pendientes que presentan los sitios donde se forma, así como a la profundidad, que en general es menor de 50 cm, el contenido de materia orgánica es bajo en la porción noroeste y sureste, media en la porción oeste y noreste y alta en la porción norte, central y este del volcán; el suelo al tener avance en su desarrollo, y por lo tanto en madurez, tiene tendencia a la acidez.

Este suelo muestra en su mayor parte un color en seco del tipo pardo muy oscuro en la parte más superficial (horizonte A); seguido del pardo grisáceo muy oscuro, parduzco claro gris y en menor proporción el pardo rojizo oscuro. Su profundidad está limitada por la roca basáltica de la cual se origina, presenta restricciones para su uso, debido a las fuertes pendientes, la profundidad limitada por un estrato rocoso y alta pedregosidad en la porción superficial del suelo, la respuesta a la prueba de alofanos es en general de nula a media.

### **5.6.3. Acrisol Órtico.**

Está ubicado en la porción central, al suroeste y sureste del volcán, bajo la influencia de los climas semicálido subhúmedo de humedad media y mayor; se encuentra asociado al regosol eutrítico; es el suelo más ácido del área de estudio. Es un suelo maduro desarrollado bajo condiciones aeróbicas; las características climáticas que prevalecen, como son las moderadas precipitaciones, así como el relieve accidentado, favorecen el movimiento de materiales finos por procesos de lixiviación (remoción) a través del suelo, la respuesta a la prueba de alofanos es en su mayor parte de nula a baja y en menor medida de baja a media en la porción central del volcán.

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

En el siguiente cuadro se presentan las características edáficas obtenidas para cada asociación vegetal:

Cuadro No. 11. Análisis de suelos del volcán Sanganguey.

Asociación	Prof. de hoj. cm	Color en seco	% arena	Textura	Prof. suelo	pH	Alofanos	% mat. orgánica
<i>Quercus aristata-Q. glaucooides</i>	5	PG, PGO, PGMO, PRO, PCG, PO, PMO	46.24-53.52	Franca Franco limosa	21.5- 26 61 45 m	5.2 6.8	nula-baja	6.98-11.81
<i>Quercus laeta</i>	2	PO	74.24	Arena franca	21.5 - 36.0	7.6	Nula-baja. Nula Baja-media	20.92
<i>Quercus candicans</i>	3	PO PRO	73.52 65	Franco arenoso	36.1-50 68	6.6	Baja-media	11.65
<i>Quercus salicifolia-Q. magnolifolia</i>	4 cm	PO	74.8	Franco arenoso	25	7.1	Baja-media Nula	26
<i>Quercus praeco-Q. castanea</i>	8 cm	PO	72.8-82.8	Franco arenoso Arena franca	70%=72 30%=41	7.4 7.0	Media-baja	15.48-19.71
<i>Quercus obtusata-Q. rugosa</i>	1-3	PGO PRO PO	60.8-67.52	Franco Franco-arenoso Arena franca	24-31 38-42	7.5 6.2-6.8	Baja-nula Baja-media	11.06-13.85
<i>Alnus jorullensis-Quercus urbanii</i>	2 cm 6 m	PO-PMO PRO PGMO	54.8 58.1-70 73.52	Franco Franco-arenoso	44-49 60	85%=6.6 -7.0 15%=7.5	Baja-media	18.08-119.55 22.79
<i>Quercus castanea-Q. convallata</i>	5	PO	72.8	Franco-arenoso Franco	30	6.7	Baja-media Nula-baja	21.64
<i>Pinus devoniana-Q. obtusata</i>	5	PO	62.8	Franco-areno -arcilloso	40	6.5	Nula Nula-baja	8.11

PG = Pardo grisáceo, PGO = Pardo grisáceo oscuro, PGMO = Pardo grisáceo muy oscuro, PRO = Pardo rojizo oscuro, PCG = Parduzco claro gris, PO = Pardo oscuro, PMO = Pardo muy oscuro.

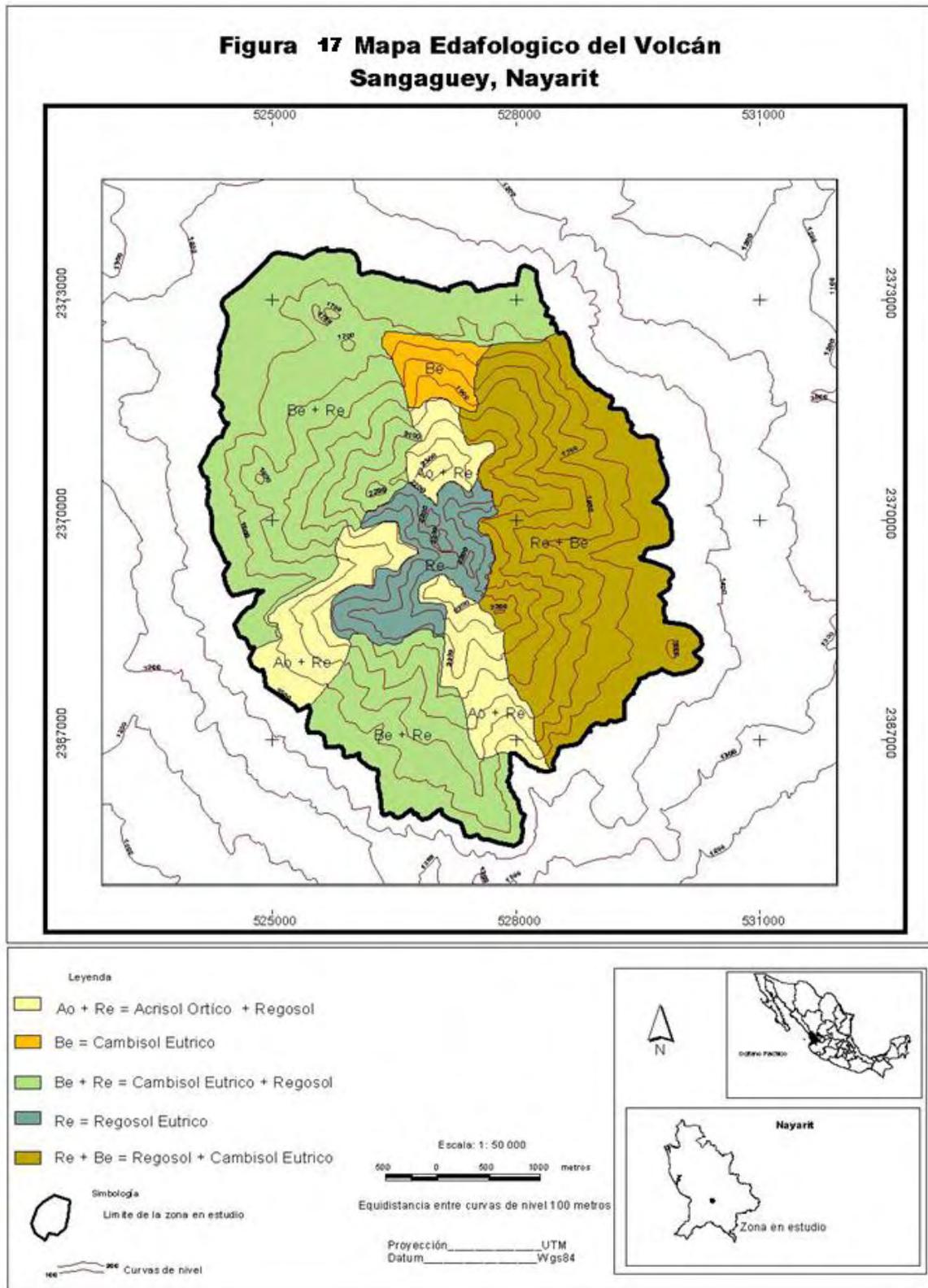
### 5.7. Geomorfología

Al realizar el mapa geomorfológico, se reconocieron 14 unidades de paisaje geomorfológico (figura 18), las cuales se retomaron para llevar a cabo la correlación de la distribución y descripción de las asociaciones vegetales, los resultados se presentan resumidos en el cuadro No 12.

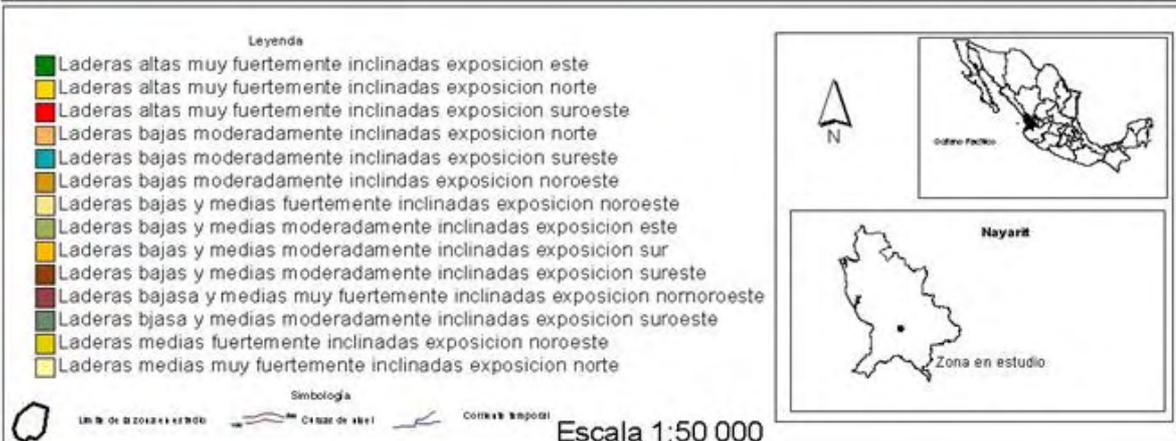
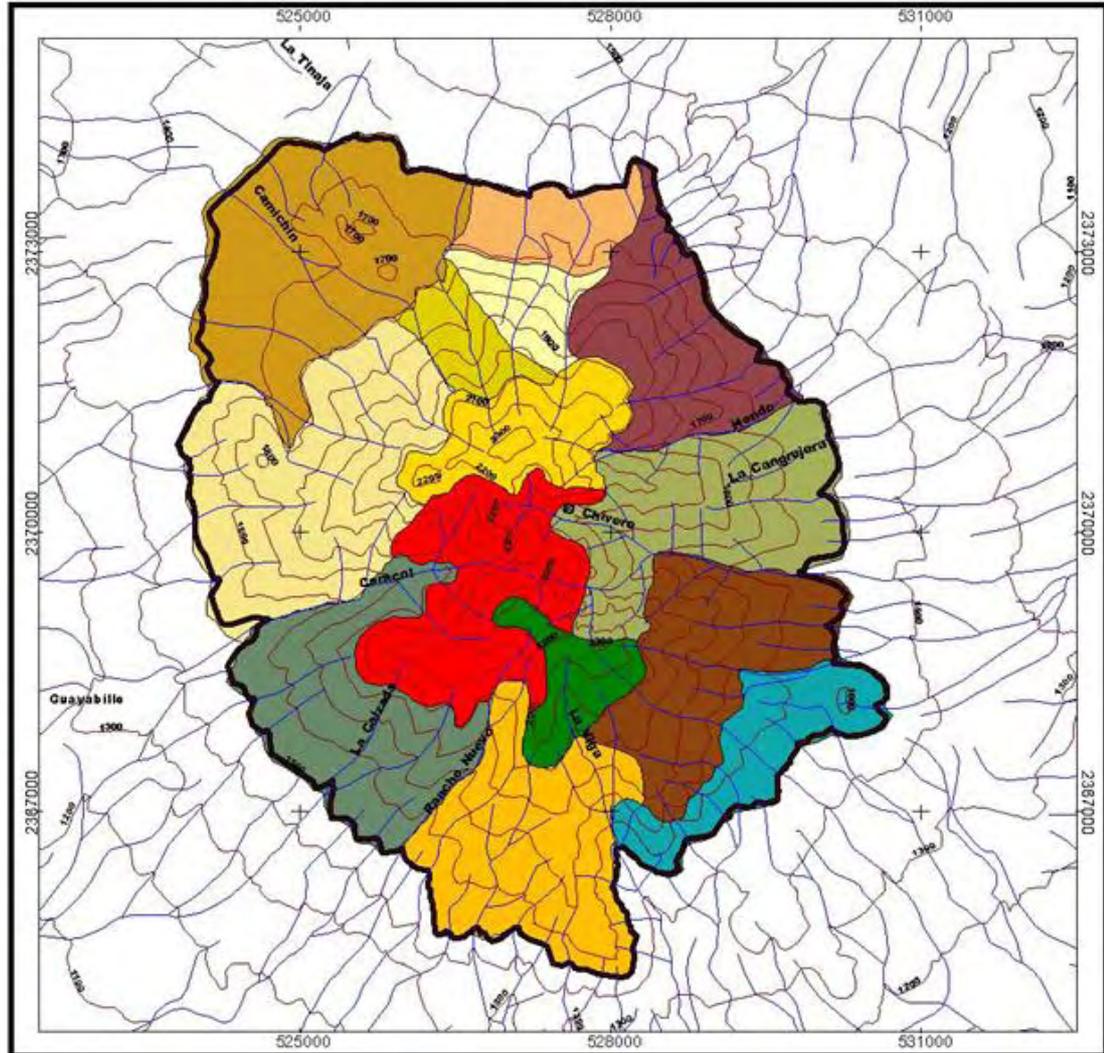
Cuadro No 12. Unidades geomorfológicas, superficie de ocupación y su porcentaje correspondiente.

Unidad morfológica	Superficie Ha	%
Laderas altas muy fuertemente inclinadas exposición este.	123.664	5.38
Laderas altas muy fuertemente inclinadas exposición norte.	286.815	12.48
Laderas altas muy fuertemente inclinadas exposición suroeste y sureste.	223.658	9.76
Laderas bajas moderadamente inclinadas exposición noroeste.	189.851	8.26
Laderas bajas moderadamente inclinadas exposición norte.	53.476	2.32
Laderas bajas moderadamente inclinadas exposición sureste.	64.293	2.80
Laderas bajas y medias fuertemente inclinadas exposición oeste.	312.439	13.6
Laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición este.	54.793	2.38
Laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición sur.	198.336	8.63
Laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición sureste.	217.554	9.47
Laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición suroeste.	213.228	9.28
Laderas bajas y medias muy fuertemente inclinadas exposición noreste.	77.197	3.36
Laderas medias fuertemente inclinadas exposición norte.	115.882	5.04
Laderas medias muy fuertemente inclinadas exposición norte.	166.288	7.24
<b>Total</b>	<b>2297.47</b>	<b>100</b>

Las unidades fuertemente inclinadas y muy fuertemente inclinadas ocupan el 60% del área del volcán, lo que refleja la topografía accidentada de esta zona, dándole el aspecto escarpado característico, el 40% restante corresponde a laderas moderadamente inclinadas, aunque con limitantes debido a la alta pedregosidad que presentan, aunque algunas semiplanicies son aptas para la agricultura, siendo utilizadas para los cultivos permanentes, principalmente aguacate.



**Figura 18 Mapa Geomorfológico del Volcán Sangaguay, Nayarit**



### 5.8. Analisis sinecologico de las unidades de paisaje

En el volcán Sanganguey, se reconocieron tres unidades de paisaje correlacionadas con la exposición, morfología, altitud, clima y la fenología de las especies que la conforman, las cuales de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978) son: el bosque de *Quercus perennifolia*, bosque de *Quercus subcaducifolia* y bosque de *Quercus caducifolia*.

Los encinares son las comunidades vegetales más representativas del área en estudio, donde se distribuyen formando diversas asociaciones que son muy diversas en su composición florística, fisonomía y fenología.

