

## **Informe final\* del Proyecto L015 Inventario forestal en bosques dominados por encino (Quercus Fagaceae) en la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México: Descripción de los patrones de respuesta al medio físico y biológico**

<b>Responsable:</b>	M en C. Miguel Olvera Vargas
<b>Institución:</b>	Universidad de Guadalajara Centro Universitario de la Costa Sur Departamento de Ecología y Recursos Naturales
<b>Dirección:</b>	Av Independencia Nacional # 151, Autlán de Navarro, Jal, 48900 , México Apartado Postal 108, Autlán de Navarro, Jal, 48900 , México
<b>Correo electrónico:</b>	<a href="mailto:molvera@fisher.autlan.udg.mx">molvera@fisher.autlan.udg.mx</a>
<b>Teléfono/Fax:</b>	91(338)1 1425, 91(338)1 1165 Fax: 91(338)1 0385
<b>Fecha de inicio:</b>	Septiembre 30, 1997
<b>Fecha de término:</b>	Marzo 2, 2000
<b>Principales resultados:</b>	Informe final, Hoja de cálculo
<b>Forma de citar** el informe final y otros resultados:</b>	Olvera Vargas, M. y B. L. Figueroa Rancel. 2000. Inventario forestal en bosques dominados por encino (Quercus Fagaceae) en la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México: Descripción de los patrones de respuesta al medio físico y biológico. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa Sur. <b>Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. L015.</b> México D. F.
<b>Forma de citar hoja de cálculo</b>	Olvera Vargas, M. y B. L. Figueroa Rancel. 2000. Inventario forestal en bosques dominados por encino (Quercus Fagaceae) en la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México: Descripción de los patrones de respuesta al medio físico y biológico. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa Sur. <b>Hoja de cálculo SNIB-CONABIO proyecto No. L015.</b> México D. F.

### **Resumen:**

El presente proyecto tiene como principal objetivo continuar con la implementación del proyecto "Silvicultura de encinos (Quercus spp. FAGACEAE) en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán", a través del fortalecimiento de la línea de investigación "Establecimiento de sitios permanentes de investigación en rodales puros y mixtos de encino" en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM). Para el desarrollo del proyecto se contempla la remediación y mantenimiento de sitios permanentes ya existentes y el establecimiento de nuevos sitios permanentes de investigación silvícola en los encinares del área de estudio. Hasta el momento se han establecido 60 sitios permanentes circulares de 500 m<sup>2</sup> (0.05 ha) de donde se ha derivado información básica, que ha sido capturada en una hoja de cálculo, tanto de características relacionadas al medio físico (características de sitio fundamentalmente, e.g. altitud, pendiente, apertura del dosel, topografía, exposición, fisiografía, etc) así como características de la vegetación (estructura, composición de especies, etc). Para el desarrollo del proyecto se contempla el uso de fotografías aéreas escala 1:30,000 (1993), la imagen de satélite LANDSAT (TM) 1993 y el mapa de vegetación sobre los cuales se realizará una rodalización de la superficie forestal tomando como referencia los diferentes tipos de vegetación, así como diferencias fisiográficas. Dentro de cada tipo de vegetación identificada con presencia de encinares se aplicará un muestreo sistemático con reemplazamiento parcial (Husch et al., 1982); Van Deusen, 1989), esto nos permitirá remedir parte de los sitios previamente establecidos, así como establecer nuevos sitios en otras áreas. Como resultados esperados se contempla, en un primer plano, contar con un sistema de sitios permanentes de muestreo los cuales aporten información ecológico-silvícola en forma continua con el fin de describir y evaluar la dinámica de desarrollo de los encinares bajo estudio, tal como estructuras presentes, composición de especies, tasas de crecimiento, tasas de mortalidad, estado de regeneración. En un segundo término, se espera formular una propuesta de un Plan de Manejo Forestal en el cual se establezcan los principios ecológico-silvícolas que rigen el desarrollo de las principales especies de encino actualmente bajo aprovechamiento, con el fin de implementar un esquema de manejo forestal sustentable.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

Inventario Forestal en Bosques Mixtos de Encino  
en Cerro Grande, Sierra de Manantlán, Jalisco



Miguel Olvera Vargas  
Blanca Lorena Figueroa Rangel



# **UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

*Centro Universitario de la Costa Sur*

Departamento de Ecología y Recursos Naturales  
Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la  
Biodiversidad

## **Plan de Manejo Forestal para Bosques Dominados por Encino (Quercus, FAGACEAE) en la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México:**

### ***Descripción de los Patrones de Respuesta al Medio Físico y Biológico<sup>1</sup>***

Miguel Olvera Vargas, Blanca Lorena Figueroa Rangel  
Apartado Postal # 108 C.P. 48900  
Autlán de Navarro, Jalisco  
MÉXICO  
Correo electrónico: molvera@cucsur.udg.mx

Autlán de Navarro, Jalisco  
Septiembre de 1999

<sup>1</sup> El presente Plan de Manejo es resultado del proyecto de investigación titulado "Inventario Forestal en Bosques Dominados por Encino (Quercus FAGACEAE) en la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima México: *Descripción de los patrones de respuesta al medio físico y biológico*". Financiado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) bajo el convenio número FB449/L015/97.

## CONTENIDO

Introducción	1
Origen del proyecto	2
Objetivos	3
General	3
Particulares	3
Metodología	4
Localización geográfica del área de estudio	4
Clima	6
Topografía	8
Suelos	8
Hidrología	9
Vegetación	9
Situación Especial:RBSM	10
Antecedentes de la actividad forestal	10
Muestreo de Campo	11
Método de muestreo	11
Forma y tamaño de los sitios	12
Captura y análisis de datos	14
Captura	14
Análisis Multivariado	14
Estimación de variables	15
Resultados	16
Las asociaciones de encino en Cerro Grande	16
Comunidad 1	19
Comunidad 2	23
Comunidad 3	31
Comunidad 4	33
Distribución diamétrica de las comunidades	36
Discusión	43
Los factores físicos y biológicos de las comunidades	43
El estado de la Regeneración	46

Alternativas de Manejo de las comunidades	47
Comunidad 1	48
Comunidad 2 y 4	50
Comunidad 3	51
Agradecimientos	52
Literatura citada	53
Apéndices	62

## Introducción

Se estima que existen alrededor de 450 especies de encino en todo el mundo y, aparentemente las porciones central y sur de México son el centro de diversidad de este género (Zavala 1990); sobre estas regiones se han localizado entre 150 y 200 especies (Nixon, 1993), de las cuales aproximadamente 86 especies son endémicas. Los bosques de encino cubren el 11% del territorio Nacional y representan el tercer ecosistema más importante en extensión (Flores y Geréz, 1988). En el estado de Jalisco se han registrado 42 especies de encinos (González-Villarreal, 1986), de este número, 33 especies se localizan en la Sierra de Manantlán, siendo además el género que cuenta con el mayor número de especies forestales en el área (Vázquez-García *et al.*, 1995). Los encinos o robles (*Quercus* spp.) son un grupo botánico bastante diverso (Flores y Geréz, 1988; Nixon, 1993; González, 1995; Marroquín, 1995; Zavala y García, 1996) y se les encuentra creciendo sobre un amplio espectro de condiciones físicas y biológicas, aparte de exhibir muy variadas formas de crecimiento las cuales pueden ir desde pequeños arbustos, como es el caso de *Quercus depressipes* y *Q. microphylla* (González-Villarreal, 1986) localizados sobre hábitats xerófilos, hasta árboles de grandes portes localizados sobre hábitats húmedos como el caso de *Quercus candicans*, *Q. laurina* y *Q. insignis*. En México históricamente, los encinares han sido objeto de poca atención silvícola, pese a la diversidad biológica que representa el género. Sin embargo es necesario mencionar que desde el punto de vista taxonómico y de su rango de distribución se han publicado excelentes tratados sobre los encinares mexicanos (por ejemplo: McVaugh, 1974; Rzedowski, 1978; Martínez, 1981; Marroquín, 1995; González-Villareal, 1986; Zavala, 1990) los cuales destacan la importancia que representa este género, no sólo como materia prima para la industria forestal, sino que además resaltan la importancia cultural que ha tenido este género a través del desarrollo de las civilizaciones. Cabe señalar además los trabajos sobre aspectos ecológicos realizados por

González-Espinosa y colaboradores (González-Espinosa *et al.*, 1991; Quintana-Ascencio *et al.*, 1992; Ramírez-Marcial *et al.*, 1992; Quintana-Ascencio y González-Espinosa, 1993 y Ramírez-Marcial *et al.*, 1996) en bosques de encino del Sureste Mexicano. Probablemente la escasa atención hacia los encinares se debe a que éstas compiten en el mercado con otras especies que tienen mayor demanda maderable, como es el caso de los pinos, los cuales a su vez son de relativamente más fácil manejo y de los que existe mayor desarrollo tecnológico para su industrialización.

### **Origen del proyecto**

El presente proyecto se inició en 1988 mediante el financiamiento otorgado por la Universidad de Guadalajara bajo el título "*Silvicultura de Encinos en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán*" el cual fue diseñado para realizarse a través de cuatro líneas de investigación: **a) Establecimiento de sitios permanentes de investigación silvícola**, **b) Determinación de los factores físicos y biológicos que influyen en el establecimiento de la regeneración de encinos**, **c) Evaluación del efecto de las quemadas controladas sobre el establecimiento y desarrollo de la regeneración** y **d) Diseño de modelos de crecimiento para rodales puros y mixtos de encino**. El proyecto, desde entonces, ha tenido como meta generar alternativas de manejo forestal para los encinares del área de estudio y se inició a través del levantamiento de 70 sitios temporales de muestreo de dimensiones variables (FAB 10) con el fin de realizar un diagnóstico preliminar sobre el estado silvícola en que se encontraban estos ecosistemas forestales en cuanto a tamaños diamétricos, condición estructural, composición de especies y estado de la regeneración. Posteriormente, ante la necesidad de contar con información más detallada para formular alternativas de manejo más confiables, se continuó en 1991 con el inventario forestal a través del establecimiento de 32

sitios permanentes circulares de 500 m<sup>2</sup> cada uno; estos se establecieron sobre rodales monoespecíficos de *Quercus crassipes*, así como en rodales de *Quercus castanea* mezclados con otras especies latifoliadas, principalmente especies típicas de Bosque Mesófilo de Montaña. En 1994 se establecieron 28 sitios permanentes adicionales principalmente en rodales dominados por *Q. candicans*, *Q. rugosa* y *Q. Laurina*; durante esta etapa se remidieron los 32 sitios establecidos en 1991. En un último inventario forestal realizado en 1999 se establecieron 45 nuevos sitios permanentes y se remidieron los 60 sitios ya establecidos, de tal manera que actualmente y, bajo este esquema de muestreo, se cuenta con un sistema de 105 sitios permanentes de los cuales se ha generado una base de datos de aproximadamente 10,000 campos dividida en cuatro grupos de datos: renuevos, plántulas, adultos y características de sitio. Cada una de estas categorías incluye las variables reportadas en el Apéndice 1.

## Objetivos

### General

Generar conocimiento ecológico y silvícola de bosques puros y mixtos de encino (*Quercus* spp. FAGACEAE) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) a través de la descripción de los patrones de respuesta de la vegetación (estructura, regeneración, crecimiento y mortalidad) a su entorno físico y biológico.

### Particulares

Establecer un Sistema de Sitios Permanentes de Investigación Silvícola con el fin de generar información básica y continua sobre bosques puros y mixtos de encino, así como de fortalecer la base de datos existente sobre los encinares de Cerro Grande en la RBSM.

Realizar un inventario forestal en bosques puros y mixtos de encino con el fin de describir la variación espacial y temporal de la vegetación con relación a su entorno físico (exposición, pendiente, topografía, etc.) y biológico (estructura, composición y diversidad de especies en el rodal).

Determinar la composición florística de los encinares del área de estudio con el fin de conocer las especies asociadas a la presencia de encinos y determinar cuáles de ellas son más susceptibles de aprovechamiento forestal comercial con base en criterios silvícolas.

Proponer alternativas de manejo silvícola basados en un esquema de sustentabilidad haciendo particular énfasis sobre las especies que actualmente se encuentran bajo algún tipo de aprovechamiento forestal en el área de estudio.