La intervención humana en estas comunidades ha hecho más compleja su situación actual, las cuales presentan diversos grados de perturbación, por lo que en la mayor parte del área de estudio se pueden observar comunidades en diversos estados de conservación, aunque de manera general aun presentan buenas condiciones de conservación, en gran parte debido a la poca accesibilidad de la mayor parte del volcán, solo en las partes semiplanas ha sido fuertemente perturbado para llevar a cabo actividades agropecuarias y en el resto de la superficie con fines de ganadería extensiva, principalmente durante la época de lluvias en los denominados ranchos de agua.

Dentro de las unidades de paisaje reconocidas, el análisis AC y el ACC realizado permitió detectar 9 comunidades vegetales a nivel de asociación las cuales son las siguientes:

**Cuadro No 13.** Superficie por asociaciones vegetales distribuidas en el volcán Sanganguey, se muestran sus respectivos porcentajes

<b>Asociación</b>	<b>Superficie (Ha)</b>	<b>%</b>
Asociación de <i>Quercus aristata-Q.glaucoides</i>	481.937	20.97
Asociación de <i>Pinus devoniana-Quercus obtusata</i>	118.594	5.16
Asociación de <i>Quercus obtusata-Q. rugosa</i>	217.208	9.45
Asociación de <i>Quercus castanea-Q. convallata</i>	207.306	9.02
Asociación de <i>Quercus laeta</i>	228.176	9.93
Asociación de <i>Alnus jorullensis-Quercus urbanii</i>	465.292	20.25
Asociación de <i>Quercus praeco-Q. castanea</i>	167.088	7.30
Asociación de <i>Quercus candicans</i>	339.646	14.78
Asociación de <i>Quercus salicifolia-Q. magnolifolia</i>	72.227	3.14
<b>Total</b>	<b>2297.47</b>	<b>100</b>

En estas comunidades, el género *Quercus* en general es dominante o codominante, dentro de la descripción de cada unidad bioclimática se presenta la descripción de cada una de las asociaciones que se establecen dentro de ellas, incluyendo un listado florístico parcial de cada una de estas. La asociación de *Quercus aristata-Q.glaucoides* ocupa la mayor extensión dentro del volcán, seguida de la asociación *Alnus jorullensis-Quercus urbanii* que juntas ocupan el 41.22% de la cubierta vegetal, siendo la asociación de *Quercus salicifolia-Q. magnolifolia* la de menor extensión con 72.2 ha.

**Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit**

Unidad fisiográfica	Clima	Geomorfología	Geología	Edafología	Altitud	Pendiente °	Exposición	Unidad de paisaje	Unidad asociación vegetal
Volcán Sanganguey	Semicálido húmedo	Laderas altas muy fuertemente inclinadas exposición suroeste y sureste, laderas altas muy fuertemente inclinadas exposición sureste, laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición sur.	Andesita	Re	1800 - 2340	Muy fuerte (> 25)	Sur, suroeste, sureste	Bosque de <i>Quercus</i> perennifolio	<i>Quercus castanea</i> – <i>Quercus convallata</i>
	Semicálido subhúmedo	Laderas bajas moderadamente inclinadas exposición sureste	Basalto – Andesita – Dacita	Re+Be	1500 - 1700	Moderada (11-18)	Sur y sureste		<i>Pinus devoniana</i> - <i>Quercus obtusata</i>
		Laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición sureste.	Andesita - Dacita		1500- 2000		Sureste		<i>Quercus aristata</i> – <i>Quercus glaucooides</i>
	Semicálido húmedo	Laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición suroeste	Andesita	Ao+Re+Be	1500 - 1800		Suroeste	Bosque de <i>Quercus</i> subcaducifolio	<i>Quercus obtusata</i> – <i>Quercus rugosa</i>
		Laderas bajas moderadamente inclinadas exposición noroeste, laderas medias fuertemente inclinadas exposición norte.	Basalto – Andesita	Be+Re	1500 - 1700	Noroeste Norte	<i>Quercus candicans</i>		
		Laderas bajas y medias fuertemente inclinadas exposición noreste, laderas altas muy fuertemente inclinadas exposición norte, laderas medias muy fuertemente inclinadas exposición norte.	Andesita – Basalto		1500 - 2100	Fuerte (18-25)	Norte, noreste	<i>Alnus jorullensis</i> – <i>Quercus urbanii</i>	
		Laderas bajas moderadamente inclinadas exposición norte	Andesita – Basalto – Riolita		1500 - 1600	Moderada (11-18)	Norte	<i>Quercus salicifolia</i> – <i>Quercus magnoliifolia</i>	
	Semicálido subhúmedo	Laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición este	Andesita	Re+Be	1500 - 2000	Moderada (11-18)	Este	Bosque de <i>Quercus</i> caducifolio	<i>Quercus laeta</i>
		Laderas bajas y medias muy fuertemente inclinadas exposición noreste	Andesita - Riolita			Muy fuerte (> 25)	Noreste		<i>Quercus praeco</i> – <i>Quercus castanea</i>

**Figura. 19. Resumen de las unidades de paisaje correspondientes a las asociaciones vegetales del volcán Sanganguey, Nayarit**

### **5.8.1. Bosque de *Quercus perennifolia***

Esta unidad de paisaje, se presenta casi en su totalidad al sur y sureste del volcán Sanganguey, geológicamente es la zona más antigua compuesta de andesitas piroxénicas y hornblendas; esta comunidad cubre el 35% del área en estudio ocupando aproximadamente 807.8 has.

Climáticamente, presenta el tipo semicálido subhúmedo, aunque es la unidad de paisaje más expuesta a la radiación solar, el régimen de lluvias de esta zona permite un mayor aporte de humedad, lo que ayuda al establecimiento de especies que fenológicamente responden a estos requerimientos climáticos adaptados a estas condiciones; en esta unidad predomina el bosque húmedo de *Quercus*, aunque la presencia de elementos de coníferas principalmente del género *Pinus*, se vuelve más importante solo en la fisonomía de las comunidades donde se distribuye, debido a que son los elementos más emergentes del dosel arbóreo, aunque esta condición es muy restringida en el volcán, principalmente en la porción sureste y en las cañadas protegidas.

Los bosques de encino, encino-pino y pino-encino en esta unidad de paisaje están representados por diversas asociaciones, las cuales se describen y discuten bajo la unidad vegetal a que fueron designadas y que son correlacionadas con las unidades de paisaje resultantes.

En este tipo de bosque se presentan tres unidades de vegetación (ver figura 10) con sus correspondientes unidades morfológicas: *Quercus aristata-Quercus glaucooides* (laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición sureste, laderas altas muy fuertemente inclinadas exposición sureste y laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición sur), *Quercus castanea-Quercus convallata* (laderas altas muy fuertemente inclinadas exposición suroeste y sureste) y *Pinus devoniana-Quercus obtusata* (laderas bajas moderadamente inclinadas exposición sureste).

En esta unidad de paisaje, la mayor parte de los elementos arbóreos conservan el follaje durante todo el año, por lo que se observa como una comunidad siempre verde, aunque algunos elementos arbustivos presenten características subcaducifolias, así mismo el estrato herbáceo es anual, por lo que en la época de lluvias forma una cubierta cerrada con una cobertura continua que cubre en su totalidad el suelo y el sotobosque, a excepción de las áreas con afloramientos rocosos, donde algunos elementos caducifolios como *Bursera spp* encuentran condiciones para su establecimiento, la vegetación en esta zona, se encuentra perturbada continuamente por incendios periódicos y el pastoreo de ganado bovino, por lo que en el estrato arbustivo y herbáceo se presentan elementos propios de vegetación secundaria.

Las asociaciones que conforman esta unidad de paisaje, se distribuyen en un rango altitudinal que abarca desde los 1500 a los 2340 m, aunque difieren en composición florística, densidades, coberturas, alturas y área basal en las distintas condiciones donde se distribuyen; por lo que cada unidad presenta características particulares en su fisonomía y estructura, lo que le imprime a las diversas comunidades su condición particular, por lo que suelen presentarse tanto como bosques cerrados o bien separados por amplios espacios que son cubiertos por los estratos arbustivo y herbáceo; a continuación se describen las asociaciones vegetales presentes en esta unidad de paisaje.

5.8.1.1. Asociación *Quercus aristata*- *Q. glaucooides*

Esta asociación se ubica en un rango de altitud que va de los 1500 a los 2340 m por lo que prácticamente se encuentra en todo el gradiente de altitud que comprende el área de estudio, aunque su distribución se restringe hacia las exposiciones sur y sureste (ver Figura 19), esta asociación cubre 481.94 has del total del área en estudio.

Este bosque de encino es abierto, con dominancia de *Quercus aristata*; que tiene un Valor de Importancia Relativa (VIR) que va desde los 49.9 en las cañadas a los 91.15 en áreas más abiertas con exposición sur; donde además presenta coberturas relativas de hasta el 92%.

Cuando se distribuye esta comunidad en las laderas sur, el dosel arbóreo tiende a ser bajo y disperso, donde *Q. aristata* continua dominando y llega a formar un bosque casi uniespecifico, estructuralmente se distinguen tres estratos: el arbóreo el cual tiene un promedio de 8 mts de altura por lo que fisonómicamente es muy homogénea (ver figura 20), el arbustivo con 1.0 m en promedio y un herbáceo con 0.70 m de altura; la densidad absoluta del estrato arbóreo en esta zona presenta valores de 48 ind/ha.

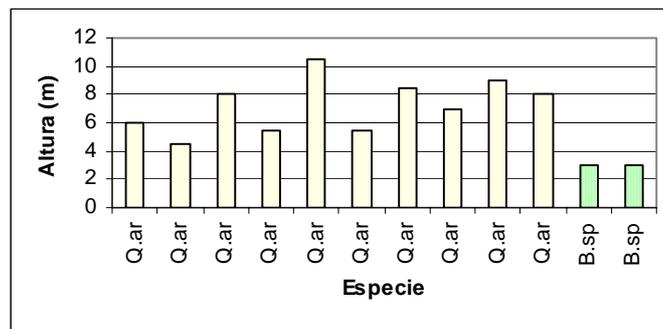


Figura 20. Alturas de las especies registradas en el Sitio 1 (Q.ar = *Quercus aristata*, B. sp = *Bursera sp*)

Fenológicamente los elementos arbóreos casi en su totalidad preservan su follaje, durante la sequía se presentan escasos elementos aislados caducifolios, como es el caso de las especies del genero *Bursera spp*, que se distribuyen principalmente entre los afloramientos rocosos que son abundantes en esta zona, la geología donde se distribuye esta comunidad corresponde en un 60% a andesitas y en la superficie restante es de dacitas, ubicadas principalmente en las partes bajas.

Otras especies del dosel arbóreo presentes son:

- Arbutus xalapensis*      *Pinus devoniana* y
- Quercus glaucooides*

En el estrato arbustivo se presentan los siguientes elementos:

- Ageratina malacolepis*      *Alliospermum palmeri*
- Arctostaphylos pungens*      *Boconia arborea*
- Calliandra palmeri*      *Eupatorium glaberrimum*
- Hyptis albida*      *Hyptis rhytidea*

<i>Karwinskia latifolia</i>	<i>Lasianthaea ceanotifolia</i>
<i>Lippia pringlei</i>	<i>Loeselia mexicana</i>
<i>Prionosciadium thapsoides</i>	<i>Salvia mexicana</i>
<i>Stevia glandulosa</i>	<i>Verbesina angustifolia</i> y
<i>Verbesina langlassei</i>	



Figura. 21. Vista general del encinar de *Quercus aristata*-*Q. glaucooides*, se aprecia una ladera con dominancia de *Q. aristata* y el estrato arbustivo durante la época de estiaje.

El estrato herbáceo lo componen los siguientes elementos:

<i>Baccharis pteronoides</i>	<i>Begonia angustiloba.</i>
<i>Commelina coelestis.</i>	<i>Euphorbia strigosa</i>
<i>Gomphrena sp</i>	<i>Ipomoea sp</i>
<i>Lippia pringlei</i>	<i>Lippia umbellata</i>
<i>Loeselia mexicana</i>	<i>Muhlenbergia robusta</i>
<i>Peperomia sp</i> y	<i>Solanum sp</i>

En esta comunidad, el estrato arbóreo alcanza su máxima densidad absoluta en las laderas con exposición sureste, donde se presentan densidades absolutas de 244 ind//ha, en las cañadas protegidas la especie *Q. glaucooides* alcanza VIR de 30.20, seguida de *Pinus devoniana* con VIR de 15.99, esta ultima especie es el elemento sobresaliente del estrato arbóreo con alturas de hasta 16 m, que le confiere a esta comunidad su característica fisonómica particular; con respecto a las coberturas relativas, *Q. aristata*, *Q. glaucooides* y *P. devoniana* alcanzan valores de 59.33, 19.55 y 20.87 respectivamente.

Otros componentes estructurales son el estrato arbustivo con una altura promedio de 1.0 m; el estrato herbáceo esta dominado por la gramínea *Muhlenbergia robusta* que forma una carpeta casi continua, dominando fisonómicamente incluso sobre el estrato arbustivo siendo cerrados, formando una cubierta continua en toda la comunidad.

La mayor parte de los elementos arbustivos permanecen secos durante el estiaje y el estrato herbáceo desaparece casi por completo en esta época, lo que denota la existencia de una marcada estación seca.

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

En las laderas bajas con suelos más profundos y desarrollados, *Q. aristata* alcanza hasta 16 mts de altura y los valores de densidad son mayores, alcanzando 208 ind/ha.

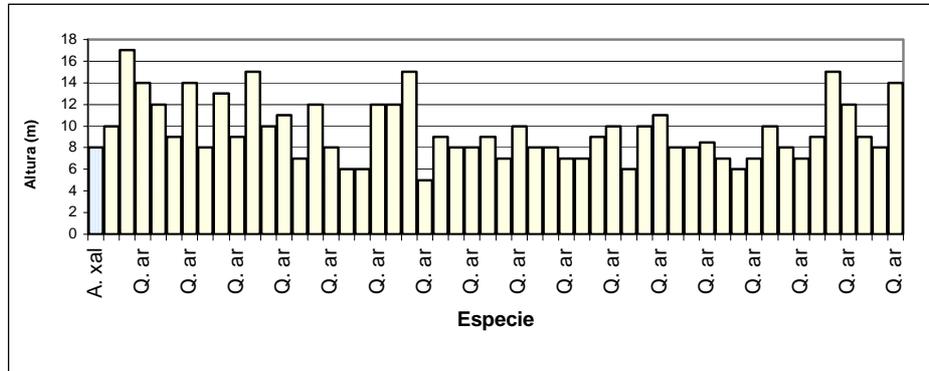


Figura 22. Altura de los árboles del sitio 6 (*A. xal* = *Arbutus xalapensis*, *Q. ar* = *Quercus aristata*)



Figura 23. Interior del bosque de *Quercus aristata* en la época de lluvias, se aprecia la cubierta herbácea continua, los fustes delgados y la abundante pedregosidad de los suelos.

En las cañadas protegidas, *P. devoniana* aparece como un elemento, que aunque escaso, sobresale fisonómicamente como un elemento arbóreo emergente que alcanza hasta los 16 m de altura, pero la mayoría de los árboles del género *Quercus* son menores a 10 m (ver figura 24 y 25), por lo que son bosques bajos con densidades de hasta 124 ind/ha; la especie *Q. glaucooides* es un elemento propio de estas condiciones.

Esta comunidad presenta como elementos perturbadores los constantes incendios producto de las quemas de los cultivos de caña de azúcar que se llevan a cabo en las laderas bajas del volcán, así como por la agricultura de temporal y la ganadería extensiva de ganado bovino.

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

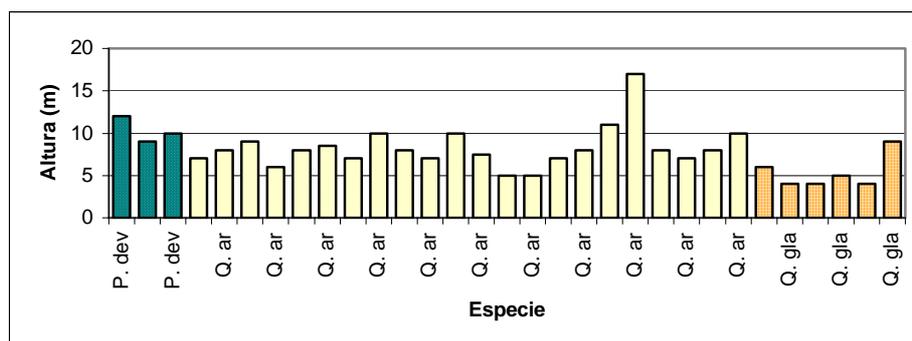


Figura 24. Altura de los árboles registrados en el sitio 19. (*P.dev* = *Pinus devoniana*, *Q. ar* = *Quercus aristata*, *Q. gla* = *Quercus glaucoides*)

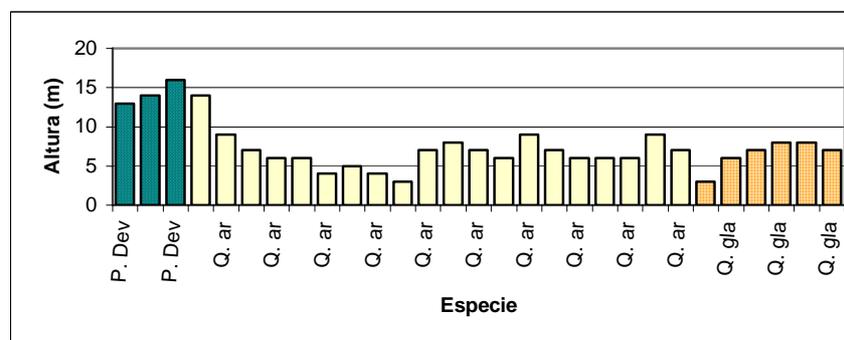


Figura 25. Altura de los árboles registrados en el sitio 20 (*P.dev* = *Pinus devoniana*, *Q. ar* = *Quercus aristata*, *Q. gla* = *Quercus glaucoides*)

En cuanto a los suelos, estos corresponden a cambisoles eútricos asociados a regosoles eútricos en 40% de la superficie ocupada por esta comunidad, principalmente en las laderas con exposición sur; el acrisol órtico asociado a regosoles eútricos se distribuye en las exposiciones sureste en una superficie aproximada de 20% y en el restante terreno corresponde al tipo regosol eútrico con cambisol eútrico en las exposiciones sureste.

Con respecto a la profundidad, se tiene en general el cambiso eútrico con menos desarrollo, ubicado en la porción sur, donde su profundidad es menor a los 26 cm, en las cañadas y en los acrisoles órticos con regosol eútrico es más profundo, de hasta 61 cm, donde se presentan regosoles eútricos en la zona sureste, las profundidades tienen rangos medios con un promedio de 45 cm.

La textura, en la mayor parte de la superficie donde se distribuye esta comunidad se presenta como franca, siendo tan solo en el 10% del tipo franco limosa en la porción alta de la cañada de La Viga, El porcentaje de arena en estos suelos presenta un rango que va desde los 46.24 hasta los 53.52 %, siendo este el menor rango que se presenta en el área en estudio.

El pH del suelo tiene tendencia hacia lo ácido en la parte alta de la cañada de La Viga, aunque en la mayor parte de la comunidad tiende a un valor neutro con pH de 6.8. El porcentaje de materia orgánica en esta asociación es el más bajo encontrado en el

## **Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit**

---

volcán, pues alcanza valores que van en un rango de los 6.98 % a los 11.81%, pues en otras comunidades se suelen presentar valores de hasta 20%.

El color del suelo en seco va de los pardos grisáceos a los pardos grisáceos oscuros y pardos grisáceos muy oscuros, principalmente en la porción sur de la zona abarcando aproximadamente el 40% del terreno; en la porción sur-sureste en una superficie aproximada de 10%, se presentan suelos pardos rojizos oscuros y pardos claro gris; en la restante superficie hacia la exposición sureste, se presentan los suelos pardos oscuros y pardos muy oscuros.

La prueba de alofanos presentó respuestas que variaron de nula a baja y baja a media en toda la comunidad.

Morfológicamente se presenta una sola unidad denominada laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición sureste, donde las pendientes en su mayor parte son moderadas, teniendo un rango que va de los 11° a los 18°, solo en una pequeña porción (20% restante) presenta pendientes muy fuertes mayores a los 25°, principalmente en las laderas de las cañadas de los arroyos La Viga y Rancho Nuevo, el relieve se conforma con un drenaje de tipo donador.



## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

comunidad; la prueba de los alofanos al norte resulto con una respuesta de baja a media (25 % del área), hacia el sur, en el restante 75 % fue de nula a baja.

El estrato herbáceo es muy abundante, esta comunidad se encuentra atravesada por el arroyo El Caracol que forma un profundo barranco, la vegetación presenta daño ocasionado por constantes incendios, la presencia de brechas por donde transita el ganado bovino es común, aunque esta actividad se lleva a cabo solo durante la época lluviosa cuando el estrato herbáceo y arbustivo es abundante.

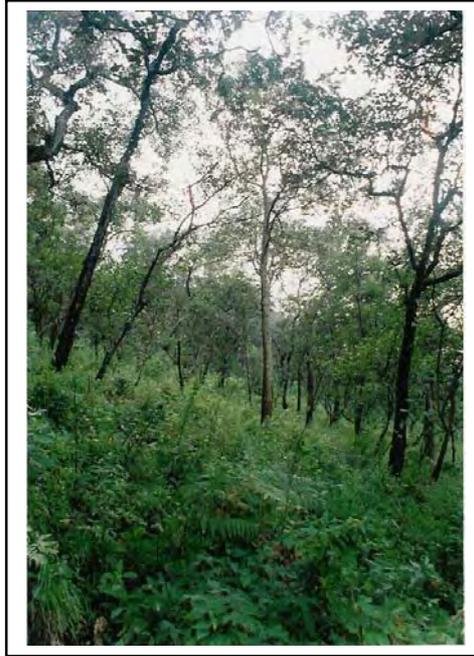


Figura 27. Interior del bosque de *Quercus castanea* y *Q. convallata*, se aprecia el sotobosque cerrado y las fuertes pendientes.

Morfológicamente, se presentan laderas altas muy fuertemente inclinadas exposición suroeste y sureste, laderas altas muy fuertemente inclinadas exposición sureste y laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición sur.

### 5.8.1.3. Asociación *Pinus devoniana* - *Quercus obtusata*

Esta asociación corresponde a un bosque perennifolio de pino encino abierto, con dominancia fisonómica de *Pinus devoniana* y *Quercus obtusata* que tienen VIR de 53.92 y 16.07 respectivamente.

La densidad del estrato arboreo en esta comunidad es de 112 ind/ha, aunque las densidades relativas son de 35.71% y 14.28 % para *P. devoniana* y *Q. obtusata* respectivamente. Las coberturas son de 72.13 y 17.86 % para cada especie; la altura promedio del arbolado es de 12 m, aunque *P. devoniana* es un elemento emergente con individuos de hasta 20 m que forman el dosel superior (figura 28), el estrato arbustivo es cerrado dominando las especies *Stevia myricoides* y *Lippia umbellata*.

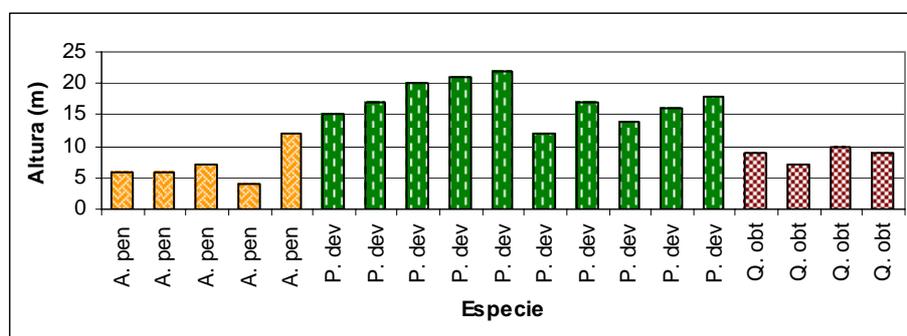


Figura 28. Alturas de los árboles registrados en el sitio 12 (A. pen = *Acacia pennatula*, P. dev = *Pinus devoniana*, Q. obt = *Quercus obtusata*)

Otros elementos presentes en el estrato arbustivo son los siguientes:

<i>Acacia pennatula</i>	<i>Calea zacatechichi</i>
<i>Hyptis albida</i>	<i>Karwinskia latifolia</i>
<i>Lamourouxia multifida</i>	<i>Lippia umbellata</i> y
<i>Stevia myricoides</i>	

Se aprecian caminos y brechas utilizadas para la ganadería extensiva y agricultura de temporal. La hojarasca que cubre el suelo esta compuesta predominantemente de hojas de pino, en las partes planas se han establecido pastizales inducidos que han fragmentado fuertemente la vegetación.

Esta asociación se distribuye al este y sureste en las partes bajas del volcán, en un rango de altitud que va de los 1500 a los 1700 m, en las pendientes con exposición sureste del volcán, que en la mayor parte del terreno son moderadamente inclinadas.

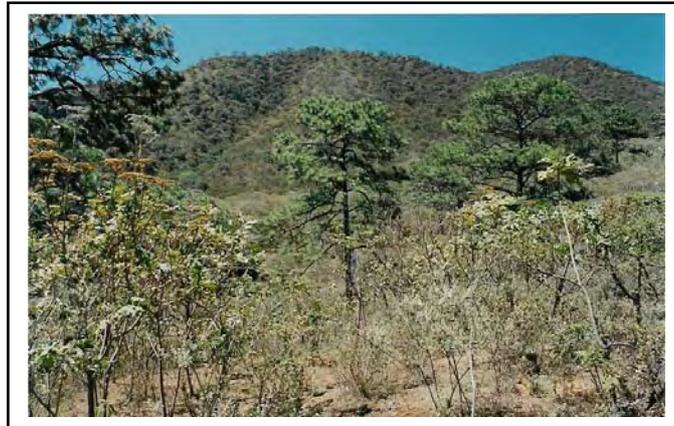


Figura 29. Asociación de *Pinus devoniana*-*Quercus obtusata*, establecida en lomeríos poco inclinados, el estrato arbóreo se muestra abierto y el arbustivo es cerrado.

El suelo corresponde al tipo de regosol eútrico asociado con cambisol eútrico en la totalidad de la superficie ocupada por esta comunidad, es pedregoso, geológicamente el área corresponde en un 30 % a basalto alcalino hacia el extremo sureste, en la porción central corresponde a andesítas piroxénicas, en la superficie restante corresponde a dacitas cristalizadas



Figura 30. Individuos aislados de *Pinus devoniana* en un cono cinerítico con pastizal inducido.

El color del suelo en seco es del tipo pardo oscuro, teniendo una profundidad con un promedio de hasta 40 cm; las raíces en el perfil del suelo son de abundancia regular.

El porcentaje de arena presenta valores promedio de 62.8 %, la textura en general es franco arenoso arcilloso. El contenido de materia orgánica es relativamente bajo en toda el área, con valores promedio de 8.11 %; el pH es ligeramente ácido, siendo de 6.5. en promedio; la prueba de alofanos en las partes bajas (70 % de la zona) resultó nula, en las porciones más elevadas (30 % restante) tuvo una respuesta de nula a baja.

### **5.8.2. Bosque de *Quercus subcaducifolia***

En esta unidad paisajística, la mayor parte de las especies arbóreas, principalmente los encinos que dominan en esta comunidad, pierden su follaje durante la época seca del año, sin embargo el periodo de carencia de follaje de la mayor parte de las especies de hoja decidua es breve, entre un mes y dos meses y no siempre coincidente entre unas especies y otras, de modo que en las diversas asociaciones en las que la dominancia se reparte entre varias especies de encino, se puede conservar una parte de verdor, favorecida con la participación de encinos perennifolios u otros elementos arbóreos con esta fenología.

Es notable la ausencia de trepadoras leñosas, aunque las epifitas son abundantes (orquídeas, bromelias y helechos), principalmente en la parte norte del volcán y lugares protegidos como son las cañadas; las parásitas (*Phoradendron spp*) son escasas, por lo que no se aprecia que constituyesen un problema fitosanitario para las especies vegetales que las sostienen.

Hacia las partes bajas, principalmente en la exposición suroeste, es común encontrar elementos propios de selva baja caducifolia, aunque en un fuerte estado de perturbación, producto de las actividades agropecuarias, lo que ocasiona que se presente como una comunidad de vegetación secundaria muy fragmentada en distintos grados de sucesión, por lo que esta zona se excluyó del área en estudio.

Este tipo de unidad paisajística se distribuye a lo largo de todo el gradiente altitudinal del volcán, aunque las diversas asociaciones que lo conforman presentan distribución desigual; teniendo más correlación con las unidades morfológicas donde se insertan, las exposiciones donde se distribuye son las suroeste, norte, noroeste, noreste y la este, aunque en esta última con poca extensión.

Las asociaciones vegetales que conforman esta unidad paisajística y sus unidades morfológicas asociadas son cuatro, siendo las siguientes: *Quercus obtusata-Quercus rugosa* (laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición suroeste) *Quercus candicans* (Laderas bajas moderadamente inclinadas exposición noroeste y laderas medias fuertemente inclinadas exposición norte), *Alnus jorullensis-Quercus urbanii* (laderas bajas y medias fuertemente inclinadas exposición noreste, laderas altas muy fuertemente inclinadas exposición norte y laderas medias muy fuertemente inclinadas exposición norte) y *Quercus salicifolia-Quercus magnolifolia* (laderas bajas moderadamente inclinadas exposición norte).

El clima predominante es el semicalido húmedo, lo que permite junto con las exposiciones norte, un mayor aporte de humedad atmosférica, lo que además deriva en la presencia constante de niebla en la época lluviosa del año, lo que favorece la presencia de elementos perennifolios y subcaducifolios, así como la abundancia de epifitas que crecen en las ramas de los encinos, así como suculentas rupícolas de las familias *Cactaceae* y *Crassulaceae*.

La especie *Q. magnolifolia* muestra una clara distribución con respecto a la exposición y altitud pues se asocia a ambientes más húmedos y partes bajas al norte del volcán Sanganguey.



## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

---

El estrato herbáceo es abundante aunque por la temporada de secas en que se llevaron a cabo los muestreos, no fue posible su colecta. Se aprecia la práctica de ganadería extensiva, son comunes las brechas y los incendios son constantes durante la temporada de estiaje.

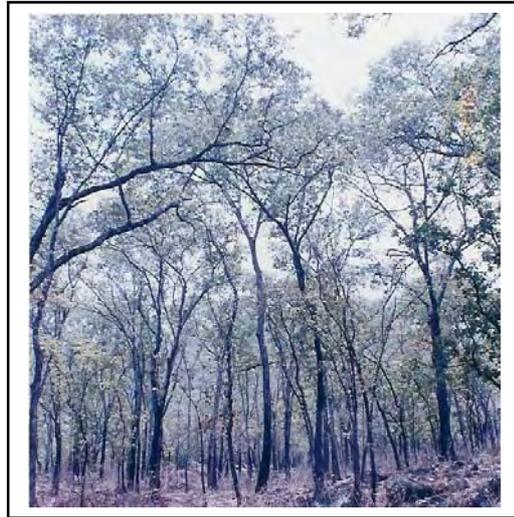


Figura 32.- Interior del bosque de *Quercus candicans*, se aprecian los fustes rectos y delgados, las copas forman una cobertura semicerrada, cuando se distribuye en laderas poco inclinadas.