## **Metodología**

### *Localización geográfica del área*

Cerro Grande se localiza entre los paralelos 19° 24' 32" y 19° 31' 02" de Latitud Norte y los meridianos 103° 57' 44" y 104° 01' 09" de Longitud Oeste entre los límites de los estados de Jalisco y Colima, aproximadamente a 50 km. al Este del Océano Pacífico (Fig. 1). Cerro Grande es un domo calcáreo cuya dirección predominante va de NW a SE con una longitud de 36 km. en su porción más larga y de 10 km. en su porción más ancha (Lazcano, 1988); constituye una superficie aproximada de 450 km<sup>2</sup> con un complejo paisaje integrado por lomeríos y depresiones kársticas localmente conocidas como pozos o dolinas. Es posible que a constitución calcárea de sus suelos así como los procesos naturales de

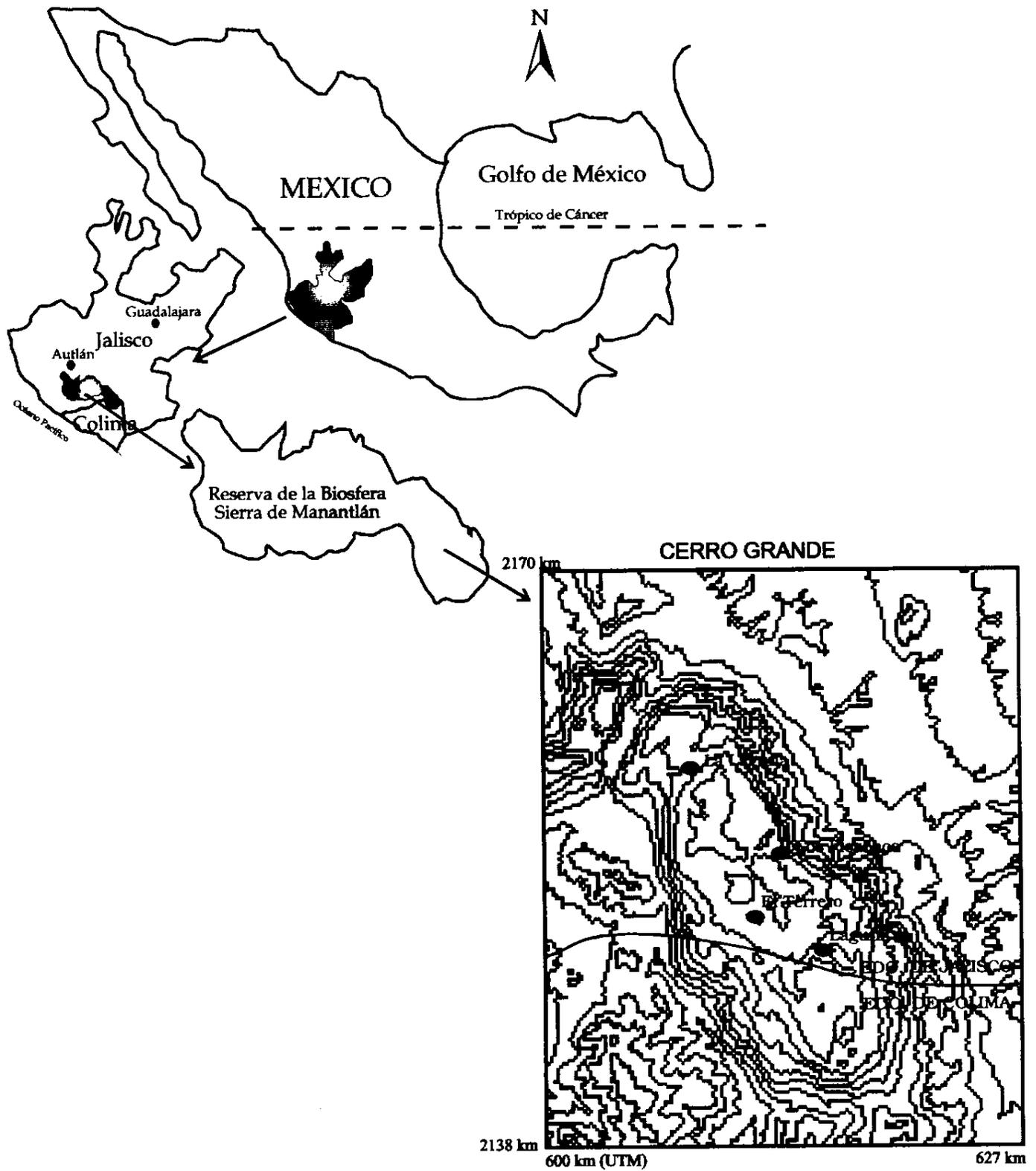


Fig. 1 Mapa de Cerro Grande, Reserva de la Biosfera, Sierra de Manantlán

intemperización, tanto hídrica como eólica, sean los principales factores de la formación de un gran número de depresiones de diferente tamaño y profundidad como es el caso de "Pozo Blanco" y "La Escondida" son de 40 y 100 metros respectivamente. El rango altitudinal va de los 1100 m (cuya cota corresponde a la parte baja de la meseta y tomando como referencia el núcleo de población de El ejido Toxín), a los 2560 m en la parte alta de la meseta (cota localizada en varios parajes como "La Antena", "Las Pilitas" y "Loma de la Coalcomeca"). Sin embargo, el rango altitudinal donde se llevó a cabo el presente estudio fue de los 2000 a los 2450 metros de altitud sobre el nivel medio del mar. Cerro Grande está ubicado al Sureste de la RBSM (Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán), y políticamente pertenece al municipio de Tolimán, en el estado de Jalisco y al municipio de Minatitlán, en el estado de Colima, sin embargo, la mayoría de las actividades comerciales y la disponibilidad de servicios se llevan a cabo en el municipio de Villa de Alvarez, Minatitlán o en la ciudad de Colima, por ser éstos los núcleos de población cercanos más importantes y en ocasiones mejor comunicados a lo largo del año.

### *Clima*

El clima en el área de estudio de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (1987) es del tipo Ca(W2)(w)(e)g, el cual corresponde a un clima templado subhúmedo con verano cálido con una temperatura media anual que varía entre los 12 y 18°C. La temperatura del mes más frío oscila entre los -3 y 18°C y la temperatura del mes más cálido es superior a los 22°C. Este tipo de clima es el más húmedo de los subhúmedos, con una relación P/T > 55.0 (Martínez *et al.*, 1992). A lo largo del año se presenta una estación seca y una estación lluviosa bien definidas (Fig. 2), la precipitación pluvial anual es de aproximadamente 1650 mm, según datos de la Estación Meteorológica localizada en el Ejido El Terrero; la mayor parte de la precipitación ocurre entre los meses de

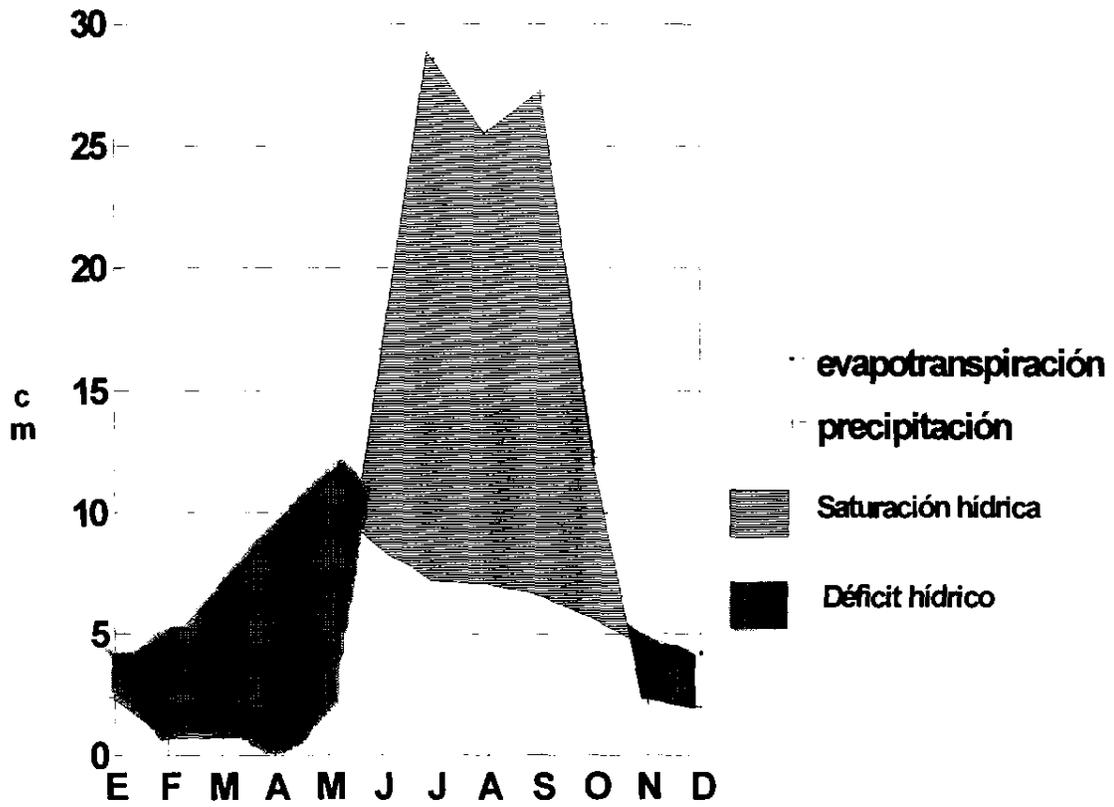


Fig. 2. Climograma de la meseta de Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

julio a septiembre, sin embargo, la estación lluviosa, ocasionalmente se extiende hasta octubre y suelen presentarse algunos chubascos durante el invierno. Eventualmente se presentan granizadas durante el "pico" de la estación lluviosa y se presentan esporádicamente fuertes heladas. La presencia de ciclones se da en promedio cada 2 años, cuando estos eventos se presentan generalmente siguen una dirección Oeste-Noroeste, con vientos que llegan alcanzar velocidades de hasta 180 km/hr y ocurren con mayor frecuencia entre la segunda quincena de mayo y la primera quincena de noviembre (Coplade, 1991).

### *Topografía*

Cerro Grande, como muchas otras regiones del país, posee una topografía bastante irregular; en algunos parajes se observan pendientes muy pronunciadas de más de 90% de inclinación. Sin embargo, también existen terrenos con pendientes suaves a ligeramente planas en la parte alta de la meseta, algunos de estos sitios planos han sido repetidamente utilizados para la siembra de cultivos agrícolas o para el pastoreo de animales domésticos.

### *Suelos*

Hasta el momento no se han realizado estudios detallados para determinar las propiedades físicas y biológicas de los suelos en el área de estudio. De acuerdo a cartas edafológicas elaboradas por INEGI, en la parte alta de la meseta predominan suelos Andosoles Ócrico, los cuales se forman a partir de materiales ricos en vidrio volcánico. También existen en menor proporción Litosoles, Luvisoles Crómico y Rendzinas. Estos suelos son bastante susceptibles a erosionarse ya que son someros y en ocasiones presentan alta pedregosidad principalmente sobre las laderas de la meseta.

## Hidrología

La red fluvial de Cerro Grande está formada por un conjunto de corrientes recogidas por el río Armería, perteneciente a la cuenca hidrológica del mismo nombre la cual desemboca en el Océano Pacífico (Lazcano, 1988). Sin embargo, en la parte alta de la meseta de Cerro Grande no existen cuerpos ni corrientes de agua permanentes o temporales debido a que el agua que se precipita durante la temporada lluviosa rápidamente se infiltra al subsuelo.

## Vegetación

De acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978) en el área de estudio se encuentran básicamente seis tipos de vegetación, éstos son: Bosque de Encino, Bosque de Pino, Bosque de Pino-Encino, Bosque de Oyamel, Bosque Mesófilo de Montaña, y Vegetación Secundaria. Las principales especies arbóreas son *Pinus leiophylla* Schlecht. & Cham., *Pinus montezumae* Lamb., *Pinus pseudostrobus* Lindl., *Abies religiosa* (H.B.K.) Schlecht. & Cham., *Abies religiosa* var. *emarginata* Loock et Martínez ex Martínez, *Quercus candicans* Neé, *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl., *Quercus castanea* Neé, *Quercus rugosa* Neé, *Quercus laurina* Humb. & Bonpl. Existen además otras especies latifoliadas de importancia como *Ternstroemia lineata* DC. subsp. *lineata*, *Arbutus xalapensis* H.B.K., *Fraxinus uhdei* (Wenzig) Lingelsh, *Oreopanax xalapensis* (H.B.K.) Decne & Planch, *Garrya laurifolia* Hartweg ex Benth, *Prunus serotina* Ehrh subsp. *capuli*, *Symplocos citrea* Lex. y *Styrax ramirezii* Greenm. La vegetación arbustiva está representada por especies como: *Holodiscus argenteus* (L.f.) Maxim., *Meliosma dentata* (Liebm.) Urban, *Salix paradoxa* H.B.K., *Senecio albonervius* Greenm., *Senecio angulifolius* DC. y *Senecio barba-johannis* DC. (Vázquez-García et al., 1995). Sobre estos tipos de vegetación se han llevado a cabo algunos estudios de análisis estructurales, composición de especies, crecimiento, sucesión forestal y sobre el

tipo de uso y aprovechamiento de productos forestales no maderables (Olvera y Moreno, 1992; Jardel, 1992; Muñoz, 1992; Santiago, 1992; Moreno *et al.*, 1995; Figueroa-Rangel, 1995; Jardel, 1995; Benz *et al.*, 1996; Olvera *et al.*, 1997; Olvera y Figueroa, 1998).

#### *Situación especial: RBSM*

Según la zonificación actual de la RBSM, Cerro Grande cuenta con una de las tres zonas núcleo identificadas en la RBSM y se denomina *Zona Núcleo de Cerro Grande*, cuya extensión aproximada es de 3 993-50-00 ha (Jardel, 1992). La superficie de esta zona núcleo corresponde a terrenos propiedad del ejido Toxín y a terrenos propiedad del ejido El Terrero, por lo que las actividades de manejo sobre esta área deberán ajustarse a los lineamientos que la ley establece para áreas protegidas.