En las partes más elevadas donde se distribuye esta comunidad (sobre los 2000 msnm), se comparte la dominancia de *Q. candicans* con *Q. obtusata* donde presentan VIR de 40.66 y 34.16 respectivamente, las coberturas relativas son de 51.32% y 38.33% respectivamente; hay elementos aislados de *Arbutus xalapensis* que llega a tener VIR de 10.13, aunque en esta zona la densidad disminuye a 120 ind/ha, compartiendo *Q. candicans* y *Q. obtusata* los mismos valores de densidad relativa ambas con el 30%. El estrato arbustivo es cerrado donde las especies más representativas presentan VIR de 16.66 para *Stevia subpubescens* y de 13.33 para *Calea scabrifolia*.

El estrato arbóreo en esta altitud tiene un promedio de 14 mts de altura, aunque hay elementos emergentes de *Quercus candicans* que alcanza hasta 25 m de altura, formando parte del estrato superior (figura 33).

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

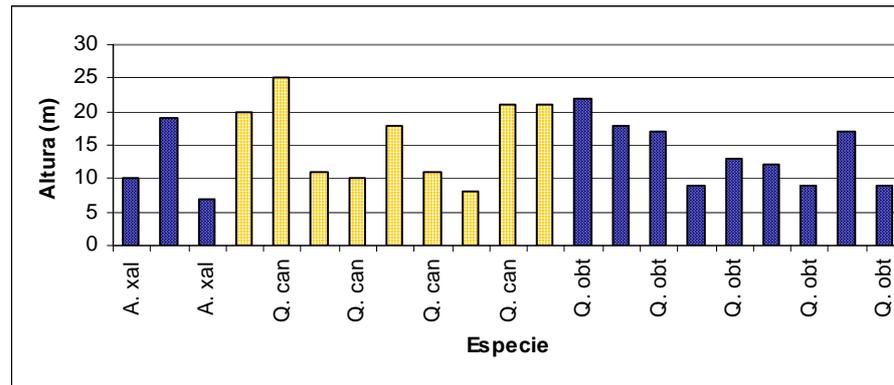


Figura 33. Alturas de los árboles registrados en el sitio 18 (A. xal. = *Arbutus xalapensis*, Q. can = *Quercus candicans*, Q. obt = *Quercus obtusata*)



Figura 34. Elementos de *Quercus obtusata* y *Arbutus xalapensis*, en las partes altas del volcán, se aprecia como un bosque abierto.

La geología corresponde en un 60 % a basalto alcalino, ubicado en las partes bajas, la superficie restante, presenta andesitas piroxénicas, sobre el terreno existen grandes afloramientos rocosos que son abundantes.

El suelo corresponde a un tipo de Cambisol eútrico con regosol en la casi totalidad de la superficie, hacia las mayores altitudes solo en pequeñas porciones se presenta Acrisol órtico con Regosol y otra parte del tipo Cambisol eútrico que es donde alcanza su máximo VIR la especie *Q. obtusata*.

El color del suelo en seco en casi la totalidad de la zona donde se distribuye esta comunidad es de tipo pardo oscuro, solo en las partes elevadas existen pequeñas porciones de color pardo rojizo oscuro. La profundidad del suelo en la casi totalidad del área tiene un rango medio que va de los 36.1 a los 50 cm, solo en una pequeña porción al norte (10% restante) presenta condiciones de profundidad de hasta 68 cm.

El porcentaje de arena en toda el área es alto, llegando a presentar valores de hasta 73.52%, solo en una pequeña porción en la parte más elevada tiene un promedio de 65%, la textura en toda la zona corresponde al tipo franco arenoso.

El pH del suelo es ligeramente ácido con un valor de 6.6, el porcentaje de materia orgánica es bajo, presentándose en un promedio de 11.65% en toda la zona; la respuesta a la prueba de los alofanos fue de baja a media.

El suelo es pedregoso con afloramientos rocosos, el relieve es de tipo convexo, la forma del límite del perfil edáfico es irregular, la transición a la siguiente capa es media, las raíces en este perfil son abundantes.

#### **5.8.2.2. Asociación *Quercus salicifolia*-*Quercus magnolifolia***

Esta asociación corresponde a un bosque de encino abierto, la alta humedad presente en esta zona se explica por el clima más húmedo en esta zona del volcán, la orientación hacia el norte de las pendientes donde se establece esta comunidad y al ubicarse en las partes bajas de una cuenca receptora y bordeada por lomeríos y laderas con fuertes pendientes; en las áreas bajas donde se encuentra esta comunidad, se encuentra bordeada por semiplanicies de poca pendiente que son aprovechadas para la agricultura temporal y semipermanente, principalmente de caña de azúcar, agave tequilero, aguacate y cultivos anuales como el maíz, jitomate, chile y jicama, además de observarse tala clandestina que ha fragmentado la vegetación, se aprecia fuerte disturbio en los estratos inferiores, principalmente por la introducción de ganado bovino y la abundancia de senderos por donde transita.

En esta comunidad se presenta una dominancia de las especies de encino *Quercus salicifolia* y *Q. magnolifolia*, estas especies presentan VIR de 35.0 y 31.89 y coberturas relativas de 43.98 y 31.90 respectivamente; en esta comunidad también se encuentran especies acompañantes de *Q. peduncularis* y *Q. laeta*, con VIR de 17.49 y 2.48 respectivamente.

La densidad en esta comunidad es de 276 ind/ha, estando distribuida en su mayor parte entre *Q. salicifolia* y *Q. Magnolifolia* con 72 y 88 ind/ha cada una.

Esta comunidad presenta dos estratos arbóreos mas o menos definidos, el dosel inferior tiene un promedio de alturas de 12.5 m, aunque algunos individuos de *Q. salicifolia* llegan a tener hasta 30 mts de altura dominando fisonómicamente en el dosel superior.

**Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit**

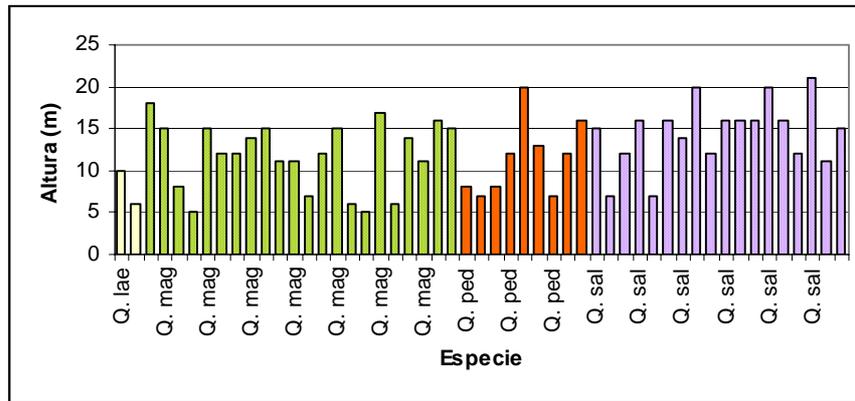


Figura 35. Altura de los árboles registrados en el sitio 4 (*Q. lae* = *Quercus laeta*, *Q. mag* = *Quercus magnifolia*, *Q. ped* = *Q. peduncularis*, *Q. sal* = *Quercus salicifolia*)

El estrato arbustivo y herbáceo es abundante y cerrado, el estrato arbustivo esta compuesto de los siguientes elementos:

- |                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| <i>Ageratum corymbosum</i>      | <i>Desmodium cinereum</i>    |
| <i>Hyptis cf oblongifolia</i>   | <i>Hyptis albida</i>         |
| <i>Lasianthaea ceanotifolia</i> | <i>Leucaena lanceolata</i> y |
| <i>Smilax moranensis</i>        |                              |



Figura 36. Interior del bosque de *Quercus salicifolia* - *Q. magnifolia*, se observa como un bosque abierto con presencia de un sotobosque cerrado, se aprecian las pendientes suaves.

Esta comunidad se ubica en la porción norte del volcán; se distribuye en un rango de altitud que va de los 1500 a los 1700 m, las pendientes en general son moderadas variando de los 11° a los 18° en la unidad morfológica correspondiente a laderas bajas moderadamente inclinadas exposición norte.

La geología en la mitad del área corresponde a andesitas piroxénicas, en la porción baja se presenta basalto alcalino (30 % de la superficie), al este se presentan rocas volcánicas del mioceno y en el límite norte se presentan las traquitas y riolitas Las Navajas (Ferrari, 1997).

## **Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit**

---

El suelo corresponde al tipo cambisol eútrico asociado a regosol en toda la zona donde se distribuye esta comunidad. El color del suelo en seco es pardo oscuro; los suelos son relativamente los menos profundos del volcán, con un promedio de 25 cm de profundidad en toda la zona.

El pH es neutro; el porcentaje de materia orgánica es alto, presentando valores de hasta 26 % debido al relativo buen estado de conservación de la cubierta vegetal forestal; el porcentaje de arena es alto, con valores de hasta 74.8% en toda la zona, la textura corresponde a franco arenosa; con respecto a la prueba de los alofanos, en el 70% del área cubierta por esta asociación, la respuesta fue de baja a media y en el norte de la zona fue nula.

5.8.2.3. Asociación *Quercus obtusata-Quercus rugosa*.

Esta asociación corresponde a un bosque abierto de encino subperennifolio que en las partes bajas del volcán entre los 1500 a los 1700 m presenta una dominancia en el estrato arbóreo de *Quercus obtusata* y *Quercus crassipes*, que tienen un VIR que va de 47.70 a 68.42 y de 32.96 a 21.33 respectivamente, en esta zona la densidad va de rangos de los 176 a los 240 ind/ha, teniendo *Q. obtusata* densidades relativas desde el 46.66 al 61.36% y alcanzando coberturas de hasta el 75% y del orden de 24% para *Q. crassipes*. Otro elemento arbóreo acompañante en esta comunidad es *Q. castanea*

La altura promedio de los árboles en esta zona es de 9 m, presentándose escasos elementos que llegan a los 15 m de altura aunque son escasos (ver figuras 37 y 38).

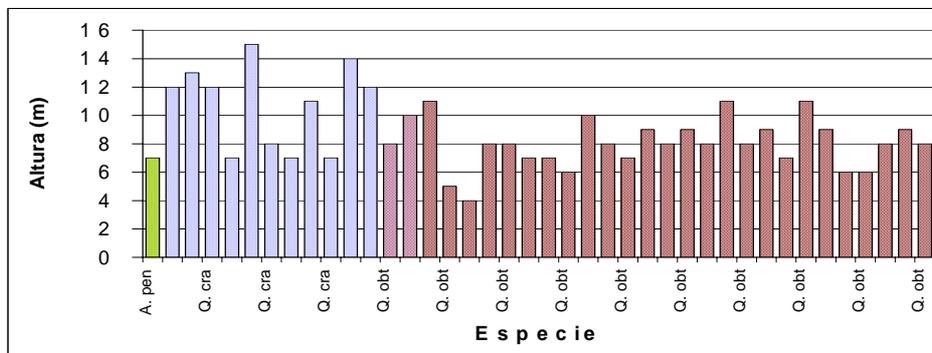


Figura 37. Alturas de los árboles registrados en el sitio 8 (A. pen = *Acacia pennatula*, Q. cra = *Quercus crassipes*, Q. obt = *Quercus obtusata*)

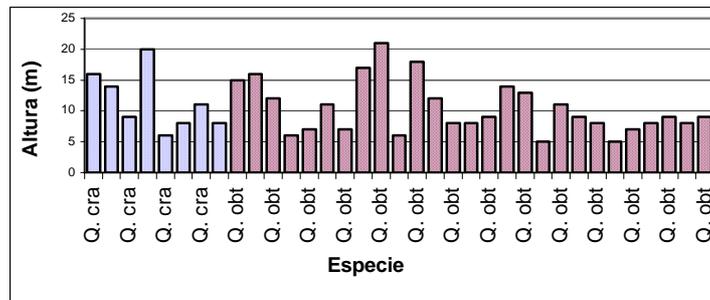


Figura 38. Alturas de los árboles registrados en el sitio 13 (Q. cra = *Quercus crassipes*, Q. obt = *Quercus obtusata*)

Conforme se aumenta de altitud (sobre los 1700 msnm), se presenta *Eysenhartia polystachya* como un elemento importante en el estrato arbóreo que tiene VIR de 14.88, aunque *Quercus obtusata* continua dominando con un VIR de 65.68, la densidad en esta zona es de 264 ind/ha correspondiendo la mayor densidad relativa a *Q. obtusata* con el 51.51% y de 19.69% a *E. polystachya*, con respecto a las coberturas, el 80% corresponde a *Q. obtusata* y el restante 10% a *E. polystachya*.

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

La altura promedio del estrato arbóreo continua siendo de 9 m, aunque hay elementos aislados que alcanzan los 20 m de altura.

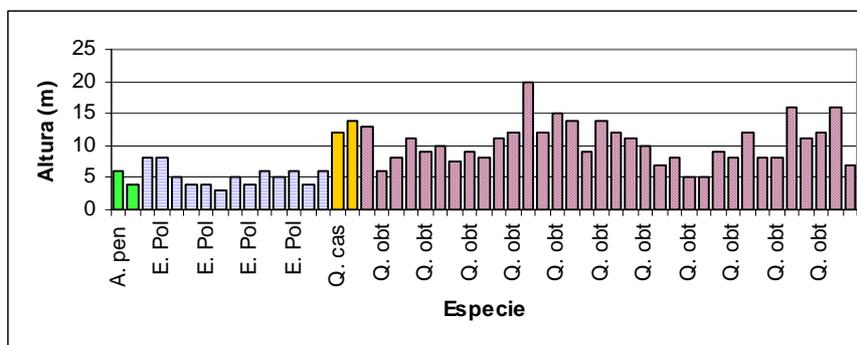


Figura 39. Altura de los árboles registrados en el sitio 14 (A. pen = *Acacia pennatula*, Q. cas = *Q. castanea*, Q. obt = *Quercus obtusata*, E. pol = *Eysenhartia polystachya*)

Sobre los 1800 msnm, se presenta una dominancia de *Q. rugosa*, que presenta VIR de 36.78, asociándose con *Q. crassipes* que presenta valores de 32.48, en esta zona se alcanzan las mayores densidades, siendo de 246 ind/ha, correspondiendo el 32.5% de esta a *Q. rugosa* y 17.5 % a *Q. crassipes*, la mayor cobertura relativa corresponde a *Q. crassipes* con el 47.47% y de 41% a *Q. rugosa*, la altura promedio del dosel arbóreo es de 10 m existiendo elementos emergentes de *Q. rugosa* que llegan a alcanzar los 20 m.

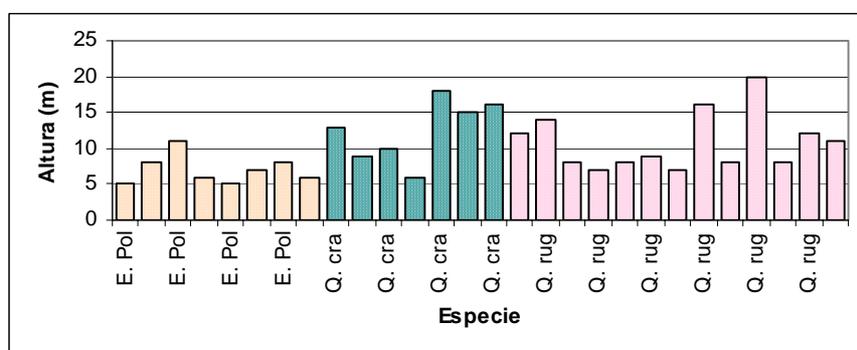


Figura 40. Alturas de los arboles registrados en el sitio 15 (Q. cra = *Q. crassipes*, Q. rug = *Quercus rugosa*, E. pol = *Eysenhartia polystachya*)

El estrato arbustivo y herbáceo es cerrado y está compuesto por los siguientes elementos:

<i>Acacia pennatula</i>	<i>Acacia angustissima var angustissima</i>
<i>Acourtia dieringeri</i>	<i>Aeschynomene petraea var madrensis</i>
<i>Ageratina mairetiana</i>	<i>Bolanosa coulteri</i>
<i>Calea scabrifolia</i>	<i>Desmodium cinereum</i>
<i>Dyssodia tagetiflora</i>	<i>Hyptis rhytidea</i>
<i>Lagascea heliantifolia</i>	<i>Lippia umbellata</i>
<i>Lopezia semeiandra</i>	<i>Marina scopa</i>

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

*Rhus schiedeana*  
*Tagetes sp*  
*Toxicodendron radicans*  
*Viguiera pringlei*

*Senecio sp*  
*Teramnus latialis*  
*Vernorianthura latrioides y*

La distribución de esta asociación se dá en las orientaciones suroeste y oeste suroeste del volcán, sobre un rango de altitud que va de los 1500 a los 1800 msnm; en esta comunidad se aprecia evidencia de fuerte perturbación ocasionada por incendios, por lo que las copas de los encinos presentan gran cantidad de hojas de renuevo, el suelo presenta abundantes afloramientos rocosos.