#### *Antecedentes de la actividad forestal en el área*

Al igual que en muchas otras regiones forestales del país, Cerro Grande ha resultado particularmente influenciado por el desarrollo de actividades humanas realizadas desde mucho antes de la colonización española en México; esto lo evidencian algunos hallazgos de restos de utensilios prehispánicos como vasijas y puntas de lanza encontradas en el área de estudio. Posiblemente estas sociedades humanas utilizaban los recursos de los ecosistemas forestales del área como medios de subsistencia. En la actualidad prácticamente toda la meseta de Cerro Grande ha sido objeto de extracciones forestales continuas ya sean planificadas (mediante un programa de manejo) o a través de cortas clandestinas. Estas actividades de aprovechamiento forestal se han llevado a cabo por lo menos durante los últimos 100 años (Jardel, 1996). Parte de la superficie que

corresponde a la propiedad del ejido El Terrero, es destinada a la producción forestal maderable y, aparentemente la aplicación de cortas intensas frecuentes, aunado a incendios forestales y el pastoreo excesivo han sido los principales factores determinantes para que en la actualidad, existan sitios bastante degradados, altamente fragmentados y con una superficie forestal muy irregular en cuanto a extensión, estructuras diamétricas, composición de especies y calidad del arbolado, lo que sin duda ha modificado la vegetación original de esta área, así como la dinámica del paisaje que se observa en esta área.

## **Muestreo de campo**

### *Método de muestreo*

Con el propósito de incluir durante el muestreo a todo el rango de asociaciones forestales y de fisiografía existentes en el área de estudio, se realizaron recorridos de campo con el apoyo de algunos pobladores de los ejidos El Terrero y Toxín, con el fin de identificar, a un primer nivel de aproximación, diferencias apreciables en cuanto a composición de especies, estructuras, estado de desarrollo o condiciones de sitio (e.g. exposición, pendientes, topografía, etc.). Posteriormente con el apoyo de fotografías aéreas blanco y negro escala 1:30 000 (1993), una imagen de satélite LANDSAT TM (1993) y cartografía del INEGI (1988), se identificaron las áreas forestales con presencia de encinos, ya sea dominando el rodal en abundancia o dominando el dosel. Sobre esta superficie se realizó una estratificación de la vegetación tomando como primer factor la presencia de al menos una especie de encino, y como segundo factor las características físicas del terreno como topografía, pendiente y exposición. El muestreo realizado dentro de cada estrato identificado fue aleatorio a través del establecimiento de sitios circulares permanentes; dentro de cada sitio de muestreo se registró información

tanto de la vegetación, como del sitio siguiendo para ello la metodología propuesta por Olvera et al.,(1996)(Apéndice 1). El inventario se realizó a través de un esquema de muestreo con reemplazamiento parcial (Husch *et al.*, 1982; Van Deusen, 1989). Esto nos permite realizar un muestreo continuo de la vegetación en donde se incrementa el número de unidades muestrales (sitios permanentes), al mismo tiempo que se remide un porcentaje de sitios permanentes previamente establecidos. Bajo el anterior esquema de muestreo, hasta el momento se han establecido 105 sitios permanentes circulares (1991  $n = 32$ ; 1994  $n = 28$  y 1998  $n = 45$ ;  $n$  total = 105). Dicho tamaño de muestra sobrepasa el óptimo ( $n = 60$  sitios) en un esquema de muestreo con reemplazo a un 95% de confiabilidad usando la varianza natural del promedio de árboles por hectárea (Figueroa-Rangel y Olvera-Vargas, en preparación).

#### *Forma y tamaño de los sitios*

Como ya se mencionó, las unidades de muestreo fueron sitios circulares de 500 m<sup>2</sup> (0.05 ha); la decisión de establecer sitios circulares y no cualquier otra forma geométrica se debió a que dicha figura tiene menor efecto de borde, pues para una misma superficie, un círculo tiene menor perímetro que un rectángulo o que un cuadrado, lo cual minimiza la incertidumbre sobre la decisión de incluir los árboles que se encuentran en los límites del sitio. Bajo estas condiciones, para el arbolado adulto se establecieron tres sitios permanentes circulares a una distancia de 100 a 150 m entre cada uno de ellos y tratando de representar un triángulo (Fig. 3). Se trató de que cada grupo de tres círculos fuesen establecidos sobre características similares tanto de vegetación como de fisiografía, con el fin de tratar de contar con repeticiones de las unidades de muestreo. Para las plántulas se estableció otro sitio circular de 50 m<sup>2</sup> ubicado al centro de cada sitio de 500 m<sup>2</sup>. Para los renuevos se establecieron ocho cuadros de 1 m<sup>2</sup> cada uno, cuatro de los

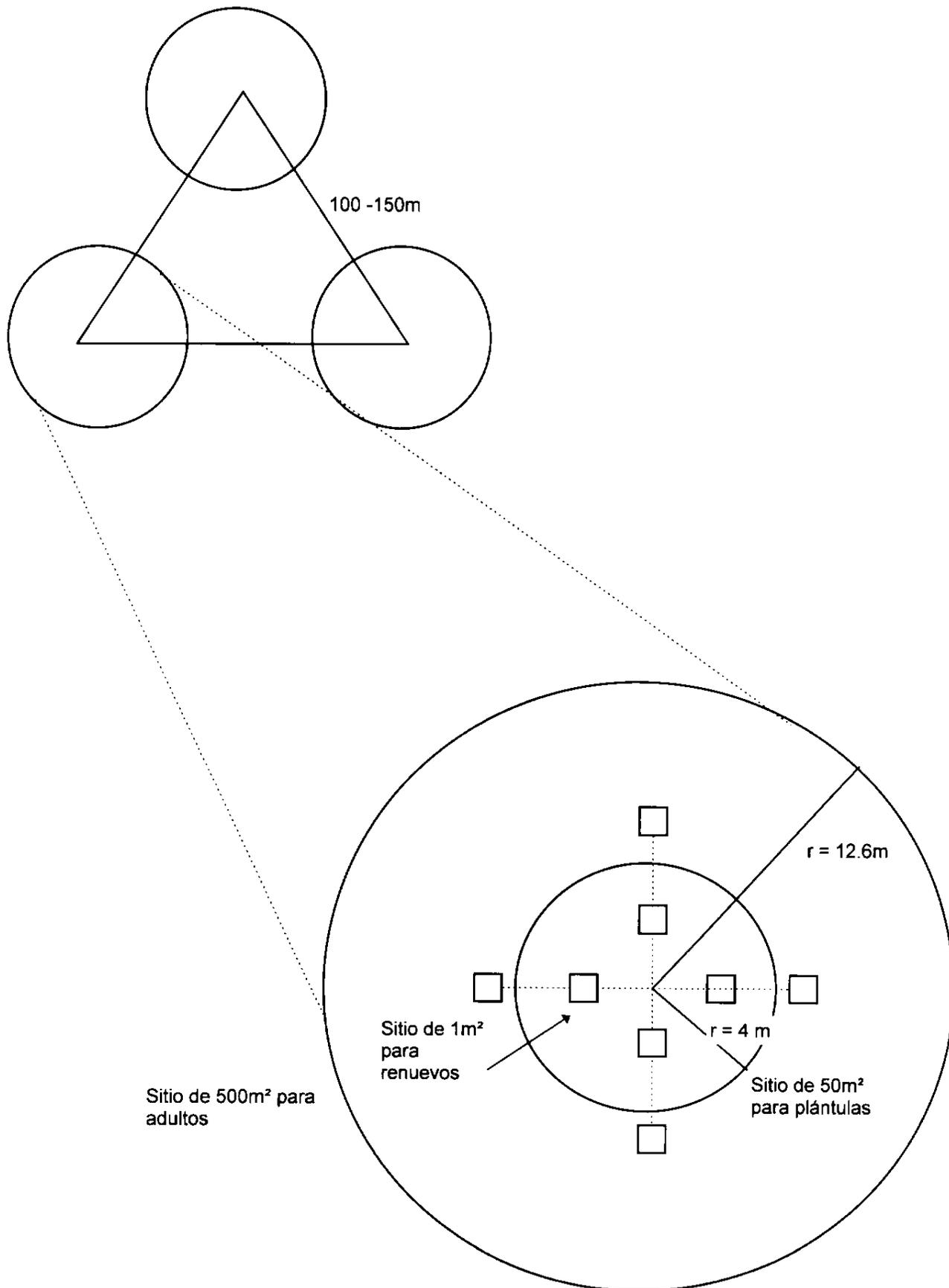


Fig. 3. Sitio circular permanente utilizado en el Inventario Forestal de Bosques Mixtos de Encino en Cerro Grande, Sierra de Manantlán, Jalisco.

cuales se ubicaron siguiendo la pendiente y cuatro perpendiculares a la misma (Fig. 3). Cada sitio permanente fue monumentado con una estaca de madera de 1.30 m de alto y pintada de color naranja ubicada en el centro; ésta tiene grabado sobre una etiqueta de aluminio información sobre el número del sitio y la fecha de su establecimiento. Para localizar posteriormente el centro de cada sitio (en caso de que, por alguna razón, la estaca sea removida de su lugar) se registró la distancia y el azimut de por lo menos cuatro árboles cercanos a la estaca (árboles testigo). Todos los sitios permanentes una vez establecidos y/o remedidos, fueron georreferenciados mediante un geoposicionador *GARMIN, 12 XL<sup>MR</sup>* así como referidos en coordenadas geográficas sobre mapas topográficos de INEGI (1988). En el futuro se planea incorporar la localización geográfica de todos los sitios permanentes en un sistema de información geográfica con el fin de que puedan ser empleados en actividades de planificación del manejo de los recursos forestales de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

## **Captura y Análisis de datos**

### *Captura*

Una vez concluidas las actividades del Inventario Forestal, los datos contenidos en los formatos de campo fueron capturados en un archivo electrónico mediante el programa EXCEL para Windows (V. 6). Dicha base de datos se encuentra dividida en cuatro archivos, una para características de sitio, otro para arbolado adulto, otro para plántulas y uno más para renuevos.

### *Análisis Multivariado*

Para el análisis de la clasificación de la vegetación se utilizó el programa

TWINSPAN (*Two-Way Indicator Species Analysis*)(Hill, 1979) con el propósito de agrupar los sitios inventariados, tomando como elemento divisorio semejanzas en la composición florística; para ello se consideraron datos de presencia-ausencia de todas las especies arbóreas presentes en los 105 sitios permanentes. Posteriormente se efectuó un Análisis de Varianza entre los grupos (comunidades) encontrados, considerando cada una de las variables, tanto de la vegetación como del sitio. Adicionalmente se efectuaron pruebas de comparaciones múltiples entre los grupos, utilizando la prueba Tukey para las variables cuantitativas y la prueba Kruskal-Wallis para las variables cualitativas (SPSS para Windows, versión 6.1). Se obtuvieron además los valores de densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa (expresada por el área basal) y valor de importancia de las especies arbóreas en cada una de las comunidades formadas. Se estimó además la abundancia y frecuencia de las plántulas y renuevos por comunidad, y se obtuvieron las distribuciones diamétricas por comunidad, considerando a todas las especies y, de cada una de las especies que presentaron los valores de importancia más altos por comunidad.

#### *Estimación de variables*

Se estimó el índice de diversidad de cada uno de los 105 sitios permanentes, considerando sólo especies arbóreas, mediante el Índice de Shannon-Wiener (Magurrán, 1988).

La apertura del dosel de cada sitio permanente se estimó mediante el análisis de fotografías hemisféricas a través del programa HEMIPHOT (ter Steege, 1994). Para tal efecto, se tomaron ocho fotografías en cada sitio permanente (una fotografía hemisférica al centro de cada cuadro de 1m<sup>2</sup> donde se evaluó previamente a la regeneración). Para la toma de las fotografías se utilizó una cámara Canon AE-1 Programm equipada con una lente ojo de pescado Canon

7.5mm/5.6. La cámara se orientó hacia el norte magnético y se niveló a 1m de altura de la superficie del suelo. Se utilizó un nivelador de bolsillo colocado sobre la cobertura de la lente con el fin de mantener la cámara en posición completamente horizontal. Durante la toma de las fotografías se utilizó una apertura del diafragma de 5.6 y un tiempo de exposición de 1/250 para condiciones de oscuridad (bosque con dosel muy cerrado) y 1/500 para condiciones de luz intermedia y claros grandes (bordes del bosque y claros). Se utilizaron películas blanco y negro de 35 mm ASA 125. La apertura del dosel por sitio se calculó con base en la media de las aperturas del dosel estimadas en cada una de las ocho fotografías hemisféricas tomadas en el sitio permanente.

## **Resultados**

### *Las asociaciones de encino en Cerro Grande*

Para desarrollar la presente propuesta de manejo forestal y, dada la situación actual de los rodales inventariados en cuanto a estructuras, composición de especies, así como del medio físico en el que se localizan, primero se presenta una descripción de las características generales de las comunidades encontradas y, tomando como referencia dichos resultados, finalmente se sugieren algunas alternativas de manejo por comunidad. El planteamiento para realizar el manejo forestal en dicha área intenta establecer un balance entre los objetivos de conservación del proyecto RBSM tomando en consideración las restricciones legales que la ley impone para estas áreas forestales, así como los objetivos buscados a través de la aplicación de un programa de manejo forestal sustentable el cual genere alternativas productivas viables; esto basado en un esquema de manejo de bajo impacto con el fin de fomentar la protección de los ecosistemas que representen mayor fragilidad o que sean de extensión restringida sobre el

área, como es el caso del Bosque Mesófilo de Montaña. De esta manera, a través del análisis del mapa de vegetación de la cartografía de INEGI, así como de fotografías aéreas blanco y negro es relativamente fácil reconocer que la vegetación dominante en el área corresponde al Bosque de *Quercus*. Sin embargo, de acuerdo con los muestreos realizados, la vegetación forestal dominante en la meseta de Cerro Grande, corresponde a rodales de encino (*Quercus* spp.) en diferentes grados de asociación con otras especies forestales. Este grado de asociación de acuerdo con los muestreos realizados, así como a estudios previos (Olvera y Moreno 1992; Figueroa, 1995; Olvera 1995) va desde encinares constituidos básicamente por una o dos especies de encino (p.ej. encino "oreja de ratón" - *Quercus crassipes* o bien asociaciones típicas como *Q. crassipes* - *Q. castanea*) hasta asociaciones forestales relativamente complejas en cuanto a estructuras diamétricas y composición de especies; tal es el caso de los encinares asociados a especies de Bosque Mesófilo de Montaña en donde los encinos dominan el dosel (p. ej. "encino de asta" y "encino chilillo", *Q. candicans* y *Q. taurina* respectivamente).