Figura 41. Panorámica del bosque de *Quercus obtusata-Quercus crassipes* en las partes bajas del volcán.

Las pendientes en la mayor parte del área son moderadas con valores que van de los 11° a los 18° correspondiendo a la unidad morfológica laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición sureste, solo en los pequeños lomeríos se consideran las pendientes fuertes, aunque en una superficie menor; la geología corresponde a andesitas piroxenicas.

El suelo en seco presenta colores pardos grises oscuros en el 40% de la superficie, en el otro 40% son del tipo pardo rojizos oscuros y en el resto de la superficie son pardos oscuros.

El porcentaje de arena tiene un rango medio variando en general en valores que van entre el 60.8% al 67.52%; la textura en la mitad de la superficie es del tipo franco, variando a franco arenoso (30% del área) y arena franca (restante 20%) en las partes bajas de la porción suroeste.

En la mayor parte del terreno, se presentan suelos relativamente someros, teniendo una profundidad que va en un rango de 24 a 31 cm, alcanzando solo en una pequeña proporción los 42 cm.

Con respecto al porcentaje de materia orgánica, este se presenta bajo en toda esta comunidad, cayendo en un rango que va del 11.06 al 13.85 %; el pH en mas de la mitad de la superficie tiene valores cercanos al neutro, en el resto de superficie varia ligeramente con valores que van de los 6.2 a los 6.8; la prueba de los alofanos tuvo respuesta de baja a nula en el 80% de la zona, siendo de baja a media en la superficie

restante. En el paisaje se aprecia evidencia de incendios frecuentes y recientes, así como desmontes clandestinos.

#### 5.8.2.4. Asociación *Alnus jorullensis*-*Quercus urbanii*

Es un Bosque de encino semicerrado, esta asociación se distribuye en las exposiciones norte y noreste del volcán, se presenta en un rango de altitud que va de los 1500 a los 2340 m, lo que hace que prácticamente se presente en todo el rango altitudinal del área en estudio en las exposiciones norte, noreste y noroeste del volcán; en la unidad geomorfológica laderas medias muy fuertemente inclinadas exposición norte, los suelos corresponden al tipo cambisol eútrico, en esta unidad morfológica el estrato arbóreo está compuesto principalmente por las especies *Alnus jorullensis* asociada con *Quercus candicans*, los valores de VIR son de 74.23 y 15.72 respectivamente, la altura del dosel arbóreo inferior tiene un promedio de 12 m, observándose un dosel superior de 20 m de altura e individuos emergentes de hasta 25 m (figura 42), en esta área la densidad es de 200 ind/ha, correspondiendo a *A. jorullensis* el 68% de densidad relativa y el 12% a *Q. candicans*, con respecto a la cobertura relativa, esta es de 80.47 % y 19.44% para ambas especies respectivamente.

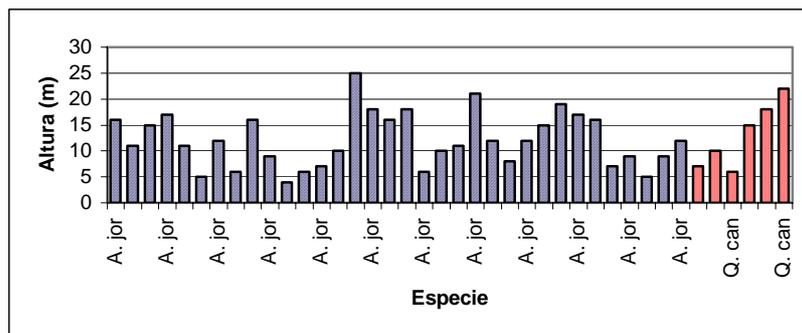


Figura 42. Altura de los árboles registrados en el sitio 9 (*A. jor* = *Alnus jorullensis*, *Q. can* = *Quercus candicans*)



Figura 43. Bosque de *Alnus jorullensis* con *Quercus candicans* al norte del volcán, se aprecian las fuertes pendientes con los fustes notoriamente inclinados.

El estrato arbustivo es denso, estando compuesto en su mayor parte por las especies:

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

<p><i>Calea scabrifolia</i>  <i>Desmodium madrense</i>  <i>Guardiola mexicana</i> var. <i>Mexicana</i>  <i>Lagascea heliantifolia</i>  <i>Runfortia floribunda</i> var. <i>floribunda</i>  <i>Stevia subpubescens</i>  <i>Viguiera buddlesiformis</i> y</p>	<p><i>Desmodium cinereum</i>  <i>Desmodium sumichrastii</i>  <i>Hyptis rhytidea</i>  <i>Lopezia lopezioides</i>  <i>Salvia thyrsoiflora</i>  <i>Verbesina angustifolia</i>  <i>Viguiera ensifolia</i></p>
---	---

En las laderas bajas y medias fuertemente inclinadas exposición noroeste, sobre los 1700 m, la especie *A. jorullensis* se asocia con *Q. urbanii*, donde el VIR corresponde a 20.62 y 60.51 respectivamente, la altura promedio es de 16 m, aunque se presenta un dosel superior de 25 m, con respecto a la densidad, es de 184 ind/ha, correspondiendo el 23.91% de densidad relativa a *A. jorullensis*, 41.30 % a *Q. urbanii* y 30.43 para *Hyptis rhytidea*. En el estrato arbustivo, la cobertura relativa es de 79.73 % para *Q. urbanii* y de 17.33 para *A. jorullensis*. En esta comunidad también se presentan elementos aislados de *Arbutus xalapensis*

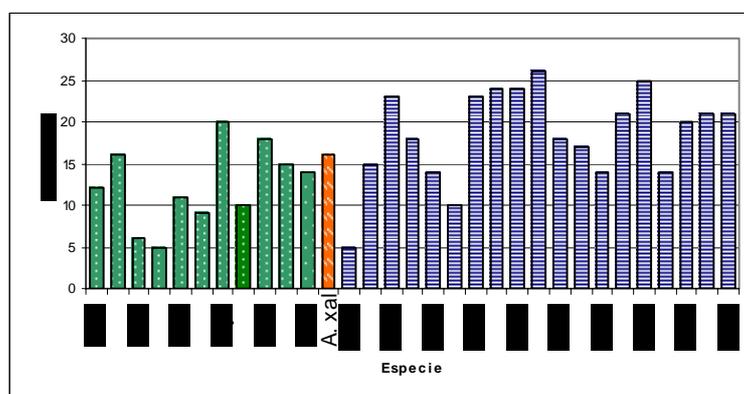


Figura 44. Altura de los arboles registrados en el sitio 11 (*A. jor* = *Alnus jorullensis*, *A. xal* = *Arbutus xalapensis*, *Q. urb* = *Quercus urbanii*)

En altitudes de 1900 m, se presenta *A. jorullensis* asociado a *Q. obtusata*, *Q. salicifolia* y *Quercus rugosa*, con VIR de 28.94, 20.52, 26.94 y 10.09 respectivamente, la densidad en esta comunidad es de 104 ind/ha, aunque la densidad relativa corresponde en su mayor parte a *A. jorullensis* con el 26.92%, seguido de *Q. obtusata* con el 19.23 %, los mayores porcentajes de las coberturas relativas se presentan en *Q. salicifolia* con el 38.50 %, seguidas en importancia *A. jorullensis* con el 30.95 y *Q. obtusata* con el 21.81 %.

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

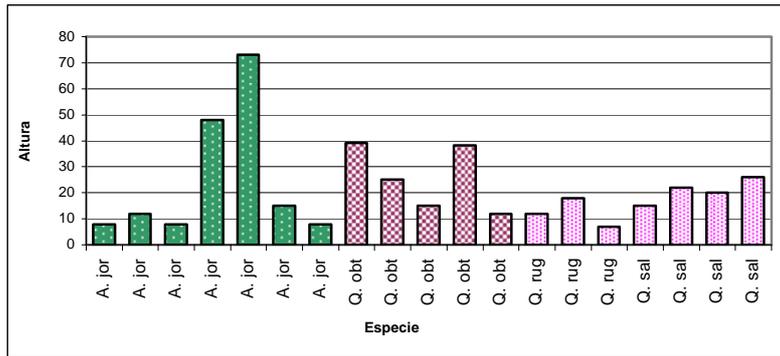


Figura 45. Alturas de los árboles registrados en el Sitio 17 (A. jor = *Alnus jorullensis*, Q. obt = *Quercus obtusata*, Q. rug = *Quercus rugosa*, Q. sal = *Quercus salicifolia*)

Sobre los 2100 msnm, al norte del área de distribución de esta comunidad, se presenta un encinar abierto con dominancia de *A. jorullensis* y *Q. rugosa*, hay presencia de elementos aislados de *A. xalapensis*, el estrato arbóreo tiene un promedio de 17 m, aunque hay elementos que llegan a alcanzar los 30 mts, en la unidad morfológica correspondiente a las laderas altas muy fuertemente inclinadas exposición norte.

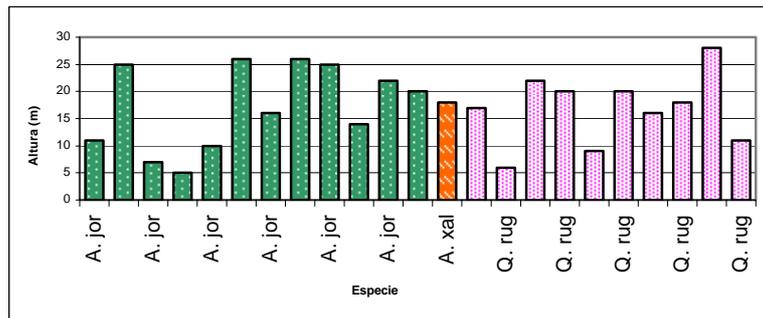


Figura 46. Altura de los arboles registrados en el sitio 16 (A. jor = *Alnus jorullensis*, A. xal = *Arbutus xalapensis*, Q. rug = *Quercus rugosa*)

Las pendientes en la mayor parte del terreno se consideran fuertes en un rango que va de los 18° a los 25°; la geología en su mayor parte corresponde a andesitas piroxénicas, en la porción oeste en el 15% restante de la superficie corresponde a un basalto alcalino.

El suelo es muy pedregoso, su color en seco en el 60% del área es pardo oscuro variando a pardo muy oscuro; en la porción central que corresponde a las partes más elevadas, se presentan suelos pardos rojizos oscuros (20% del área) y en la porción norte (restante 20%) se presentan suelos pardos grisáceos muy oscuros.

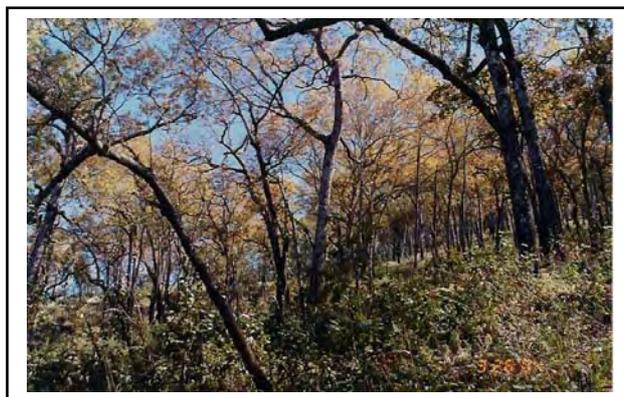


Figura 47. Bosque de *Alnus jorullensis* con *Quercus rugosa*, se aprecia la caída de follaje de algunos elementos arbóreos durante el estiaje.

El porcentaje de arena es de rango relativamente bajo en la porción oeste (60% de la superficie de esta comunidad) con valores de hasta 54.8 %, variando a medio en la porción oeste (20% del área) y se presentó alta en las mayores altitudes que corresponden a la parte central del volcán y en las laderas montañosas donde se registraron valores de hasta 73.52 %; hacia el oeste la textura corresponde al tipo franco en el 60 % del terreno, en la porción central y norte es del tipo franco arenoso.

La profundidad del suelo en el 85 % del área tiene un rango medio, variando de 44 a 49 cm, en la porción norte llega a las mayores profundidades de hasta 60 cm. En lo que respecta al contenido de materia orgánica, se tiene que en la porción oeste y norte tiene un rango medio (75% del área) con valores de 18.08 % a 19.55 %, en la parte central y más elevada, tiene valores altos de hasta 22.79%.

El pH en general es neutro, variando en valores que van de los 6.6 a los 7.0, en la parte norte llega a presentar los mayores valores de hasta 7.5; la prueba de alofanos tuvo una respuesta de baja a media en toda el área.

Lo suelos corresponden al tipo Cambisol eútrico con Regosol en un 60 % distribuido al oeste del área de distribución de la comunidad, el Acrisol órtico con Regosol se ubica en las mayores altitudes cubriendo un 15%, el cambisol se ubica en la porción más al norte de esta comunidad, abarcando un 15 % y la superficie restante corresponde a un regosol eútrico asociado al cambisol eútrico al noreste de esta comunidad.

### **5.9. Bosque de *Quercus caducifolia***

Esta unidad de paisaje se distribuye al este y noreste del volcán Sanganguey, alberga a las comunidades de menor extensión de la zona en estudio, en esta unidad existe durante la época seca del año una carencia general de hojas de la mayor parte de los elementos vegetales que la componen, se presentan algunos elementos perennifolios aunque estos son escasos.

Este tipo de comunidad se distribuye a lo largo del gradiente altitudinal del área en estudio que va de los 1500 a los 2000 m, las diversas asociaciones que lo conforman presentan una clara distribución este y noreste; teniendo correlación con las unidades morfológicas donde se insertan.

Las asociaciones que conforman este tipo de bosque y sus paisajes morfológicos asociados son dos, siendo las siguientes: *Quercus laeta* (laderas bajas y medias moderadamente inclinadas exposición este) y *Quercus praeco-Quercus castanea* (laderas bajas y medias muy fuertemente inclinadas exposición noreste).

El clima predominante es el semicalido subhúmedo, por lo que la caducidad podría ser una respuesta adaptativa al menor aporte de humedad hacia esta zona, las pendientes varían de moderadas a muy fuertes.

Durante la época de lluvias, la fisonomía de la vegetación cambia completamente, dando un aspecto cerrado por la gran cantidad de elementos arbustivos y herbáceos que conforman estos estratos, así como el verdor asociado al follaje de los elementos arbóreos.

En las áreas con pendientes semiplanas es común encontrar terrenos con uso agropecuario, lo que ocasiona una fuerte presión sobre la cubierta vegetal, tanto por su fragmentación como por los incendios frecuentes asociados a la quema de la caña de azúcar, por lo que es común encontrar elementos arbustivos y herbáceos propios de vegetación secundaria; es abundante la presencia de veredas entre la vegetación para el tránsito de los lugareños y el ganado bovino.

#### **5.9.1. Asociación de *Quercus laeta*.**

Esta asociación se presenta como un encinar caducifolio abierto, con dominancia en el estrato arbóreo de *Quercus laeta*, el cual presenta un índice de importancia de 80.58%, y una cobertura relativa de 97.29%, lo que le confiere a esta comunidad la característica de ser un bosque monoespecífico.

Otros elemento arbóreo presente en esta asociación es *Arbutus xalapensis*, aunque es un elemento aislado que sobresale en la época de estiaje por ser de los pocos elementos perennifolios presentes en esta comunidad; el estrato arbóreo tiene en promedio 10 m de altura, aunque se presentan algunos individuos de *Q. laeta* que llegan a alcanzar los 15 m, aunque sin llegar a formar un dosel superior bien definido (figura 48).

## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

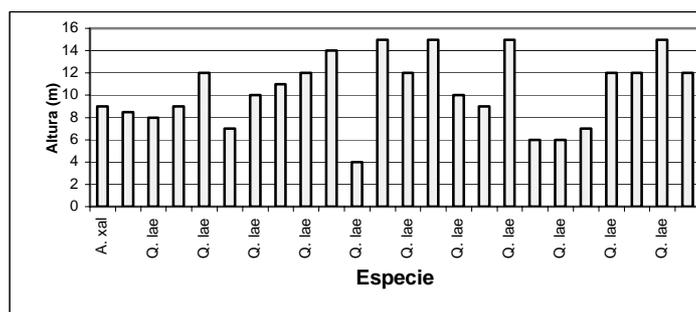


Figura 48. Alturas de los árboles registrados en el Sitio 2. A. xal = *Arbutus xalapensis*, Q. lae = *Quercus laeta*

La densidad en esta comunidad es de 144 ind/ha, que corresponde en su mayor parte a *Q. laeta* (92 ind/ha), seguido en importancia por elementos que conforman el estrato arbustivo como es *Salvia mexicana* con una densidad de 48 ind/ha y un VIR de 16.85.

En cuanto a la cobertura relativa, el 97.29 % corresponde a *Q. laeta* y el 2.33 a *Arbutus xalapensis*, por lo que el estrato arbustivo tiene poca importancia en este factor.



Figura 49. Interior del bosque caducifolio de *Quercus laeta* al este del volcán Sanganguey en la época de secas, se aprecia como un bosque abierto.

El estrato arbustivo es cerrado y abundante con un promedio de 1.75 m de altura, este estrato esta conformado en su mayor parte por la especie *Salvia mexicana*, con elementos ocasionales de *Phaseolus sp.*

El estrato herbáceo es abundante formando una carpeta continúa y esta compuesto por las siguientes especies:

<i>Acalypha sp.</i>	<i>Arracacia rodoscium</i>
<i>Bessera elegans</i>	<i>Cuphea llavea</i>
<i>Evolvulus alsinoides</i>	<i>Gaudichaudia sp</i>
<i>Phyllanthus coalcomanensis</i>	<i>Priva lappulacea y</i>
<i>Schoeptsia schereberi</i>	

## **Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit**

---

Esta asociación se encuentra distribuida al este del volcán Sanganguey, se establece en un rango de altitud que va desde los 1500 a los 2100 m. Las pendientes donde se presenta esta asociación se consideran medias en un rango que va de los 20° a los 30°. La geología corresponde al tipo de andesitas piroxénicas.

Los suelos corresponden a un tipo Regosol con cambisol eútrico que cubre la totalidad de la superficie ocupada por esta comunidad, estos suelos presentan una coloración pardo oscuro en seco; tienen porcentajes de arena altos llegando hasta el 74.24%, la textura es del tipo arena franca.

La prueba de alofanos resultó de nula a baja en la porción sur (40% de la superficie total), en las áreas bajas con menor pendiente la respuesta fue nula (20%) y al norte en todo el rango de altitud fue de baja a media.

La caducidad de la mayor parte de los elementos arbóreos permite la acumulación de una gran cantidad de hojarasca de encino, por lo que su cobertura en el suelo es abundante con una profundidad media de 3 cm, los afloramientos rocosos son abundantes, la profundidad del suelo oscila en un rango que va de los 21.5 a los 36 cm.

El pH es ácido en toda la comunidad, presentando valores de hasta 7.6. El porcentaje de materia orgánica es elevado con valores de hasta 20.92 %.



## Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit

Las epifitas son abundantes, como elementos arbóreos acompañantes se presentan:

*Arbutus xalapensis*      *Bursera penicillata*  
*Bursera sp* y              *Quercus gentryi*

El estrato arbustivo y herbáceo son cerrados, el arbustivo está conformado por las siguientes especies:

*Desmodium cinereum*      *Erythrina sp*  
*Hyptis cf. oblongifolia*      *Lantana camara*  
*Lantana hispida*              *Salvia sp*  
*Senecio sp*                      *Verbesina angustifolia* y  
*Verbesina parviflora*

El estrato herbáceo está compuesto por los siguientes elementos:

*Acalypha sp*                      *Acourtia turbinata*  
*Achimenes antirrhina.*        *Adiantum patens*  
*Alliospermum palmeri*        *Astranthium orthopodum*  
*Begonia gracilis*              *Bouvardia ternifolia*  
*Commelina dianthifolia*      *Commelina erecta L. var. angustifolia*  
*Cuphea hookeriana*          *Cuphea lobophora var. lobophora*  
*Cyperus hermaphroditus*      *Dahlia cf. pinnata*  
*Eupatorium cf. pazcuarensis* *Galium mexicanum*  
*Geranium deltoideum*        *Geranium sp*  
*Lupinus elegans*                *Macromeria discolor*  
*Malaxis fastigrata salazarii* *Physalis sp*  
*Polypodium cf. furfuraceum* *Polypodium sanctae-rosae* y  
*Roldana sp*

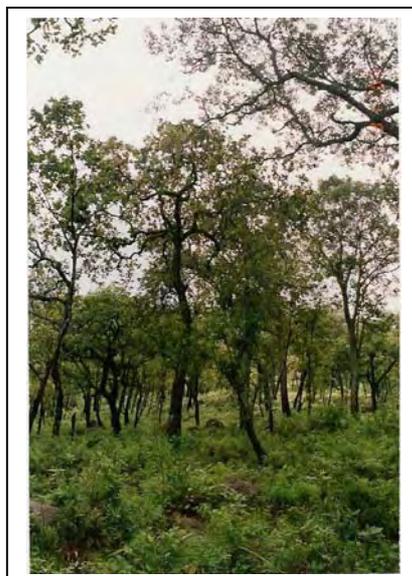


Figura 52. Bosque de *Quercus praeco*–*Q. castanea* durante la época húmeda del año, al noreste del sitio de estudio a los 1700 m.

## **Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit**

---

Esta comunidad se presenta al noreste del volcán, en rangos que van de los 1500 a los 2000 m; las pendientes en general son muy fuertes (> de 25°), se aprecia actividad de ganadería extensiva y desmontes como los mas importantes elementos perturbadores en esta área.

El suelo presenta afloramientos rocosos, en las semiplanicies; la geología en el 70% del área principalmente en la porción sur corresponde a andesitas piroxénicas y en el resto 30% al norte de la zona corresponde a volcánicas del mioceno.

El color del suelo en seco es pardo oscuro en toda el área, su profundidad es alta en el 70% de esta comunidad, presentando hasta 72 cm de profundidad, en la superficie restante presenta rangos medios de hasta 41 cm de profundidad, se observaron abundantes raíces en el perfil edáfico.

El porcentaje de arena es alto en un rango de 72.8 a 82.8%, presentando los valores más altos en las partes bajas de la zona; la textura en la porción norte corresponde a franco arenosa, en la superficie restante del 50% corresponde a arena franca.

El porcentaje de materia orgánica es medio en toda el área en estudio en un rango que va de los 15.48 a los 19.71%; el pH presenta valores ligeramente ácidos en el 80% de la comunidad, alcanzando valores de hasta 7.4, en el restante 20% se presentan valores neutros; la prueba de los alofanos resulto en una respuesta en un rango de media a baja.

## CAPITULO

### 6

## DISCUSIÓN

---

Las asociaciones vegetales identificadas, no habían sido descritas en trabajos previos de la vegetación en el área en estudio ni en el estado de Nayarit. El estudiar desde un punto de vista cualitativo y mejor aún, cuantitativo la importancia relativa de las especies sobre una serie de sitios representativos de las condiciones ambientales del volcán Sanganguey resulto muy útil, pues implicó conocer como difieren dichos sitios en la composición y en la abundancia relativa de las especies y su distribución espacial. Aunado a lo anterior, al estudiar las variables ambientales presentes en la zona en estudio, se pudo obtener un panorama de cuales son los factores que están determinando la distribución y la abundancia de las especies presentes en el área en estudio.

La utilización de técnicas de clasificación y ordenación de comunidades de forma complementaria y apoyandose de técnicas cartográficas para el mapeo de la vegetación, permitió analizar los patrones de la variación espacial de la vegetación y los gradientes ambientales que la determinan.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran esta complementariedad, puesto que los diagramas de ordenación (con el AC y ACC), permitieron visualizar agrupaciones “naturales” que coinciden y simplifican los conglomerados formados con las técnicas de clasificación numérica. Por lo anterior, se considera que al menos en este estudio, el método de ordenación usado permitió determinar relaciones entre los agrupamientos de las asociaciones identificadas por los resultados de la clasificación con gradientes ambientales y con ciertas especies o grupos de especies.

Los resultados de la ordenación directa e indirecta indican que en el volcán Sanganguey, los gradientes de los factores abióticos representan el mecanismo de control más importante en cuanto a la distribución espacial de la vegetación.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, indican que factores tales como la altitud, las características del suelo y la exposición, son muy importantes en cuanto a la distribución espacial de la vegetación en la zona estudiada. La altitud es un gradiente ambiental complejo, que se manifiesta a través de variables tales como la temperatura y la precipitación, que tienen a su vez un efecto directo sobre el crecimiento vegetal y están correlacionadas de manera sitio-especifica (Whittaker, 1977).

Los tipos de climas analizados mediante los datos de temperatura y precipitación de las estaciones meteorológicas cercanas a la zona en estudio, indican que existe una correlación significativa entre estas variables y la distribución de la vegetación y su respuesta fenológica como respuesta adaptativa a las diversas condiciones de humedad disponible y la temperatura derivada de las diversas exposiciones, este efecto de exposición es un factor muy importante en cuanto a la distribución y abundancia de las

comunidades vegetales presentes en el área en estudio, dado que afecta en forma considerable a la disponibilidad de agua y la temperatura, que determinan la distribución de las asociaciones.

El gradiente altitudinal muestra en general un patrón topográfico característico; dado que las partes más altas presentan pendientes muy abruptas, los sitios de altitudes intermedias tienen pendientes menos inclinadas y los sitios de menor altitud se presentan en semiplanicies o lugares de pendiente más ligera.

La precipitación es el principal componente en la entrada total de agua dentro del sistema volcánico, creando fuentes de agua superficial y recargando los mantos acuíferos, una vez que el agua está en el sistema, su disponibilidad para las plantas está influenciada por el tipo de suelo y el relieve topográfico. Las características del suelo, tales como el contenido de arcilla, limo y arena (que determinan el espacio poroso y otras características del suelo), deben influir sobre la tasa de infiltración y la capacidad de las plantas para tomar esta agua. La variación topográfica (longitud, forma e inclinación de la pendiente), puede redistribuir la humedad de tal forma que algunos sitios reciban una cantidad de agua mayor que la aportada únicamente por la precipitación, aunque por las características topográficas y geológicas no se presentan escurrimientos permanentes, por lo que la disponibilidad de agua para las plantas, se restringe a la época húmeda del año.

El diagrama de ordenación separa claramente los sitios de muestreo de acuerdo a la posición (este y oeste), que ocupan en el volcán Sanganguey: las condiciones ambientales son diferentes en ambos lados, en la parte oeste y norte, se presentan condiciones propicias para el establecimiento y desarrollo de las comunidades vegetales de encinar subcaducifolio, al sur sureste y suroeste se presentan los bosques perennifolios y al este y noreste se establecen los bosques caducifolios.

La distribución y estructura de las comunidades identificadas y la composición de las especies cambia a lo largo de gradientes en los factores ambientales discutidos; los cambios en la distribución y abundancia de las especies vegetales asociados con estos gradientes físicos pueden ser diferentes para cada especie, creando un mosaico vegetacional de poblaciones interpuestas a través del paisaje sin embargo, el análisis de ordenación y de SIG indican que el gradiente de exposición y altitud son los factores ambientales que mejor explican la distribución de la vegetación en el volcán.

Aunque se pudo observar que la distribución de las especies se sobreponen en un patrón de cambio continuo a lo largo del gradiente altitudinal, es posible definir asociaciones tipo dentro del "continuum": las especies con tolerancias ambientales similares pueden agruparse juntas en ambientes semejantes y de esta forma clasificarse como un tipo, el patrón del paisaje resultante sería entonces una mezcla de comunidades definibles que se matizan sin límites discretos, el como distinguir los "límites" de las comunidades estaría en función de la tasa de cambio de los gradientes físicos.

De cualquier manera, el intervalo de distribución de algunas especies vegetales en la zona estudiada debe estar influido potencialmente tanto con factores bióticos como abióticos, la distribución entre las dos series de factores está enmascarada por el hecho de que las plantas residentes pueden influenciar profundamente el ambiente local.

La clasificación y ordenación de la vegetación de la zona estudiada permitió, de cualquier manera, determinar semejanzas y diferencias (cuantitativas y cualitativas) en las asociaciones vegetales entre los diferentes sitios de muestreo y de esta forma proceder a usar los tipos de asociación identificados para regionalizar la vegetación del volcán Sanganguey.

Aunado a lo anterior, la densidad poblacional en la zona de estudio es muy baja, la mayoría de la población solo accede para llevar a cabo algunas labores culturales en los agrosistemas establecidos sin llegar a habitar la zona.

La alternativa mas viable es la explotación de especies que crecen naturalmente en la zona, tal es el caso de muchas gramíneas, arbustos y arboles que pueden ser utilizados como alimento para el ganado ovino, porcino y bovino, o bien para el desarrollo de actividades ecoturísticas.

En general, para aprovechar de forma racional y eficiente los recursos con que cuenta la zona sin provocar problemas de deterioro ambiental, se requiere de estudios detallados de cada una de las especies a explotar, es decir, de estudios autoecológicos para la obtención de datos tanto cualitativos como cuantitativos que permitirían, junto con los antecedentes geológicos, edafológicos, topográficos, de vegetación asociada, económicos, sociales, etc. llevar a cabo acciones para el uso óptimo de los recursos naturales y de esta manera, establecer programas de manejo integral adecuados.

Los resultados de la presente investigación indican que no se puede hablar todavía de una excesiva explotación de los recursos naturales del área en estudio y que se está a tiempo de poder establecerse programas de conservación. Un ejemplo ilustrativo de lo anterior es la explotación de las zonas semiplanas para la actividad agrícola y el resto para la ganadería extensiva, que es una práctica común pero no se hace en forma controlada, ello representa un serio peligro para varias especies vegetales, en especies algunas herbáceas y arbustivas.

Los métodos de análisis multivariados fueron utilizados para la clasificación y ordenación de la vegetación de la zona estudiada y ayudar a simplificar un conjunto de datos extensos y complejos y con esto, entender las relaciones entre la vegetación y los factores ambientales más importantes. Con lo cual se demuestra que los modelos teóricos son muy útiles, si están respaldados por las observaciones y el trabajo de campo.

Los resultados obtenidos indican que es mas apropiado el uso de variables cuantitativas que cualitativas para la clasificación y ordenación de la vegetación en la zona en estudio, que proporciona mayor seguridad, hace más fácil la interpretación de los resultados y se aproximan más a la realidad.

En este trabajo se corroboró la complementariedad de las técnicas de clasificación y ordenación, pues aunque no hay evidencia de la existencia de comunidades discretas en la zona en estudio, fue posible reconocer asociaciones tipo a lo largo del continuo vegetacional. Ello se debió principalmente a que hay especies dominantes cuya distribución y abundancia cambian a través del paisaje, fueron estas especies las que permitieron reconocer asociaciones tipo, debido a la estructura tan particular que confieren a la comunidad.