Los resultados del presente inventario reportaron 90 especies de plantas vasculares incluyendo 48 especies de herbáceas (Apéndice 2) y 42 especies de árboles (Cuadro 1). Estas últimas se presentaron en 32 géneros diferentes representando 21 familias; de ellas la familia Fagaceae, con el género *Quercus* fue la que presentó el mayor número de especies (9 especies en total)(Cuadro 1). En promedio se encontraron  $916 \pm 106$  árboles adultos/ha,  $3655 \pm 1926$  renuevos/ha y  $106.7 \pm 103$  plántulas/ha; el área basal media se estimó en  $35.8 \text{ m}^2/\text{ha}$  y el volumen en  $358 \text{ m}^3/\text{ha}$ . De esta cifra el género *Quercus* presentó  $11.6 \text{ m}^2/\text{ha}$  de área basal con 219 árboles/ ha, lo cual representa el 23.9% de densidad y el 32.4% de área basal de todas las especies arbóreas registradas.

Cuadro 1. Lista de las especies arbóreas presentes en bosques dominados por encino en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

ESPECIE	FAMILIA
<i>Abies religiosa</i> (H. B. K.) Schlecht. & Chan) var. <i>emarginata</i> Loock et Martinez ex Martinez	PINACEAE
<i>Abies religiosa</i> (H.B.K.) Schlecht. & Cham var. <i>religiosa</i> Loock et Martinez ex Martinez	PINACEAE
<i>Acacia pennatula</i> (Schlecht. & Cham) Benth.	LEGUMINOSAE
<i>Alnus jorullensis</i> subsp. <i>lutea</i> Furlow	BETULACEAE
<i>Arbutus xalapensis</i> H. B. K.	ERICACEAE
<i>Carpinus</i> sp.	BETULACEAE
<i>Comarostaphylis discolor</i> (Hook.) subsp. <i>discolor</i> Diggs	ERICACEAE
<i>Cornus disciflora</i> Sessé & Moc. ex DC.	CORNACEAE
<i>Cornus excelsa</i> H. B. K.	CORNACEAE
<i>Clethra vicentina</i> Standl.	CLETHRACEAE
<i>Clethra</i> sp.	CLETHRACEAE
<i>Crataegus pubescens</i> (H. B. K.) Steud.	ROSACEAE
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	ARALIACEAE
<i>Eupatorium</i> aff. <i>mairitianum</i> DC.	ASTERACEAE
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenzig) Lingelsh.	OLEACEAE
<i>Garrya laurifolia</i> Hartweg ex Benth.	GARRYACEAE
<i>Ilex brandegeana</i> Loes.	AQUIFOLIACEAE
<i>Ilex toluhana</i> Hemsl.	AQUIFOLIACEAE
<i>Lippia</i> sp.	VERBENACEAE
<i>Litsea glaucescens</i> H. B. K.	LAURACEAE
<i>Monnina ciliolata</i> DC.	POLYGALACEAE
<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch	BETULACEAE
<i>Oreopanax xalapensis</i> (H. B. K.) Decne. & Planch.	ARALIACEAE
<i>Perrottetia longistylis</i> Rose	CELASTRACEAE
<i>Persea hintonii</i> Allen	LAURACEAE
<i>Picramnia guerrensis</i> W. Thomas	SIMAROUBACEAE
<i>Pinus douglasiana</i> Martinez	PINACEAE
<i>Pinus leiophylla</i> Schlecht. & Cham.	PINACEAE
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl	PINACEAE
<i>Prunus serotina</i> Ehrh. subsp. <i>capuli</i> (Cav.) McVaugh	ROSACEAE
<i>Quercus</i> sp. 1	FAGACEAE
<i>Quercus</i> sp. 2	FAGACEAE
<i>Quercus</i> aff. <i>excelsa</i> Liebm.	FAGACEAE
<i>Quercus candicans</i> Née	FAGACEAE
<i>Quercus castanea</i> Née	FAGACEAE
<i>Quercus crassipes</i> Humb. & Bonpl.	FAGACEAE
<i>Quercus gentryi</i> C. H. Muller	FAGACEAE
<i>Quercus tsarina</i> Humb. & Bonpl.	FAGACEAE
<i>Quercus obtusata</i> Numb. & Bonpl.	FAGACEAE
<i>Quercus rugosa</i> Née	FAGACEAE
<i>Quercus scytophylla</i> Liebm.	FAGACEAE
<i>Styrax ramirezii</i> Greenm.	STYRACACEAE
<i>Symplocos citrea</i> Lex.	SYMPLOCACEAE
<i>Ternstroemia lineata</i> DC. subsp. <i>lineata</i>	THEACEAE
<i>Tilia mexicana</i> Schlecht.	TILIACEAE
<i>Viburnum hartwegii</i> Benth.	CAPRIFOLIACEAE
<i>Xilosma flexuosum</i> (H. B. K.) Hemsl	FLACOURTIACEAE
<i>Zinowewia concinna</i> Lundell.	CELASTRACEAE

Dado el alto número de especies de encino (9 especies identificadas), así como a la diferencia observada en cuanto a composición de especies, estructuras diamétricas y características de sitio en las cuales se encontraron la mayoría de los rodales inventariados, decidimos conocer el número de asociaciones forestales dominadas por *Quercus*. De esta forma efectuamos una clasificación numérica mediante el programa TWINSPLAN (Hill, 1979) utilizando para ello la presencia-ausencia de cada una de las especies arbóreas encontradas en los 105 sitios permanentes. De esta manera, los resultados observados a través del dendrograma, al tercer nivel de división, nos muestra que es posible discernir ocho comunidades dominadas cada una por diferentes especies de *Quercus*; al segundo nivel de división sólo fue posible discernir cuatro comunidades (Fig. 4). Dada la relativa homogeneidad observada en cuanto a composición de especies, así como al reducido número de sitios en algunas de las ocho comunidades, decidimos utilizar el segundo nivel de división; además desde el punto de vista silvícola (densidad, estructuras diamétricas, especies potencialmente útiles, etc.), el segundo nivel reportó mayor factibilidad al momento de sugerir los métodos de corta. De esta forma los análisis posteriores se realizaron para las cuatro comunidades al segundo nivel de división.

### *Comunidad 1*

La comunidad 1 está siendo dominada en abundancia por *Quercus laurina* en un 70% de los sitios que constituyen esta comunidad (Foto 1), su altura media fue de  $14.6 \pm 1.0$  m y el diámetro medio de  $20 \pm 1.6$  cm sin embargo, la especie con el mayor valor de importancia fue *Ternstroemia lineata* (Cuadro 2). Otras especies arbóreas importantes fueron *Styrax argenteus*, *Oreopanax xalapensis*, *Quercus rugosa* y *Symplocos citrea* (Cuadro 2). El índice de diversidad medio de la comunidad fue de 1.3, en segundo lugar después de la comunidad 4; esta fue la comunidad con el menor número de árboles cortados, menor número de árboles

**Fig. 4. Comunidades dominadas por especies de *Quercus* en Cerro Grande, Sierra de Manantlán**

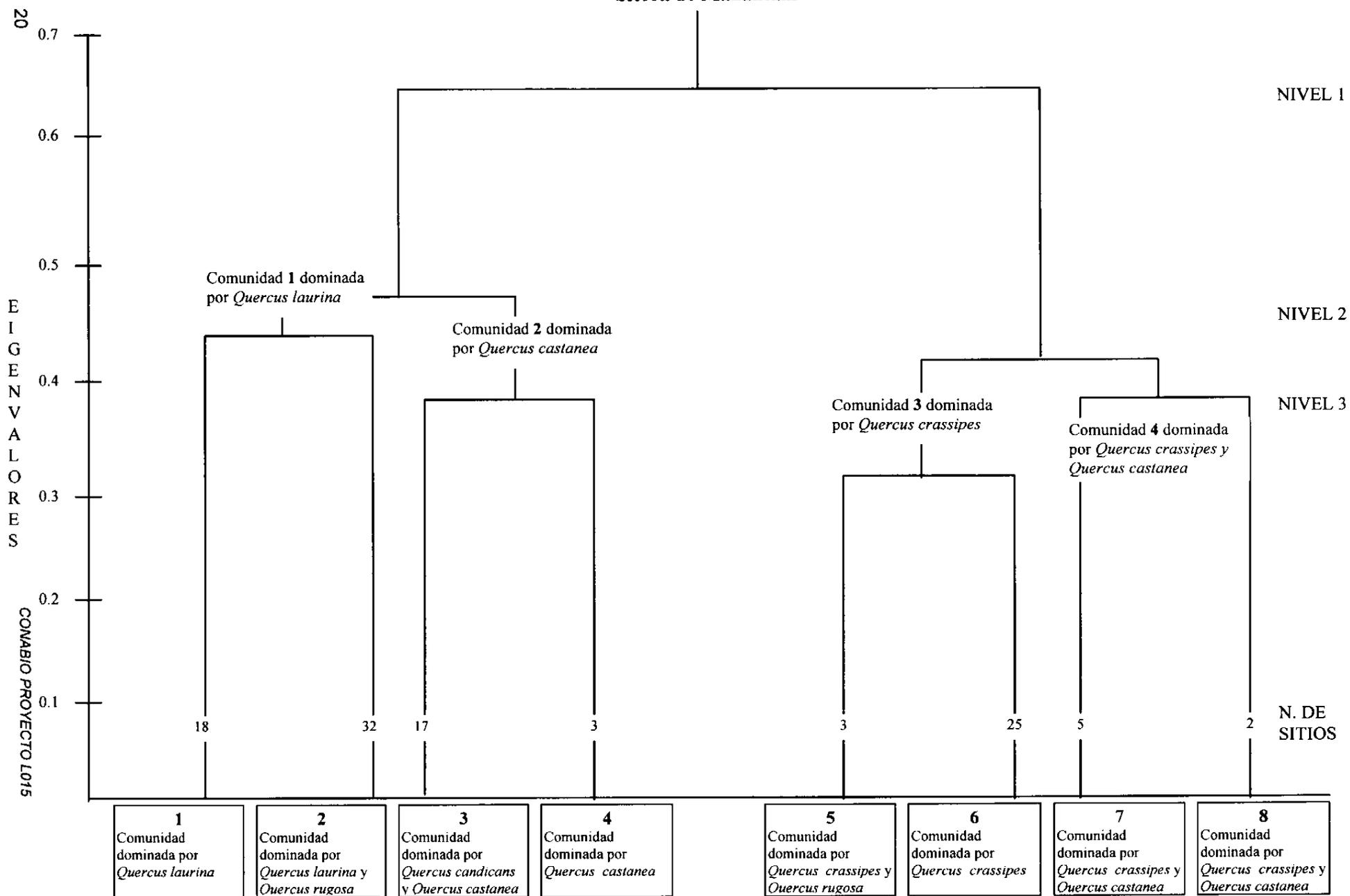




FOTO 1. Sitio permanente representativo de la comunidad 1 dominada por *Quercus laurina*; otras especies asociadas corresponden a *Oreopanax xalapensis*, *Symplocos citrea* y *Ternstroemia lineata*.

Cuadro 2. Valores de importancia de las especies arbóreas por comunidad.