En el volcán Sanganguey existen especies con valor de importancia elevada (VIR) y que además poseen, diversos grados e intervalos de distribución más amplios; son estas especies las que determinan la existencia de continuo vegetacional al combinarse la especie dominante y con otras especies de menor valor de importancia, todo ello como resultado de las especies individuales a lo largo de los gradientes ambientales.

El Análisis de Correspondencia y el Análisis Canónico de Correspondencia permitieron una ordenación de la vegetación: los diagramas indican que la altitud es el gradiente ambiental que mejor explica la distribución de la vegetación, sin embargo, el gradiente exposición se manifiesta en realidad a través de variables como la temperatura y la humedad, principalmente. Los resultados ponen manifiestos que los factores ambientales que se relacionan con la disponibilidad de agua para las plantas son las más importantes, por ello, factores tales como la topografía (pendiente), el tipo de suelo y la orientación u exposición, son también relevantes.

Los resultados de la regionalización de la vegetación, indican que en la zona estudiada los factores físicos son los que tienen mayor influencia en el sistema, de esta forma, la escasa precipitación, la elevada evaporación, la topografía, el escaso desarrollo del suelo en algunos sitios y su elevada pedregosidad, entre otros factores, determinan que en el volcán Sanganguey no se den condiciones adecuadas para la explotación de la tierra con fines agrícolas y al parecer, la tecnificación de dichas prácticas no es redituable.

En base a los resultados obtenidos, se considera importante el establecimiento de programas de conservación y aprovechamiento racional de los recursos vegetales, que de acuerdo al levantamiento florístico, a los datos cualitativos y cuantitativos obtenidos y a la información recabada, en las comunidades aledañas existe un alto potencial de recursos naturales, aunado a la importancia cultural, turística y ecológica del área en estudio.

Es muy importante realizar un estudio florístico en el que se explore toda la zona, en especial el estrato herbáceo, que en la presente investigación jugó un papel secundario, ello permitirá determinar la riqueza de especies, dato indispensable para iniciar un programa sobre uso de recursos.

Es imposible que las instituciones gubernamentales dedicadas al conocimiento, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales lleven a cabo acciones directas a corto plazo en la zona, ya que aunque la presente investigación no indica evidencia de una sobreexplotación de los recursos vegetales en dicha zona, en años recientes, la población aledaña ha incrementado sus actividades debido a un surgimiento de la actividad agrícola, principalmente del cultivo del maguey tequilero, y por consiguiente, hay una mayor presión sobre los recursos naturales.

Acorde al dendrograma obtenido de la clasificación (Figura 14) se distinguen 9 comunidades vegetales que se agrupan acorde a su afinidad de composición florística; las que a su vez se agrupan en tres condiciones de acuerdo a su fenología: el húmedo (Bosque de encino perennifolio), el subhúmedo (bosque de encino subperennifolio) y el seco (bosque de encino caducifolio).

La exposición fue la variable más determinante que destaca como el mejor predictor de distribución de la vegetación; en la asociación *Quercus castanea* y *Q. convallata* la altitud es la variable más determinante en su distribución, siendo la comunidad que se distribuye

en las mayores altitudes, es donde además se presentan los suelos más someros y las pendientes más fuertemente inclinadas, siendo la profundidad menor a 30 cm lo que incrementa el riesgo a la erosión y menor infiltración, con el consecuente arrastre de los suelos, aunque este proceso se ve minimizado por la cubierta vegetal y la alta pedregosidad del suelo, lo que evita que se produzcan deslaves.

La asociación *Quercus salicifolia* y *Q. magnifolia*, se ubica en la exposición norte donde las pendientes son moderadamente inclinadas, aunque el suelo es poco profundo debido a la alta pedregosidad del terreno y los abundantes afloramientos rocosos.

Las laderas sureste de pendiente somera parecen ser determinantes en la distribución de *Pinus devoniana*-*Q. obtusata*, donde los suelos son poco profundos y de baja altitud, siendo los sitios más expuestos a la radiación solar.

La especie *Q. magnifolia* muestra una clara distribución con respecto a la exposición y altitud pues se asocia a ambientes más húmedos y partes bajas al norte del volcán.

La variación en las diversas asociaciones que se presentan se debe a la interacción de varios factores como: la accidentada topografía, que se expresa con la existencia de una compleja morfología propia de una zona montañosa de pendientes pronunciadas y pequeñas mesetas y zonas semiplanas en el piedemonte, cambios en el clima que se suceden con el aumento o disminución de altitud y por las diversas exposiciones de las laderas.

En el área de estudio, el factor antropogénico es poco determinante, ya que el cambio en el uso del suelo está restringido, considerando la limitante de terreno debido a las fuertes pendientes y la alta pedregosidad del suelo, aunque el estrato arbustivo y herbáceo presentan muchas especies propias de áreas perturbadas debido principalmente a la actividad agropecuaria de tipo extensivo y los frecuentes incendios originados por la quema de caña de azúcar en las partes bajas.

En base a las características físicas y biológicas del volcán (topografía, localización cercana a la ciudad más grande del estado, su estado de conservación, vegetación, transformación de la cubierta vegetal de la región que bordea al volcán y demás atributos naturales), su importancia principal es como aportador de bienes considerados estos como productos tangibles provenientes de la vegetación forestal que sostiene y que se aprovechan para beneficio directo de los propietarios y pobladores de los terrenos forestales, como ejemplo leña, postes, madera para construcciones en el medio rural y para comercializar.

Los servicios ambientales que aporta este volcán, se refieren a los servicios que proporciona todo terreno forestal de manera natural o por medio de manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: provisión de agua en calidad y cantidad; principalmente hacia la cuenca del valle de Matatipac, la captura de carbono, la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad de una región intensamente transformada, de los ecosistemas; el paisaje y la recreación, entre otros, estos servicios aportados por el volcán Sanganguey en cuanto a beneficios concretos se dan de manera indirecta para los habitantes de la región, es decir, los beneficios aportados son para bien común de la sociedad en general.

En base a lo anterior, el área en estudio, potencialmente puede aportar condiciones para diferentes opciones productivas en las que paralelamente se aplique manejo y conservación de los recursos naturales que sostiene esta montaña, como ejemplo los siguientes:

- ◉ Banco de germoplasma silvestre o natural.
- ◉ Área Natural Protegida para garantizar su conservación.
- ◉ Proyectos de ecoturismo.
- ◉ Unidades de manejo y conservación de la vida silvestre.
- ◉ Paisaje natural y distintivo como monumento natural del Estado de Nayarit.
- ◉ Herbolaria y medicina alterna
- ◉ Madera para el medio rural
- ◉ Laboratorio natural para la enseñanza e investigación

## CAPITULO

### 7

## CONCLUSIONES

---

1. Los resultados muestran que las características de exposición y altitud, producen fuertes cambios en la distribución de las asociaciones vegetales, presentándose tres comunidades que las agrupan de acuerdo a su respuesta fenológica a estas variables (bosques perennifolios, subperennifolios y caducifolios).
2. Los bosques de encino presentaron una alta diversidad en su estructura vertical, horizontal, fenología y composición florística, lo que los hace muy complejos en su fisonomía, pasando de los bosques bajos hasta los relativamente altos y con variaciones en su cobertura y área basal.
3. Con base en las características geomorfológicas, la zona en estudio se puede clasificar como una zona montañosa donde predominan las pendientes fuertemente inclinadas, seguidas de las pendientes moderadamente inclinadas y por lo tanto, el riesgo de erosión podría ser de elevado a severo al perderse la cobertura forestal, lo que le confiere alta fragilidad al cambio de uso del suelo.
4. Los métodos de análisis multivariados utilizados para la clasificación y ordenación de la vegetación de la zona estudiada ayudaron a simplificar un conjunto grande y complejo de datos y a entender las relaciones entre la vegetación y los factores ambientales más importantes. Con lo cual se demuestra que los modelos teóricos son muy útiles, si están respaldados por las observaciones y el trabajo de campo.
5. Los métodos de clasificación y ordenación mostraron ser de gran utilidad mediante el uso de variables cuantitativas más que cualitativas y apoyándose en técnicas cartográficas, permiten de manera más fácil la interpretación de resultados para caracterizar la estructura de las comunidades vegetales presentes en el área de estudio y los principales factores que afectan su distribución espacial
6. La diversidad de ambientes donde se distribuyen las asociaciones reconocidas, permite importantes variaciones de las comunidades vegetales en un área relativamente pequeña. Aunque no hay evidencia de la existencia de asociaciones discretas en la zona en estudio, fue posible reconocer asociaciones tipo a lo largo del continuo vegetacional. Ello se debió principalmente a que hay especies dominantes cuya distribución y abundancia cambian a través del paisaje, fueron estas especies las que permitieron reconocer comunidades tipo, debido a la estructura tan particular que le confieren a la comunidad.
7. Los resultados ponen de manifiesto que los factores ambientales presentes en el área en estudio que se relacionan con la disponibilidad de agua para las plantas son muy

importantes, pues la fenología de las comunidades identificadas (perennifolias, subperennifolias y caducifolias) permite reconocer que la humedad es un mecanismo de control importante en la distribución de la vegetación, por ello, factores tales como la topografía (pendiente), el tipo de suelo y la exposición, son también relevantes.

8. La vegetación natural está adaptada a las condiciones del ambiente en la zona en estudio, se sugiere el establecimiento de programas de conservación y aprovechamiento racional de los recursos vegetales, que de acuerdo al levantamiento florístico, a los datos cualitativos y cuantitativos obtenidos y a la información recabada, en esta zona de trabajo existe un alto potencial de recursos naturales, aunado a la importancia cultural, turística y ecológica por los servicios ambientales que presta el volcán Sanganguey en la región.

9. Es muy importante realizar un estudio florístico en el que se explore toda la zona, en especial en el estrato herbáceo que en la presente investigación jugó un papel secundario, ello permitirá determinar la riqueza de especies, dato indispensable para iniciar un programa sobre uso sustentable de los recursos naturales que aquí se presentan.

Es imposible que las instituciones gubernamentales dedicadas al conocimiento, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales lleven a cabo acciones directas a corto plazo en la zona, ya que aunque la presente investigación no indica evidencia de una sobreexplotación de los recursos vegetales en esta zona, en años recientes la población aledaña ha incrementado las prácticas agropecuarias intensivas y extensivas y por consiguiente, hay una mayor presión sobre los recursos naturales, lo que indica la importancia de la participación de las comunidades que aprovechan sus recursos y de la sociedad en general para establecer su adecuado manejo.

## CAPITULO 8

### BIBLIOGRAFIA CITADA

---

- Auerbach, M. y A. Shmida. 1993. Vegetation change along an altitudinal gradient on Mt. Hermon, Israel no evidence for discrete communities. *J. Ecol.* 81: 25-33.
- Austin, M.P. 1968. An ordination study of a chalk grassland community. *Journal of Ecology.* 56:739-757.
- Austin, M.P. 1987. Models for the analysis species response to environmental gradients. *Vegetatio* 69: 35-45.
- Austin, M. P. y Smith, T. M. 1989. A new model for the continuum concept. *Vegetatio.* 83:35-47.
- Barbour, M. G. et al. 1980. *Terrestrial plant ecology.* The Benjamin/Cummins Publishing Company, Menlo Park, California, U.S.A.
- Blanco, C. J. M. 1994. La vegetación de la Sierra de San Juan, Nayarit, México. Tesis UNAM. México, D.F. 87 pp.
- Braun-Blanquet, J. R. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales.* Ed. Blume, Madrid, España.
- Bray, J.R. y Curtis, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27:325-349.
- CETENAL.1974. Carta de uso del suelo de Xalisco F-13-D-31 esc. 1:50, 000.
- CETENAL.1974. Carta edafológica de Xalisco F-13-D-31 esc. 1:50, 000.
- CETENAL.1974. Carta geológica de Xalisco F-13-D-31 esc. 1:50, 000.
- Clements, F.E. 1916. *Plant succession. An análisis of the Development of vegetation.* Carnegie Institute, Washington, Publication 242. Washington, E.U.
- 1928. *Plant Sucesión and Indicators.* H.W. Wilson, N.Y., E.U.
- Digby, P.G.N. y Kempton, R.A. 1987. *Multivariate analysis of ecological communities. Population and community biology series.* Chapman and Hall. London and New York, pp 49-147.

Fasham, M.J. 1977. A comparison of nonmetric multidimensional scaling, principal components and reciprocal averaging for the ordination of simulated coenoclines and coenoplanes. *Ecology*, 58:551-561.

Ferrari, L.; Nelson, S.A., Rosas-Elguera, Aguirre, D. J. and Venegas, S.S. 1997. Magmatism and tectonics in the Central and northwestern Mexico, a selection of the 1997 IAVCEL General Assembly excursions. México, D.F. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. Excursión 12, pp 85-129.

Ghazanfar, S.A. 1991. Vegetation structure and phytogeography of Jabal Sham, an arid mountain in Oman. *Journal of Biogeography*. 18: 299-309.

Gleason, H. A. 1917. The structure and development of the plant association, *Bull. Torr. Club*. 43, 463-481

- 1926. The individualistic concept of the plant association. *Bull. Torr. Club*. 53, 1-20.

-1939. The individualistic concept of the plant asociación. *American midland naturalist* 21, 92-110

Gosz, R.J. 1992. Gradient análisis of ecological change in time and space: Implications for forest management. *Ecol. Applic.* 2:248-261.

Granados, S.D. Tapia, V.R. 2002. Comunidades Vegetales. Universidad Autónoma Chapingo. México. 235 pp.

Hamilton, A.C. y R.A. Perrot. 1981. A study of altitudinal zonation in the montane forest belt of Mt Elgon, Kenia/Uganda. *Vegetatio* 45: 107-125.

INEGI. 1992. "Carta de uso del suelo y vegetación. Tepic F13-8. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional escala 1: 250 000. Aguascalientes, Ags. México.

INEGI. 2000. Carta topográfica de Xalisco F-13-D-31 esc. 1:50, 000.

James, C. F. y E. C. McCulloch, 1990; Multivariate análisis in ecology and systematics: Panacea or Pandora's box?. *Ann. Rev. Ecol. Sist.* 21:129-66.

Kent, M. y Coker, P. 1992. Vegetation description and analysis: a practical approach. Belhaven Press. Londres, Inglaterra.

Kershaw, A. K. 1973. Quantitative and dynamic plant ecology. William Clowes and Sons. Segunda edición. Londres, Inglaterra.

Ludwing, A. J. y Reynolds, F.J. 1988. Statics ecology: a primer methods and computing. John Wiley and Sons, USA.

Matteuci, S.D. y Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y tecnológico. Monografía No 23. Washington, D.C.

Manning, S. y Martin, D. 2000. Application of canonical community ordination (CANOCO) to assess Owens valley vegetation change. Inyo Country Water Department. Inyo Los Angeles Standing Committee.