COMUNIDAD ESPECIE	VALORES DE IMPORTANCIA			
	C1	C2	C3	C4
<i>Abies religiosa</i> var. <i>emarginata</i>	2.52	0	0	0
<i>Alnus jorullensis</i> subs p. <i>lutea</i>	2.22	5.35	36.16	18.24
<i>Acacia pennatula</i>	0	4.53	0	0
<i>Abies religiosa</i> var. <i>religiosa</i>	6.62	0	1	0
<i>Arbutus xalapensis</i>	7.52	15.76	0	10.43
<i>Clethra vicentina</i>	4.9	0	0	0
<i>Carpinus</i> sp.	3.97	0	0	0
<i>Comarostaphylis discolor</i>	2.55	4.47	0	0
<i>Cornus disciflora</i>	7.19	0	0	0
<i>Cornus excelsa</i>	4.11	7.32	0	4.05
<i>Clethra</i> sp.	5.52	0	0	0
<i>Dendropanax arboreus</i>	7.5	0	0	0
<i>Eupatorium aff mairetianum</i>	0.59	1.37	0	0
<i>Fraxinus uhdei</i>	4.77	13.34	0	0
<i>Garrya laurifolia</i>	10.12	13.54	8.58	11.34
<i>Ilex brandegeana</i>	5.48	2.28	0	0
<i>Ilex toluhana</i>	10.06	0	0	0
<i>Litsea glaucescens</i>	1.85	0	0	0
<i>Lippia</i> sp.	0	1.87	0	0
<i>Monnina ciliolata</i>	0.42	0	0	0
<i>Ostrya virginiana</i>	1.49	0	0	0
<i>Oreopanax xalapensis</i>	13.69	0	0	0
<i>Pinus duoglasiana</i>	1.04	5.4	3.52	0
<i>Picramnia guerrerrrensis</i>	0	1.13	0	0
<i>Persea hintonii</i>	0.53	0	0	0
<i>Pinus leiophylla</i>	2.03	10.11	23.87	27.23
<i>Perrottetia longistylis</i>	0	1.72	0	0
<i>Pinus pseudostrobus</i>	5.1	9.63	10.83	19.92
<i>Prunus serotina</i>	2.54	1.74	27.25	4.55
<i>Quercus candicans</i>	10.4	28.84	0	39.67
<i>Quercus castanea</i>	10.08	39.69	31.28	44.48
<i>Quercus crassipes</i>	6.94	7.71	98.97	60.18
<i>Quercus aff excelsa</i>	8.16	0	0	0
<i>Quercus gentryi</i>	3.21	0	0	2.86
<i>Quercus laurina</i>	28.25	7.58	9.85	3.96
<i>Quercus obtusata</i>	0	4.79	0	0
<i>Quercus rugosa</i>	15.21	16.95	11.29	23.48
<i>Quercus scytophylla</i>	0	0	5.87	0
<i>Quercus</i> sp1	4.03	0	0	11.06
<i>Quercus</i> sp2	4.66	0	0	2.96
<i>Styrax ramirezii</i>	19.44	10.67	13.41	0
<i>Symplocos citrea</i>	12.63	13.8	11.57	13.01
<i>Ternstroemia lineata</i>	54.08	47.28	3.14	0
<i>Tilia mexicana</i>	2.34	0	0	0
<i>Xylosma flexuosum</i>	0.71	6.56	3.55	2.96
<i>Zinowewia concinna</i>	2.38	0	0	0

incorporados y menor número de árboles muertos; por otra parte presentó el mayor número de árboles sin bifurcación (Cuadro 3). También presentó la mayor área basal y la mayor densidad (número de árboles por ha), pero a su vez el menor diámetro medio, aún cuando en incrementos diamétricos estuvo en el segundo lugar de las cuatro comunidades (Cuadro 3). Para la etapa de renuevo, las especies más abundantes fueron *Oreopanax xalapensis* (6025 renuevos/ha), *Styrax argenteus* (5475 renuevos/ha), *Ternstroemia lineata* (5375 renuevos/ha), *Persea hintonii* (3850 renuevos/ha) y *Quercus taurina* (2050 renuevos/ha)(Fig. 5). Estas especies fueron a su vez las más frecuentes (Fig. 6). En cuanto a las plántulas, las especies más abundantes y frecuentes fueron *T. lineata* (900 plántulas/ha y 66% respectivamente), seguida por *S. argenteus* (404 plántulas por/ha y 34% respectivamente) (Figs.7 y 8). Con relación a las variables cuantitativas del sitio esta comunidad presentó la menor apertura del dosel, se encontró en las mayores altitudes junto a la comunidad tres, y dominó en las exposiciones Noroeste (Cuadro 4). Con respecto a las variables cualitativas se presentó en topografías irregulares y mayormente en laderas superiores y medias. No se registraron indicios de pastoreo, erosión, ni incendio forestal. La competencia de copas fue moderada y el desarrollo del dosel se reportó como maduro (Cuadro 5).

### *Comunidad 2*

Esta comunidad fue dominada por *Quercus castanea*, la cual estuvo presente en 100% de los sitios que la constituyen (Foto 2). La altura media de *Q. castanea* fue de  $14.8 \pm 1$  m y su diámetro de  $24.2 \pm 2.2$  cm. *T. lineata* fue también la especie más importante, seguida por *Quercus castanea*, *Quercus candicans*, *Quercus rugosa* y *Arbutus xalapensis* (Cuadro 2). El índice de diversidad fue de 1.2,



FOTO 2. Sitio permanente representativo de la comunidad 2 dominada por *Quercus castanea*; otras especies asociadas corresponden a *Quercus candicans*, *Quercus rugosa*, *Arbutus xalapensis* y *Ternstroemia lineata*.

Cuadro 3. Análisis de varianza y prueba Tukey de las variables cuantitativas del rodal entre las cuatro comunidades dominadas por especies de Quemas. Las diferentes letras indican diferencias significativas a  $P < 0.05$ .

COMUNIDAD	1	2	3	4
<b>VARIABLES</b>				
<b>CUANTITATIVAS</b>				
Altura (m)	12.3 ns	12.5 ns	13.5 ns	12.3 ns
Árboles Cortados/ha	0.4 a	17 b	31 b	23 b
Árboles Dominantes/ha	94 ns	138 ns	118 ns	120 ns
Árboles Incorporados/ha	10 a	50 ab	64 b	46 ab
Árboles Muertos/ha	2 a	10 a	70 b	36 ab
Árboles Rectos/ha	960 a	598 b	1008 a	764 ab
Árboles Sin Bifurcación/ha	810 a	454 b	797 a	557 ab
Árboles Sin Daño/ha	40 ns	38 ns	42 ns	28 ns
Árboles Vigorosos/ha	270 ns	208 ns	172 ns	124 ns
Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	40 a	30 b	39 a	34.4 ab
Densidad/ha	1126 a	786 b	1036 ab	802 ab
Diámetro (cm <sup>2</sup> )	17 a	18.7 ab	20.2 b	18.7 ab
Índice de Diversidad (*)	1.3 a	1.2 a	0.7 b	1.5 a
Incremento diamétrico (cm)	0.6 a	0.7 a	0.4 b	0.5 ab
Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	203 ns	155 ns	185 ns	173 ns

\*Índice de Diversidad de *Shanon-Wiener*  
ns = no significativo

Cuadro 4. Análisis de varianza y prueba Tukey de las variables cuantitativas del sitio entre las cuatro comunidades dominadas por especies de *Quercus*. Las diferentes letras indican diferencias significativas a  $P < 0.05$ .

COMUNIDAD	1	2	3	4
<b>VARIABLES CUANTITATIVAS</b>				
Altitud (m snm)	2250	2143	2295	2152
	a	b	a	b
Apertura del dosel (%)	3.8	10.9	6.2	12.4
	a	b	a	b
Profundidad de Hojarasca (cm)	5.8	5.3	4.4	5.4
	ns	ns	ns	ns
Profundidad de Humus (cm)	2.4	2.5	2.2	2.1
	ns	ns	ns	ns

Cuadro 5. Análisis de varianza y prueba Kruskal-Wallis de las variables cualitativas de sitio entre las cuatro comunidades dominadas por especies de *Quercus*.

COMUNIDAD	P	1	2	3	4
<b>VARIABLES CUALITATIVAS</b>					
Exposición	0.01	NO	SE, SO	NE	NO
Fisiografía	ns	Ladera superior (38%) Ladera media (32%)	Ladera superior (50%) Ladera media (45%)	Ladera inferior (32%) Ladera media (28%)	Ladera media (57%)
Topografía	0.02	Irregular (54%)	Regular (60%)	Irregular (67%)	Irregular (100%)
Pastoreo	0.00	No observado (62%)	Ligero (30%) Moderado (35%)	No observado (42%)	Ligero (28%) Moderado (28%) Fuerte (28%)
Incendio	ns	No observado (100%)	No observado (100%)	No observado (100%)	No observado (100%)
Competencia de copas	0.04	Moderada (60%)	Poca (65%)	Moderada (64%)	Poca (71%)
Erosión	0.00	No observado (68%)	Leve (85%)	No observado (75%)	Leve (71%)
Estratos	ns	Dos pisos (76%)	Dos pisos (100%)	Dos pisos (67%)	Dos pisos (100%)
Madurez	0.00	Maduro (62%)	Joven reproductivo (55%)	Joven reproductivo (82%)	Joven reproductivo (71%)



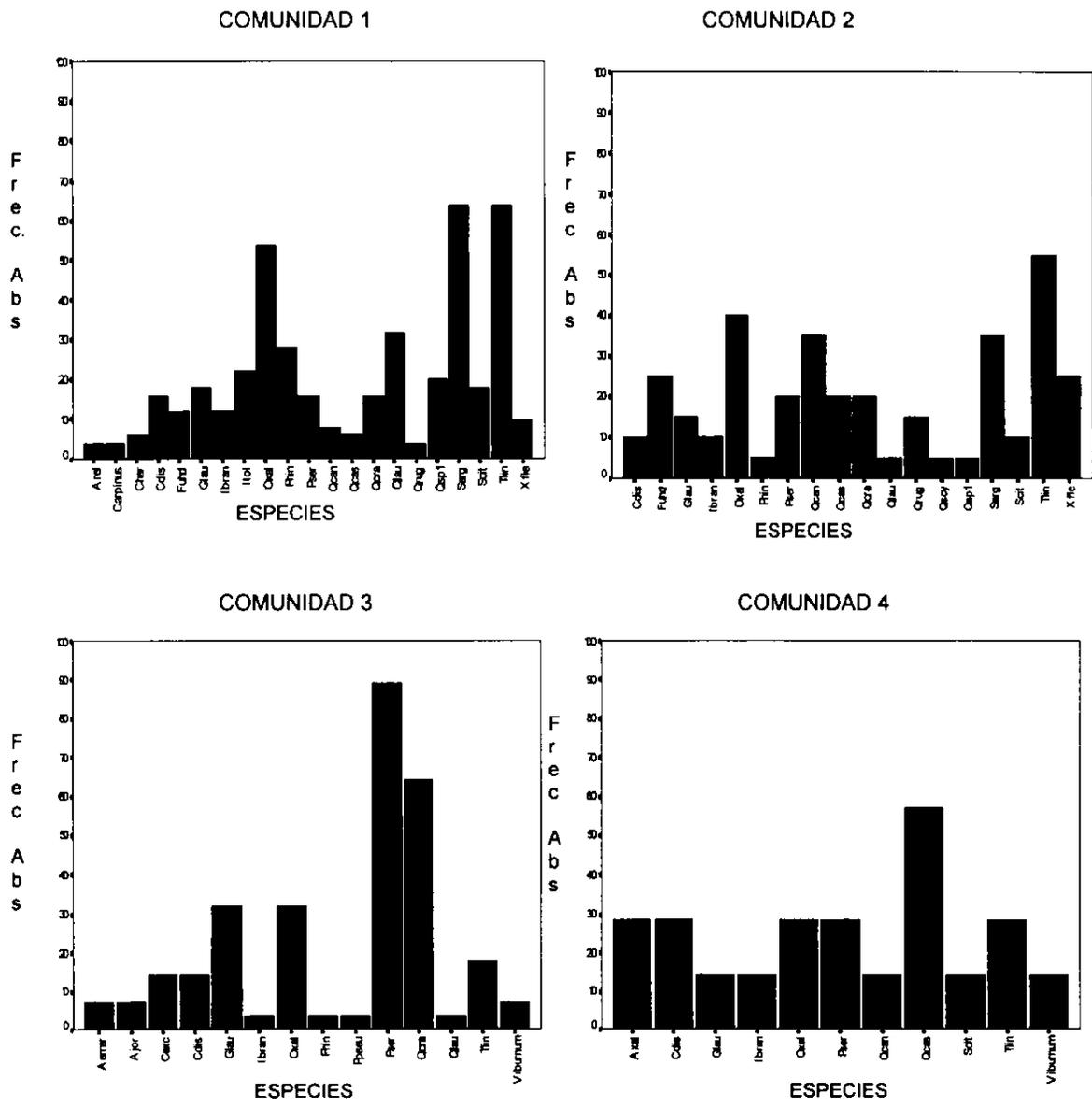


Fig. 6. Frecuencia absoluta de las especies de renuevos por comunidad.

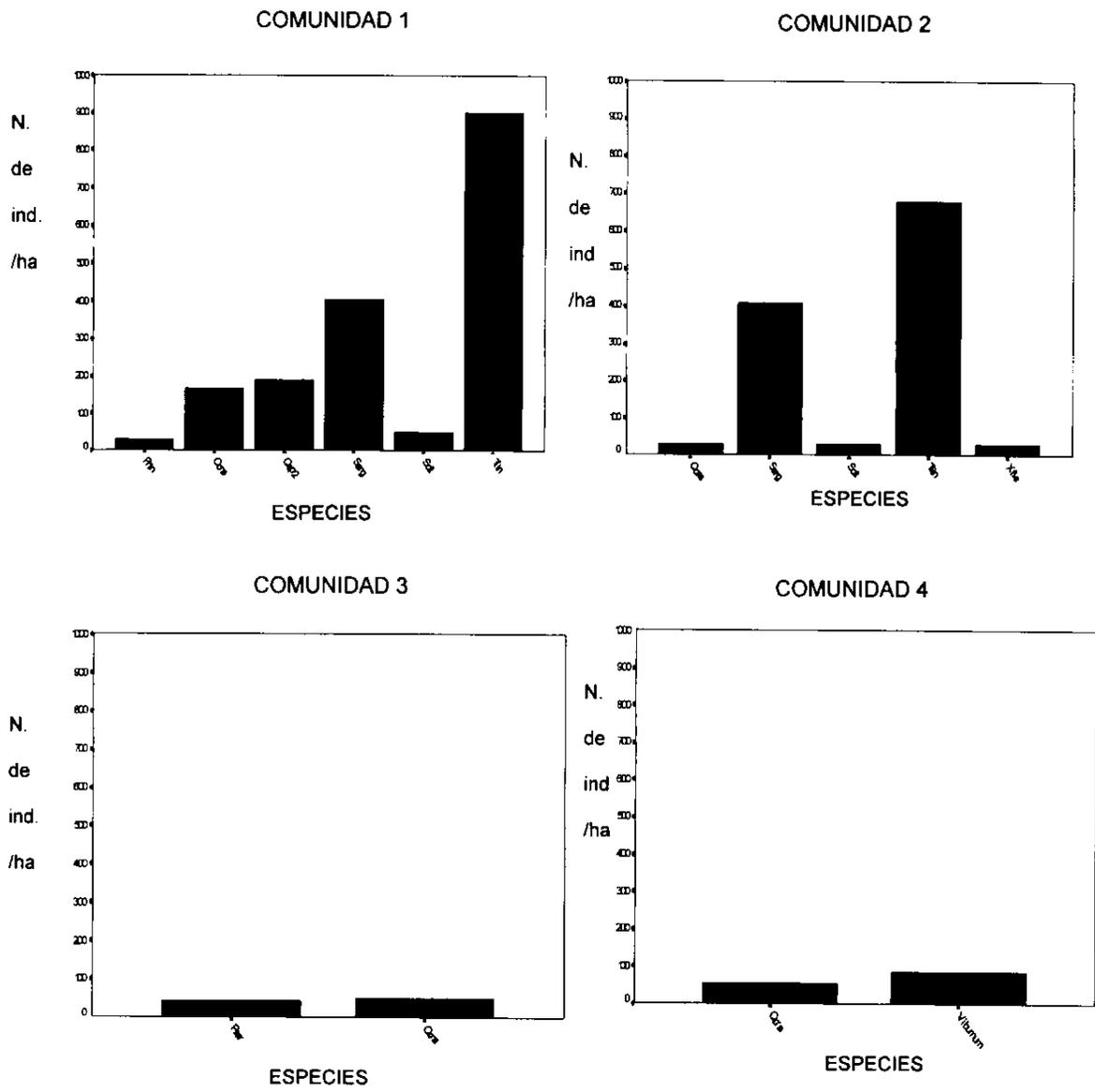


Fig. 7. Densidad de las especies de plántulas por comunidad.