- Mc Cune, B. y Mefford, M. 1999. PC-ORD. Multivariate Análisis of Ecological Data. Version 4.0. MjM Software desing. Glen Beach, Oregon. U.S.A.
- McCune, B. y J.B. Grace. 2002. Analysis of ecological communities. MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon. 300 pp.
- McIntosh, R.P. 1985. The Background of ecology. Cambidge Univerity Press, Cambridge, Great Britain.
- Mueller-Dumbois, D. Y H. Ellemberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, Inc. New York. 376 p.
- Murillo, F.J.A.1974. Ejercicios prácticos de fotogrametría elemental. Centro Interamericano de fotointerpretación. Bogota, Colombia. P 11-20.
- Okland, R.H. 1992. Studies in SE Fennoscandian mires: relevance to ecological theory. J. Veg. Sci., 3: 279-284.
- Palmer, W. M. 1993. Putting things in even better order. The advantages of canonical correspondence analysis. Ecology. 74: 2215-30.
- Palmer, W. M. 2003. Ordination methods for ecologists. <http://www.carex.osuunx.ucc.okstate.edu>.
- Patten, R.S. y J.E. Ellis. 1995. Patterns of species and community distributions related to environmental gradients in a arid tropical ecosystems.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F. 432 pp.
- Sánchez-González, A. y D. Granados-Sánchez. 2003. Ordenación de la vegetación de la Sierra de Catorce a lo largo de gradientes ambientales. TERRA 21: 311-319.
- Sánchez, G. A. 1998. Clasificación y ordenación de la vegetación de la Sierra de Catorce, San Luis Potosí. Tesis de Maestria. UNAM. ENEP Iztacala. México.
- Sánchez-González, A. y L. López-Mata. 2003. Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. Anales del Instituto de Biología (Serie botánica), Universidad Nacional Autónoma de México 74: 47-71.
- SEMARNAT. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. DOF. 2001.
- Shoshany, Kutiel et al, 1994. Remote sensing of vegetation cover along a climatological gradient. Journal of Photograph and remote sensing. 49: 2-10.
- Smilauer, P. 1992. CANODRAW y CANOSPOT.

- Téllez, V.O. 1997. Flora, vegetación y fitogeografía de Nayarit, México. Tesis UNAM. 166 pp.
- Ter Braack, C. J. F. y Smilauer, P. 1998. CANOCO referente manual and User's Guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Correspondence Ordination (version 4). Microcomputer Power Power. Ithaca, N.Y. U.S.A.
- Ter Braack, C. J. F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67:1167-1179.
- Ter Braack, C. J. F. y I. C. Prentice. 1988. A theory of gradient analysis. *Advances in ecological research* 18. 271-313.
- Ter Braack, C. J. F. y Vendonschot, P.F.M. 1995. Canonical Correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology, *Aquatic sciences*. 57 (3): 255-289.
- Terradas, J. 2001. Ecología de la Vegetación, de la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes. Ediciones Omega. Barcelona. 703 pp.
- Velásquez, A. 1994. Multivariate análisis of vegetation of the volcanoes Tláloc and pelado, México. *Journal of Vegetation Science* 5: 263-270.
- Velásquez, A. y A.M. Cleef. 1993. The plant communities of the volcanoes Tláloc and pelado, México. *Phytocoenologia* 22: 145-191.
- Ward, D. y Olsving-Whittaker, L. 1993. Plant species diversity at the junction of two desert biogeographic zones. *Biodiversity letters*. 1: 172-185.
- Wishart, D. 1969. An algorithm for hierarchical classification. *Biometrics* 25: 165-170.
- Whittaker, R.H. 1953. A consideration of climax theory: the climax as a population and pattern. *Ecological monographs*. 23: 41-78.  
- 1970. *Communities and ecosystems*. Ed. Mc Millan. New York. U.S.
- Whittaker, R.H. y Levin. 1977. The role of mosaic phenomena in natural communities. *Theoretical population Biology*. 12: 117-139.
- Whittaker, R.H. y Niering, W.A. 1975. Vegetation of the Santa Catarina Mountains, Arizona. V. Biomass, production, and diversity, along the elevation gradient. *Ecology*, 56: 771-790.
- Zavala, H. J.A. 1986. Introducción al enfoque multivariado en estudios de vegetación. Cuadernos de divulgación 26. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Jalapa, Veracruz, México.
- Zavala-Hurtado, J.A. *et al.* 1996. Vegetation-environment relationship based on a life-forms classification in a semiarid region of tropical Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 44(2): 581-590.

**Apendice 1.**

**Listado florístico del Volcán Sanganguey, Nayarit.**

**Adiantaceae**

*Adiantum patens* Willd.

**Amarantaceae**

*Gomphrena* sp

**Anacardiaceae**

*Rhus schiedeana* Schldl.

*Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze

**Begoniaceae**

*Begonia angustiloba* A. DC.

*Begonia gracilis* Kunth

**Betulaceae**

*Alnus jorullensis* Kunth

**Burseraceae**

*Bursera* sp

*Bursera penicillata* (Sessé & Moc. ex DC.)Engl.

**Caryophyllaceae**

*Arenaria lanuginosa* (Michx.) Rohrb. & Mart

**Commelinaceae**

*Commelina coelestris* Willd.

*Commelina dianthifolia* DC.

*Commelina erecta* L. var. *Angustifolia* (Michx.) Fernald

**Compositae**

*Acourtia dieringeri* L. Cabrera

*Acourtia turbinata* (La Llave) Reveal & R.M. King.

*Ageratina mairetiana* (DC.) R.M. King & H. Rob.

*Ageratina malacolepsis* (Rob, King & H). Rob.

*Ageratum corymbosum* Zucc.

*Alliospermum palmeri* (A. Gray) C.F. Fernandez & Llrb.

*Astranthium orthopodium* (Rob. & Fern.) Larsen  
*Baccharis pteronoides* DC.  
*Bolanosa coulteri* A. Gray  
*Calea integrifolia* DC: Hemsl.  
*Calea scabrifolia* (Hook & Arn.) Hemsl.  
*Calea zacatechichi* Vault  
*Cirsium anartiolepis* Petrak  
*Dahlia cf. Pinnata* Cav  
*Dyssodia tagetiflora* Lag.  
*Eupatorium cf. aranense* H.B.K.  
*Eupatorium glaberrimum* DC.  
*Eupatorium cf. pazcuarensis* H.B.K.  
*Gnapalium* sp  
*Guardiola mexicana* Humb. & Bonpl. var *mexicana*  
*Lagascea heliantifolia* Kunth  
*Lagascea rubra* H.B.K.  
*Lasianthaea ceanotifolia* Willd., K. Becker  
*Melampodium divaricatum* (Rich.) DC.  
*Oxipappus scaber* Benth.  
*Roldana* sp  
*Runfortia floribunda* DC. var. *floribunda*  
*Senecio* sp  
*Stevia glandulosa* Hook & Arn.  
*Stevia micradenia* Rob.  
*Stevia myricoides* McVaugh  
*Stevia cf. ovata* Willd.  
*Stevia subpubescens* Lag.  
*Tagetes* sp  
*Trixis angustifolia* D.C.  
*Verbesina angustifolia* (Benth.) Blake  
*Verbesina langlassei* B.L. Rob.  
*Verbesina parviflora* (H.B.K.) Blake  
*Vernonanthura latrioides* (DC.) H. Rob.  
*Viguiera ensifolia* (Sch. Bip.) Blake  
*Viguiera buddlesiiformis* (DC.) Hemsl.  
*Viguiera pringlei* Rob. & greenm.

### **Convolvulaceae**

*Evolvulus alsinoides* L.  
*Ipomoea* sp

### **Cornaceae**

*Cornus* sp

### **Crassulaceae**

*Peperomia* sp

**Cyperaceae**

*Cyperus hermaphroditus* (Jacq.) Standley  
*Cyperus spectabilis* Link.

**Ericaceae**

*Arbutus xalapensis* Kunth  
*Arctostaphylos pungens* Kunth

**Euphorbiaceae**

*Acalypha* sp  
*Euphorbia graminea* Jacq.  
*Euphorbia strigosa* Hemsley  
*Phyllanthus coalcomanensis* Croizat

**Fagaceae**

*Quercus aristata* Hook. & Arn  
*Quercus candicans* Neé  
*Quercus castanea* Neé  
*Quercus convallata* Trel.  
*Quercus crassipes* Humb. & Bonpl.  
*Quercus deserticola* Trel.  
*Quercus gentryi* C.H. Muller  
*Quercus glaucoides* Mart. & Gal.  
*Quercus laeta* Liebm.  
*Quercus magnolifolia* Neé  
*Quercus obtusata* Humb. & Bonpl.  
*Quercus peduncularis* Neé  
*Quercus praeco* Trel.  
*Quercus rugosa* Neé  
*Quercus salicifolia* Neé  
*Quercus urbanii* Trel.

**Geraniaceae**

*Geranium crenatifolium*  
*Geranium deltoideum* Rydb.  
*Geranium* sp

**Gesneriaceae**

*Achimenes antirrhina* (DC.) C. Morton

**Gramineae**

*Colamagrostis orizabensis* (Ruprech.) Stend.

*Muhlenbergia robusta* (Fourn.) Hitchc.

#### **Lamiaceae**

*Hyptis albida* Kunth

*Hyptis cf. oblongifolia* Benth.

*Hyptis rhytidea* Benth.

*Salvia elegans* Vahl

*Salvia mexicana* L.

*Salvia thyrsoiflora* Benth.

*Salvia* sp

#### **Leguminosae**

*Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze var. *angustissima*

*Aeschynomene petraea* Robinson var. *madrensis* Rudd

*Brongniartia* sp.

*Calliandra palmeri* S. Watson

*Crotalaria sagittalis* L.

*Desmodium cinereum* (Kunth) DC.

*Desmodium madrense* Hemsley

*Desmodium sumichrastii* (Schindl.) Standl.

*Erythrina* sp.

*Eysendhardtia polystachya* (Ort.) Sarg.

*Leucaena lanceolata* S. Watson

*Lupinus elegans* Kunth

*Marina scopa* Barneby

*Mimosa* sp.

*Mimosa syciocarpa* Robinson

*Phaseolus coccineus* L.

*Tephrosia tepicana* (Stadl) Standl

*Teramnus labiales* (L.F.) Spreng.

#### **Loranthaceae**

*Phoradendron* sp.

#### **Lythraceae**

*Cuphea hookeriana* Walp.

*Cuphea lobophora* Koehne var. *lobophora*

*Cuphea llavea* Lex

*Cuphea* sp.

#### **Liliaceae**

*Bessera elegans* Schult. f.

**Malpighiaceae**

*Gaudichaudia* sp.

**Moraceae**

*Ficus petiolaris* H.B.K.

**Oleaceae**

*Schoeptsia schreberi* Gmel.

**Onagraceae**

*Lopezia lopezioides* Plitm. Raven & Bredlove

*Lopezia racemosa* Cav.

*Lopezia semeiandra* Plitm, Raven & Bredlove

**Orchidaceae**

*Encyclia adenocaula* Llave & Schltr.

*Maxalis fastigiata* (Reich. F) O. Kuntze

**Papaveraceae**

*Boconia arborea* S. Watson

**Pinaceae**

*Pinus devoniana* Lindl.

**Polemoniaceae**

*Loeselia mexicana* (Lam.) Brandege

**Polygalaceae**

*Polygala* sp.

**Polypodiaceae**

*Polypodium* cf. *furfuraceum* Schl. & Cham.

*Polypodium rhodopleuron* Kunze

*Polypodium sanctae-rosae* (Maxon) C. Chr.

*Pteridium feei* (Schaffner ex Fée) Faull

**Rhamnaceae**

*Karwinskia latifolia* Standley

**Rubiaceae**

*Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schldl.  
*Bouvardia* sp.  
*Galium mexicanum* Kunth

**Scrophulariaceae**

*Castilleja arvensis* Schldl. & Cham.  
*Castilleja lithospermoides* Kunth  
*Lamourouxia multifida* Kunth

**SMILACEAE**

*Smilax moranensis* M. Martens & Galeoti

**Solanaceae**

*Physalis* sp.  
*Solanum* sp.

**Styraceae**

*Styrax argenteus* Presl var. *argenteus*  
*Styrax ramirezii* Greenm.

**Valerianaceae**

*Valeriana* sp.

**Verbenaceae**

*Lantana camara* L.  
*Lantana hispida* Kunth  
*Lippia pringlei* Briq.  
*Lippia umbellata* Cav.  
*Priva lappulaceae* (L.) Pers.

**Umbelliferae**

*Prionosciadium thapsoides* (DC.) Mathias

**Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit**

**Apendice 2.**

Cuadro 14. Especies con mayor Valor de Importancia Relativa (VIR), presentes en el Volcán Sanganguey, Nayarit.  
Solo se presentan las especies con mayor VIR de cada sitio de muestreo.

Especie	Valor de Importancia Relativa %																			
	1500	1500	1500	1500	1600	1500	1700	1600	1800	1900	1800	1500	1700	1500	1800	2200	2200	2000	1500	1700
Sitio de muestreo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Acacia pennatula</i>	--	--	2.22	--	--	--	--	2.61	--	--	--	13.13	--	2.89	--	--	--	--	--	--
<i>Alliospermum palmeri</i>	14.31	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Alnus jorullensis</i>	--	--	--	--	--	--	18.18	--	74.23	--	20.62	--	--	--	--	37.93	28.94	--	--	--
<i>Arbutus xalapensis</i>	--	2.55	1.11	--	1.67	1.28	--	--	--	2.56	2.54	--	--	--	--	4.91	--	10.13	--	--
<i>Arctostaphylos pungens</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4.24
<i>Bursera sp</i>	4.98	--	--	--	0.83	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Calea scabrifolia</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5.01	--	6.67	--	--
<i>Desmodium sumichastii</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	7.7	--	--	--
<i>Desmodium cinereum</i>	--	--	--	2.9	2.03	--	--	--	--	6.17	--	--	7.96	1.52	10.02	--	--	--	--	--
<i>Eupatorium glaberrimum</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	7.59	--
<i>Eysenhartia polystachya</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	14.88	15.68	--	--	--	--	--
<i>Hyptis albida</i>	14.14	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3.65	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Hyptis oblongifolia</i>	--	--	--	--	--	--	5.08	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Hyptis rhytidea</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	15.23	--	1.13	--	--	--	--	--	--	5.58
<i>Lantana hispida</i>	--	--	--	--	8.75	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Lascianthaea ceanothifolia</i>	--	--	--	6.54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Lippia umbellata</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	7.33	--	0.76	5.01	--	--	--	--	--
<i>Mimosa syciocarpa</i>	--	--	5.21	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Pinus devoniana</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	53.92	--	--	--	--	--	--	8.93	15.99
<i>Quercus aristata</i>	59.56	--	--	--	--	91.15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	49.49	56.05
<i>Quercus candicans</i>	--	--	62.34	--	--	--	--	--	15.72	--	--	--	--	--	--	--	--	40.66	--	--
<i>Quercus castanea</i>	--	--	--	--	18.54	--	--	--	--	52.83	--	--	--	2.55	--	--	--	--	--	--
<i>Quercus convallata</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	34.56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Quercus crassipes</i>	--	--	--	--	--	--	--	32.96	--	--	--	--	21.33	2.55	32.48	--	--	--	--	--
<i>Quercus deserticola</i>	--	--	27.07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Distribución Espacial de las Asociaciones Vegetales del Volcán Sanganguey, Nayarit**

		Valor de Importancia Relativa %																			
Altitud (msnm)		1500	1500	1500	1500	1600	1500	1700	1600	1800	1900	1800	1500	1700	1500	1800	2200	2200	2000	1500	1700
Sitio de muestreo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Especie																					
<i>Quercus glaucooides</i>		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	30.2	18.11
<i>Quercus laeta</i>		--	80.58	--	2.48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Quercus magnoliifolia</i>		--	--	--	31.89	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Quercus obtusata</i>		--	--	--	--	--	--	--	47.7	--	--	--	16.07	68.42	65.68	--	--	20.52	34.16	--	--
<i>Quercus peduncularis</i>		--	--	--	17.49	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Quercus praeco</i>		--	--	--	--	67.31	--	73.79	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Quercus rugosa</i>		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	36.78	45.36	10.09	--	--	--
<i>Quercus salicifolia</i>		--	--	--	35.03	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	26.94	--	--	--
<i>Quercus urbanii</i>		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	60.51	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Salvia mexicana</i>		--	16.85	2.03	--	--	0.87	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Stevia myricoides</i>		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5.87	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>Stevia subpubescens</i>		--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	1.67	5.78	8.35	--	--
<i>Toxicodendron radicans</i>		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	6.08	--	--	--	--	--	--
<i>Verbesina angustifolia</i>		--	--	--	--	--	--	1.45	13.37	4.01	3.85	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--