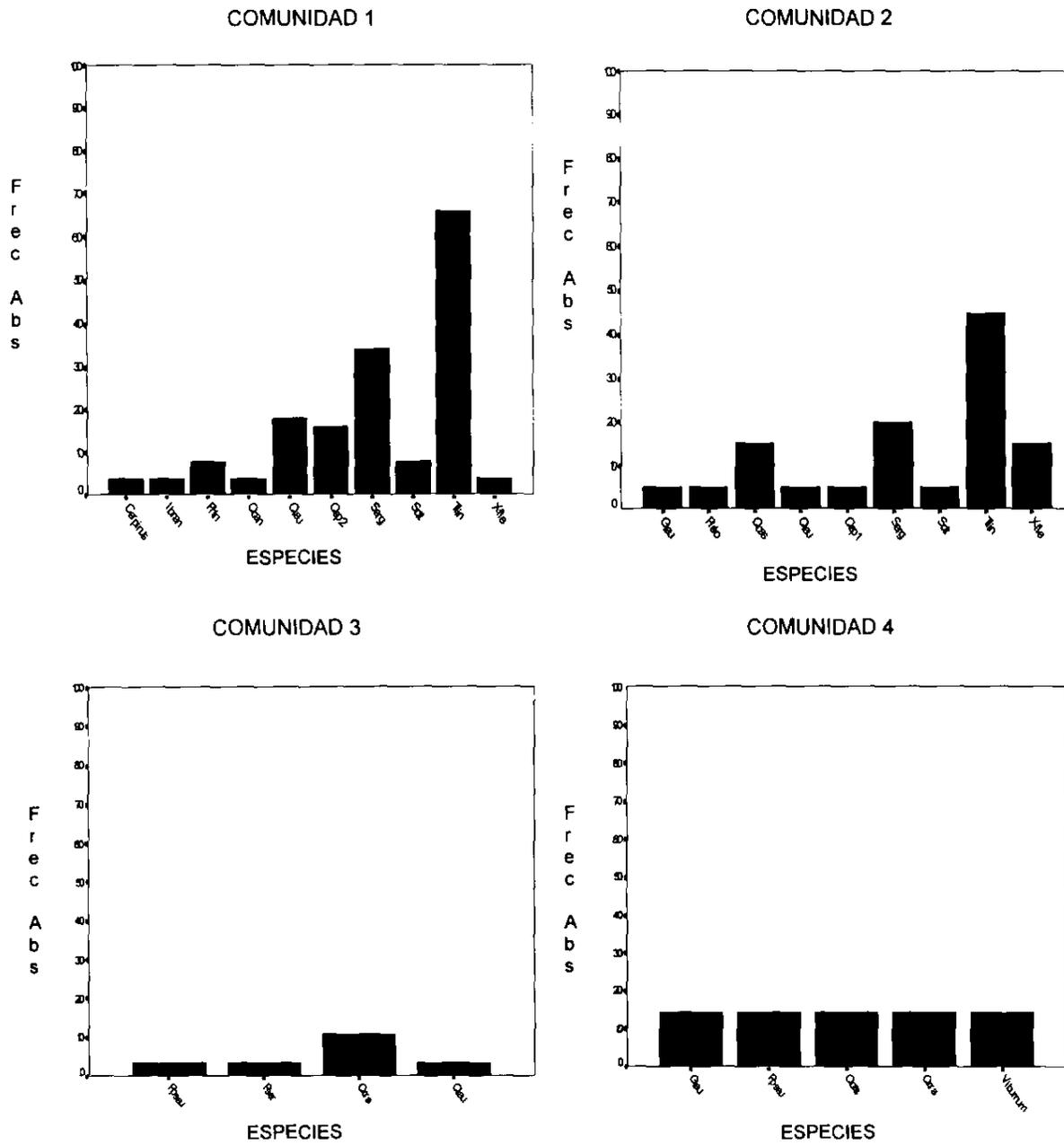


Fig. 8. Frecuencia absoluta de las especies de plántulas por comunidad.

encontrándose en el mismo grupo de la comunidad 1 y 4 (Cuadro 3). Esta comunidad presentó la menor área basal y la menor densidad de todas las comunidades. Fue similar en diámetro medio a la comunidad 4 (donde también domina *Q. castanea*) y presentó el menor número de árboles rectos y sin bifurcación. También fue similar a la comunidad 4 en número de árboles incorporados, muertos y cortados (Cuadro 3). Las especies de renuevos más abundantes y frecuentes fueron *O. xalapensis* (4938 renuevos/ha y 40% respectivamente) y *T. lineata* (4750 renuevos/ha y 55% respectivamente); *Q. castanea* presentó 875 renuevos/ha con una frecuencia absoluta de 20% (Figs. 5 y 6). Con respecto a las plántulas *T. lineata* fue la más abundante y frecuente (80 plántulas/ha y 45% respectivamente), seguida por *S. argenteus* (410 plántulas/ha y 20%). *Q. castanea* presentó sólo 30 plántulas/ha con un 15% de frecuencia absoluta (Figs. 7 y 8). Con respecto a las variables cualitativas del sitio, esta comunidad se presentó en las menores altitudes, en las mayores aperturas del dosel y dominó en las exposiciones Sureste y Suroeste (Cuadro 4). Se presentó mayormente en topografías regulares y en laderas superiores y medias; el pastoreo se presentó de ligero a moderado; la erosión fue leve y no hubo indicios de incendio; la madurez del estrato fue joven reproductivo y la competencia de copas fue poca (Cuadro 5).

### *Comunidad 3*

Esta comunidad fue dominada por *Quercus crassipes* en el 100% de los sitios que la constituyen (Foto 3), y a su vez ésta fue la especie más importante (Cuadro 2). Otras especies con alto valor de importancia fueron *Q. castanea*, *Prunus serotina*, *Alnus jorullensis* y *Pinus leiophylla* (Cuadro 2). El índice de diversidad (0.7) fue el menor de todas las comunidades (Cuadro 3).



FOTO 3. Sitio permanente representativo de la comunidad 3 dominada por *Quercus crassipes*; otras especies asociadas son *Quercus castanea*, *Prunus serotina*, *Alnus jorullensis* y *Pinus leiophylla*.

La comunidad presentó el mayor número de árboles cortados, siendo mayormente de individuos de *P. serotina* y, a su vez, presentó el mayor número de árboles muertos e incorporados, correspondiendo a individuos de *Q. crassipes* (Cuadro 3). Se presentó el mayor número de árboles rectos, así como la mayor área basal, segundo lugar en densidad y mayor diámetro medio; sin embargo presentó los menores incrementos diamétricos (Cuadro 3). Las especies de renuevos más abundantes y frecuentes fueron *P. serotina* (21964 renuevos/ha y 89% respectivamente), *Q. crassipes* (6830 renuevos/ha y 64% respectivamente) y *Garrya laurifolia* (3304 renuevos/ha y 32% respectivamente) (Figs. 5 y 6). Para el caso de las plántulas se encontró regenerando más abundante y frecuentemente a *Q. crassipes* (50 plántulas/ha y 11% respectivamente) (Figs. 7 y 8). En cuanto a variables del sitio esta comunidad se ubicó en el mismo grupo que la comunidad 1 considerando la altitud y la apertura del dosel y dominó en exposiciones Noreste (Cuadro 4 y 5). Su topografía es generalmente irregular y se presentó en laderas inferiores y medias; no hubo indicios de incendio, erosión ni pastoreo; la competencia de copas fue moderada y la madurez del estrato arbóreo fue reportada como joven reproductiva (Cuadro 5).

#### *Comunidad 4*

Dos especies de encino dominaron esta comunidad en un 100% de los sitios que la constituyen (Foto 4); *Q. crassipes* con una altura media de  $12.1 \pm 1.2$  m y diámetro de  $19.3 \pm 2.9$  cm; *Q. castanea* con una altura media de  $10.8 \pm 1.3$  m y diámetro de  $15.2 \pm 3.0$  cm. La especie más importante fue *Q. crassipes* seguida de *Q. castanea*; otras especies importantes fueron *P. leiophylla*, *Q. candicans* y *Quercus rugosa* (Cuadro 2). El índice de diversidad fue el mayor (1.5) de todas las comunidades (Cuadro 3).



FOTO 4. Sitio permanente representativo de la comunidad 4 dominada por *Quercus castanea* y *Quercus crassipes*; otras especies asociadas son *Quercus candicans*, *Quercus rugosa* y *Pinus leiophylla*.

Esta comunidad, talvez por el hecho de estar dominada por *Q. castanea*, presentó un patrón parecido al de la comunidad dos. De esta manera presentó los valores intermedios de las cuatro comunidades en cuanto a árboles incorporados, árboles muertos, árboles rectos y árboles sin bifurcación, así como en densidad, área basal e incremento diamétrico; en cuanto a árboles cortados fue similar a la comunidad dos y tres (Cuadro 3). Las especies de renuevos más abundantes fueron *Viburnum* sp. (6071 renuevos/ha), seguida por *Q. castanea* (3929 renuevos/ha), *P. serotina* (3214 renuevos/ha) y *G. laurifolia* (2321 renuevos/ha). Las especies más frecuentes fueron *Q. castanea* (57%), *Arbutus xalapensis* (29%), *Comarostaphylis discolor* (29%), *Oreopanax xalapensis* (29%), *P. serotina* (29%) y *T. lineata* (29%). Es importante señalar que *Q. crassipes* no se encontró regenerando (Figs. 5 y 6). Las especies de plántulas más abundantes fueron *Q. crassipes* (57 plántulas/ha) y *Viburnum* sp. (86 plántulas/ha); *Q. castanea* sólo se presentó con 29 plántulas/ha; las especies más frecuentes fueron *G. laurifolia* (14%), *Pinus pseudostrobus* (14%), *Q. castanea* (14%), *Q. crassipes* (14%) y *Viburnum* sp. (14%) (Figs. 7 y 8). Esta comunidad presentó la mayor apertura del dosel de las cuatro comunidades, una altitud similar a la comunidad 2 y dominó en las exposiciones Noroeste (Cuadro 4 y 5). La topografía fue irregular, generalmente se presentó en laderas medias; no hubo indicios de incendio, la erosión fue leve y el pastoreo se presentó desde ligero a fuerte; la competencia de copas fue obviamente poca por la mayor apertura del dosel, y la madurez se reportó como joven reproductiva (Cuadro 5).

### *Distribución Diamétricas de las Comunidades*

Las cuatro comunidades identificadas a través del análisis de clasificación presentaron estructuras diamétricas características de rodales incoetáneos (Fig. 9), comúnmente constituidos por especies tolerantes a la sombra (Daniel *et al* 1982; Young 1991). Las comunidades dos y tres presentaron las distribuciones diamétricas con mayor tendencia a la normalidad (Meyer, 1952; O'Hara 1996;1998), mostrando una disminución más o menos gradual del número de individuos conforme fue mayor el tamaño de sus respectivas categorías. Este comportamiento estructural representa un patrón típico de "J" invertida.

En lo que respecta a las comunidades uno y cuatro también mostraron distribuciones diamétricas similares a las de las comunidades dos y tres, sin embargo, éstas no fueron totalmente tendientes a la normalidad; en especial la comunidad uno la cual presentó una ligera desproporción entre el número de individuos que constituye su rango diamétrico, principalmente en las primeras categorías, es decir, aparentemente no existe un valor constante de "q" para cada una de ellas (Meyer, 1952).

Con respecto al análisis de la distribución diamétrica a nivel de especie en la comunidad uno, sólo *Q. laurina*, *S. ramirezii* y *T. lineata*, presentaron un patrón estructural similar al observado para toda la comunidad, es decir, una estructura irregular con una ligera tendencia hacia la normalidad. Las otras dos especies que integran esta comunidad (*Q. rugosa* y *O. xalapensis*) manifestaron una ligera tendencia a formar estructuras diamétricas regulares o coetáneas, ya que por ejemplo, *Q. rugosa* estuvo sólo representada por algunos tamaños diamétricos, principalmente los rangos 25-30 cm y 65-75 cm, sin haber un continuo entre cada uno de ellos (Fig. 10).

Para el caso de las estructuras diamétricas de las especies que forman la comunidad dos, sólo *Q. castanea* y *T. lineata* presentaron una distribución

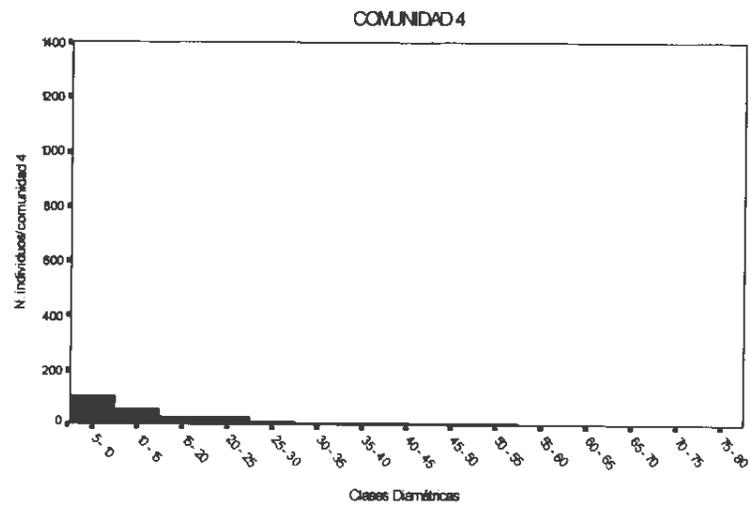
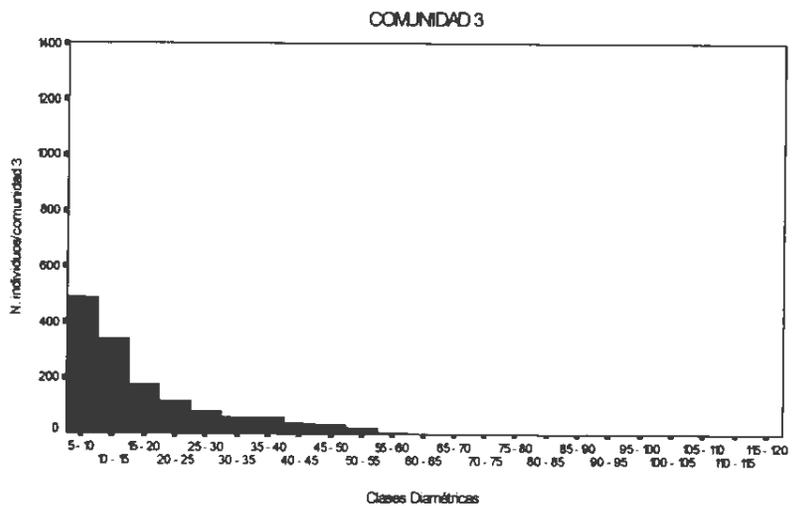
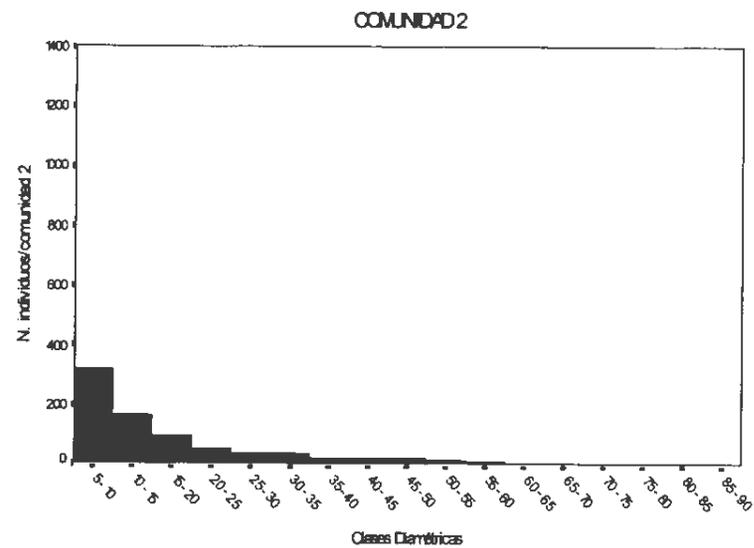
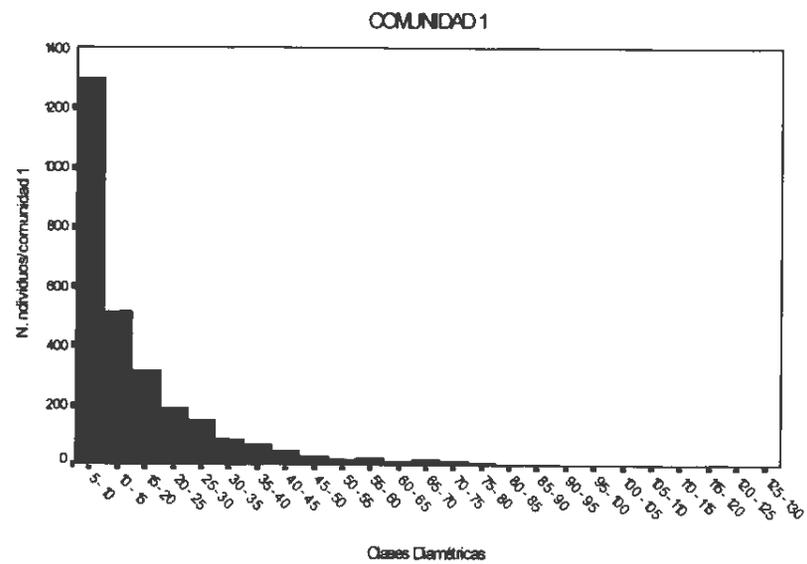


Fig. 9. Distribución Diamétrica de las cuatro comunidades considerando el total de las especies adultas presentes.

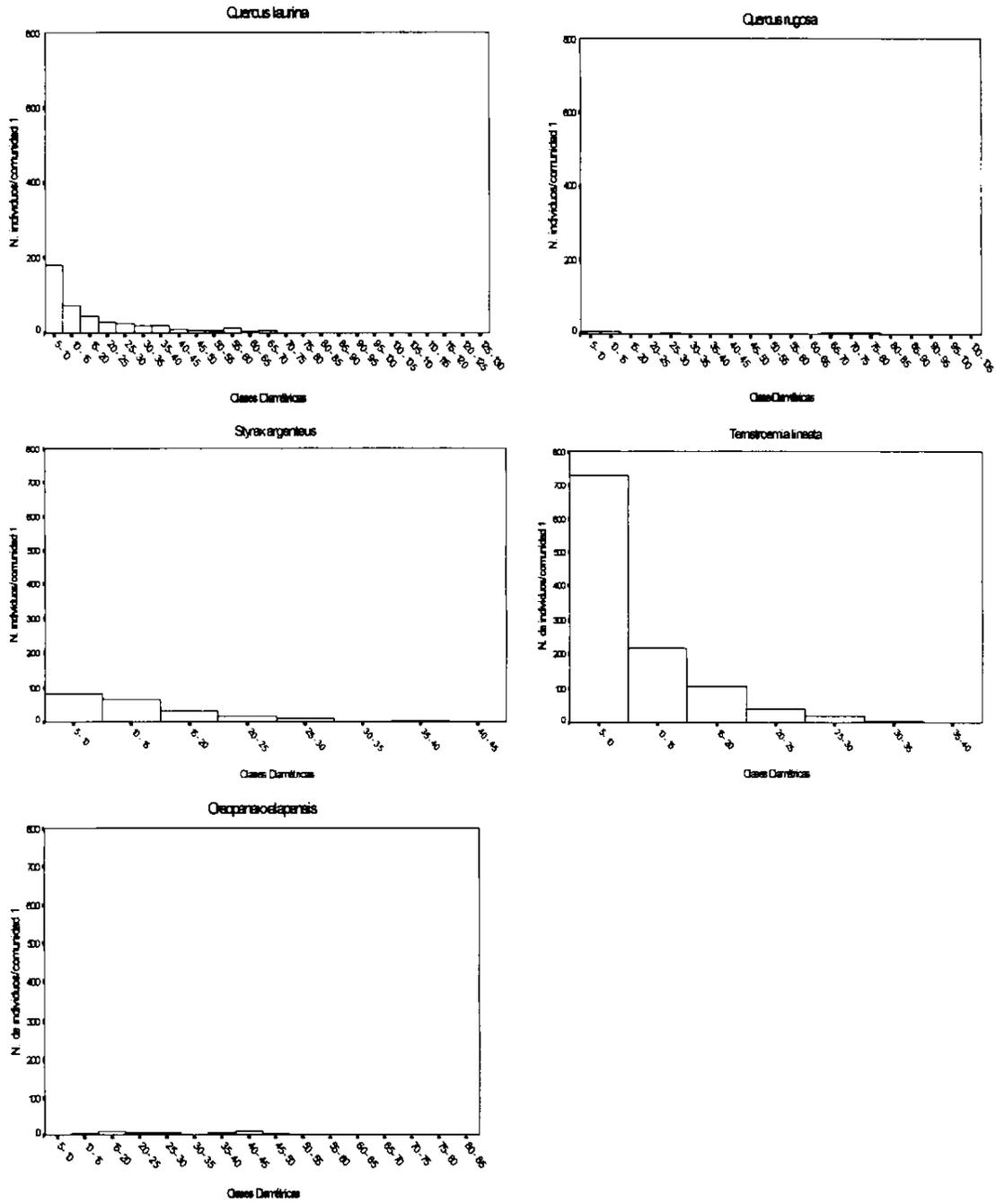


Fig. 10. Distribución Diamétrica de las especies más importantes de la comunidad 1

diamétrica irregular; las tres especies restantes presentaron una distribución diamétrica que puede considerarse representativa de rodales con estructura regular (Figura 11).

En la comunidad tres, *Q. crassipes*, *P. serotina* y *A. jorullensis* presentaron una distribución diamétrica irregular (Fig. 12). *Q. crassipes* fue la especie más importante, sin embargo se observó que en la categoría de 30 a 35 cm presentó una ligera escasez de individuos con relación a la categoría inmediata superior (35 a 40 cm). Este resultado sin lugar a dudas representa un dato valioso para la planeación de las actividades de manejo, así como para el diseño de métodos de corta, ya que de alguna manera podría tomarse como un indicador de las preferencias de aprovechamiento para esta especie en el área de estudio. Además, a juzgar por el número de individuos registrados en sus respectivas categorías, no se observó tendencia hacia la normalidad, principalmente en las tres primeras categorías (Fig. 12). Por otro lado esta fue la especie que más incorporaciones e individuos muertos reportó, sin embargo es importante tomar en cuenta que aparentemente esta es la especie de encino más abundante en el área de estudio.

En la comunidad cuatro *Q. crassipes* y *Q. castanea* fueron las especies que reportaron el mayor número de individuos (Fig. 13). Al igual que en la comunidad tres, *Q. crassipes* mostró una ligera carencia de número de individuos en la categoría de 30 a 35 cm, con respecto a la categoría inmediata superior, lo cual corrobora la observación previamente mencionada en la comunidad anterior.

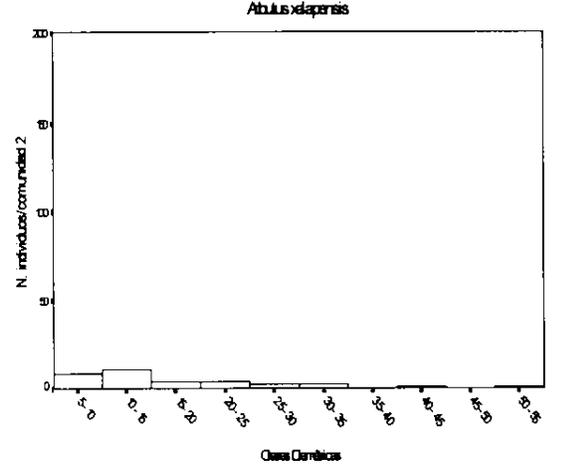
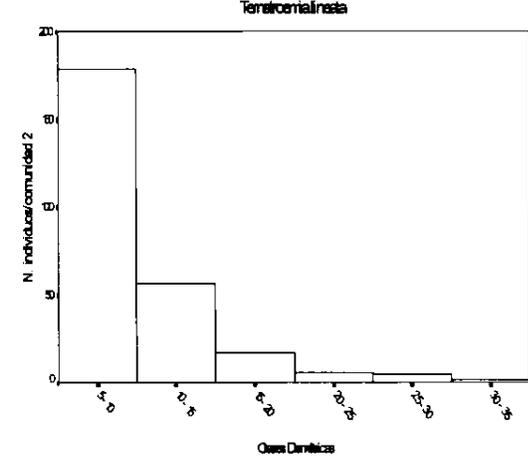
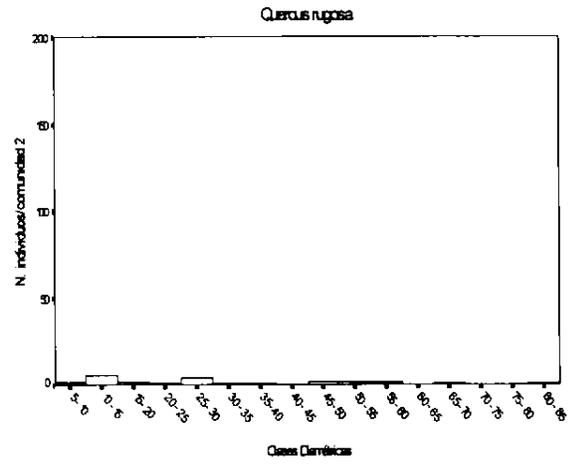
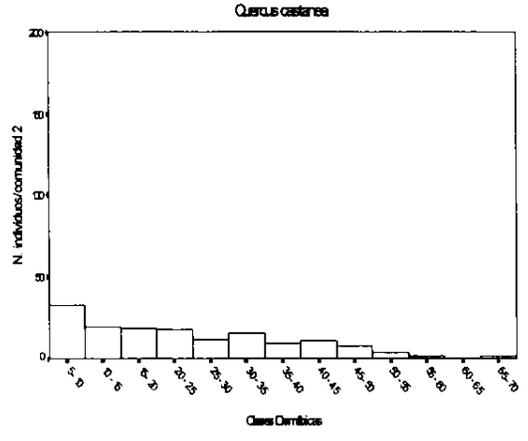
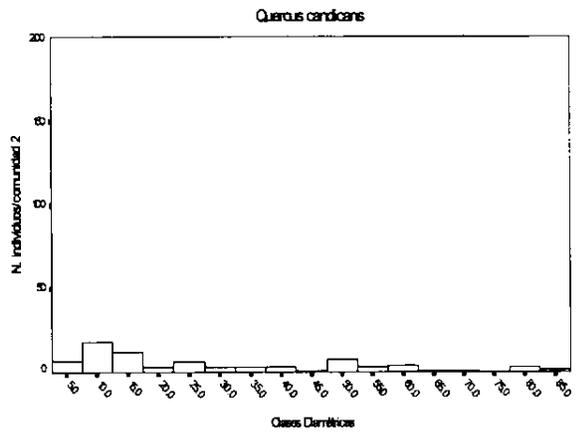


Fig. 11. Distribución Diamétrica de las especies más importantes de la comunidad 2

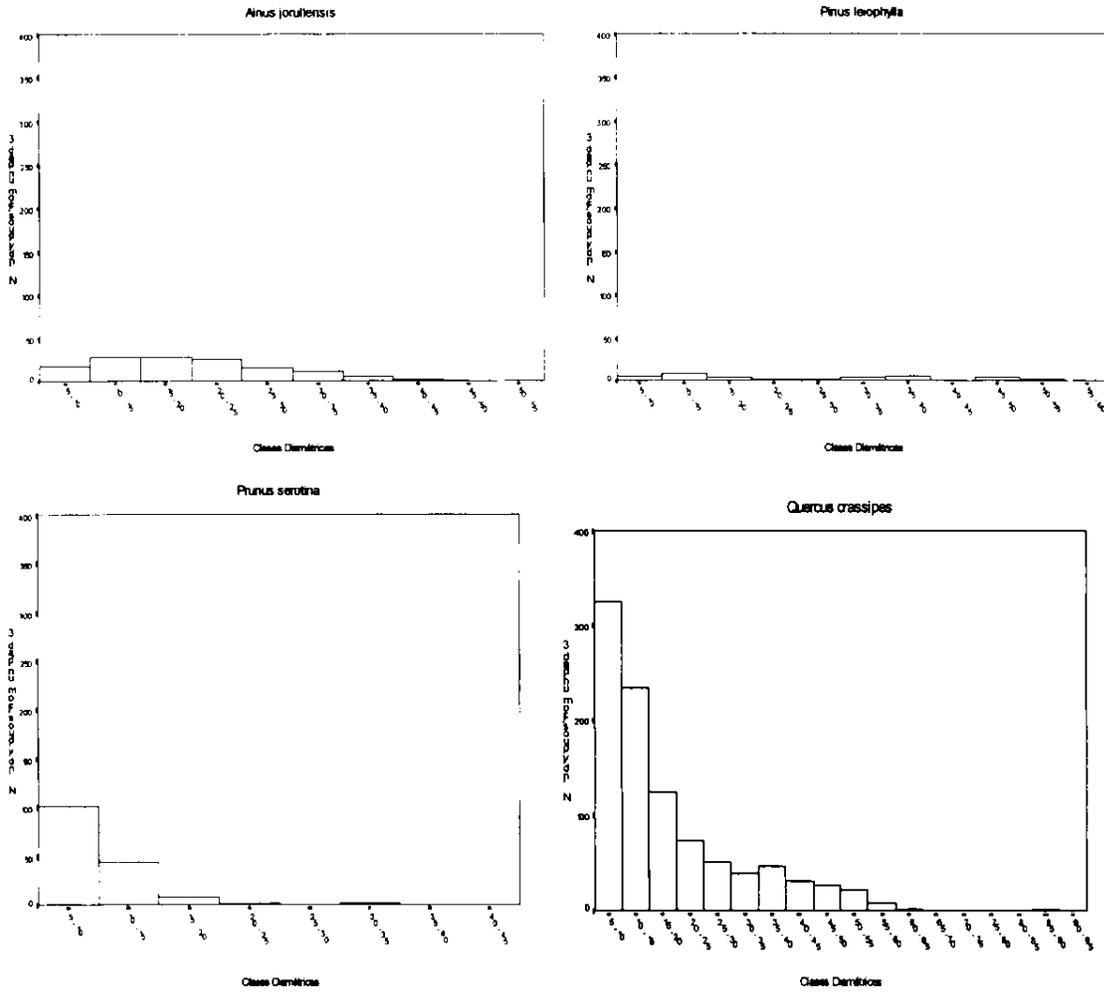


Fig. 12. Distribución Diamétrica de las especies más importantes de la comunidad 3

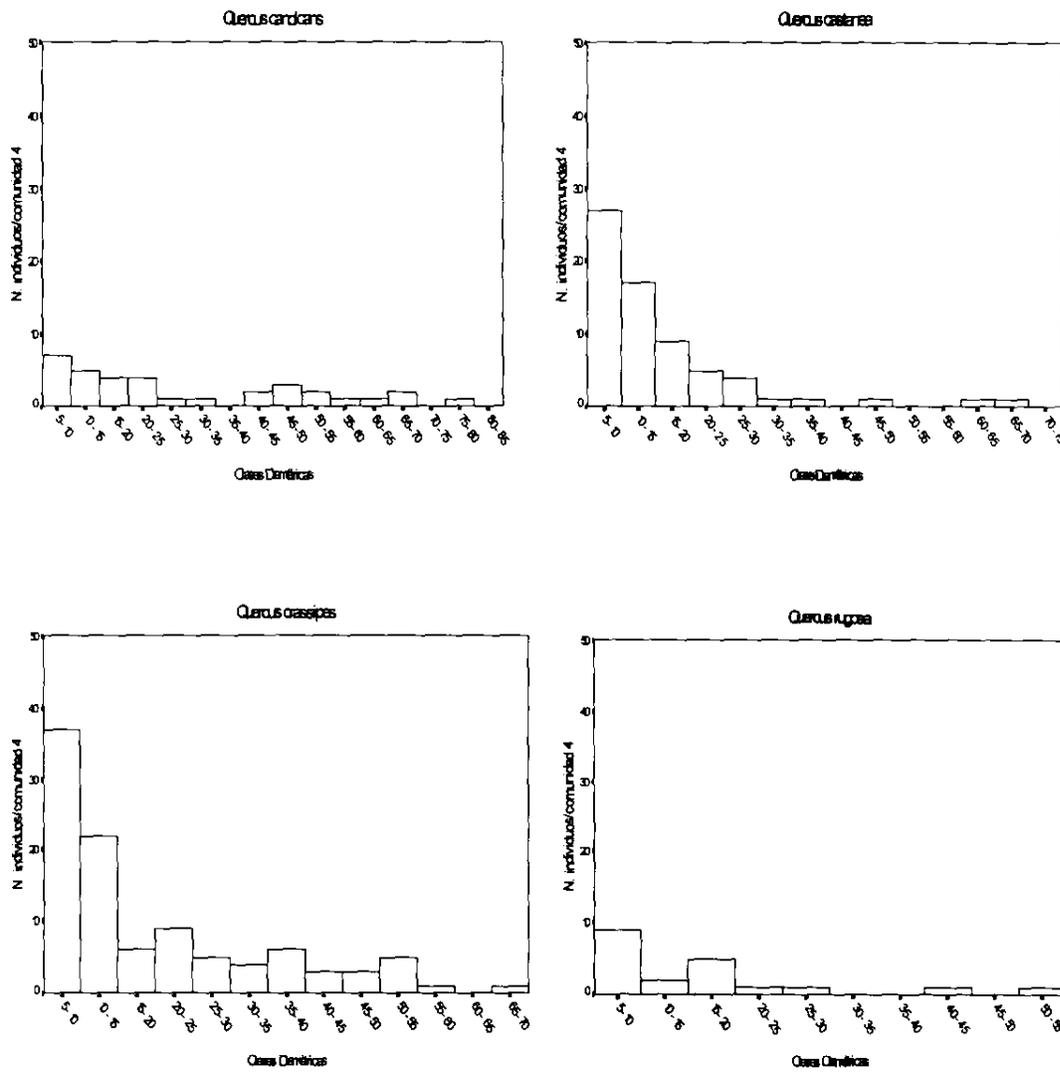


Fig. 13. Distribución Diamétrica de las especies más importantes de la comunidad 4

## Discusión

### *Los factores físicos y biológicos de las comunidades*

Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que las comunidades dominadas por encino en Cerro Grande varían en composición de especies y, aparentemente su grado de asociación está en relación con la especie de *Quercus* que domine el dosel. Aún cuando los índices de diversidad de las diferentes comunidades son muy bajos (0.7 a 1.5) si las comparamos con otros estudios realizados en bosques de *Quercus* en el trópico, Cerro Grande es una área con gran número de especies de este género. Por ejemplo Kapelle (1995), reportó índices de diversidad en un rango de 4.3 a 5.3 para bosques maduros de encino en Costa Rica, aunque es importante mencionar que este autor utilizó todas las formas de vida (hierbas, lianas, arbustos y árboles) presentes en el área de estudio para calcular el índice de diversidad; sin embargo, sólo reportó tres especies de encino (*Q. costaricensis*, *Q. copeyensis* y *Q. seemannii*). Por otra parte González-Espinosa et al., (1995) reportan que los sitios dominados por encino en los Altos de Chiapas en México son de menor riqueza que los sitios pinarizados (sitios dominados por especies del género *Pinus*) sin embargo, en Cerro Grande se ha observado que ocurre lo contrario a este proceso, ya que para los bosques de pino y de pino-encino, el número de especies arbóreas asociadas es más bajo que para los bosques dominados por especies de encino (Enríquez-Peña, 1997). Probablemente esto se deba a que los rodales de pino en nuestra área de estudio aparentemente son producto de plantaciones forestales, o bien el resultado de su establecimiento en espacios abiertos y relativamente grandes a consecuencia de incendios forestales severos o áreas agrícolas desmontadas y abandonadas adyacentes a rodales de pino.

El sitio forestal es una compleja combinación de factores bióticos y abióticos los cuales constituyen el ecosistema forestal; de esta manera el efecto de la luz, la

temperatura, la humedad, el viento, la fertilidad del suelo, etc., ejercen una fuerte influencia sobre el crecimiento y desarrollo de las especies forestales, especialmente en las primeras etapas de su desarrollo (Wenger, 1984). Por tal motivo es de suma importancia caracterizar los sitios que van a ser aprovechados y reconocer las diferencias entre estos para orientar el manejo forestal de una área dada. De esta manera al caracterizar las diferentes comunidades no se encontraron diferencias significativas para algunas de las variables de sitio, p. ej. para la profundidad de humus, la profundidad de hojarasca, la pendiente, la fisiografía, el incendio forestal y el número de estratos, de esta forma la pendiente de todas las comunidades osciló entre 29 a 37.8%, la profundidad de humus de 2.1 a 2.5 cm y la profundidad de hojarasca de 4.4 a 5.8 cm. De las variables que fueron significativas sobresale la altitud, la apertura del dosel, la exposición, la erosión, el pastoreo, la topografía, la competencia de copas y la madurez del estrato superior.

En cuanto a las variables del rodal, no hubo diferencias significativas en altura de los árboles, número de árboles dominantes, número de árboles sin daño, número de árboles vigorosos y volumen total. El aspecto importante de este análisis es que la comunidad dos y cuatro presentaron bastantes similitudes, tanto de variables del rodal, como del sitio por lo que pueden considerarse como una sola comunidad al momento de la planificación de las actividades de manejo. Probablemente el hecho de no existir diferencias significativas en altura, así como las alturas bajas encontradas por comunidad, sea porque la media obtenida incluyó tanto a árboles dominantes como codominantes, intermedios y suprimidos. Lo mismo pudo ocurrir con el volumen dado que éste fue estimado como el producto del área basal, la altura y un coeficiente mórfico de 0.5.

Aún cuando el rango altitudinal en nuestra área de estudio no es muy amplio, las diferencias significativas entre comunidades nos indican que la comunidad situada a mayor altitud (comunidad 3) también presentó el mayor índice de diversidad; este resultado coincide con otros estudios similares (Kapelle, 1995; Santiago,

1992) que reportan una relación inversamente proporcional entre altitud y número de especies, es decir a mayor altitud, menor diversidad. Asimismo se encontró relación entre la altitud y la presencia de elementos fitogeográficos, donde para altitudes mayores (comunidad 3) dominaron los elementos holárticos (*Alnus*, *Pinus*, *Prunus* y *Quercus*) y sobre las menores altitudes fueron más frecuentes los elementos tropicales (*Dendropanax*, *Lippia*, *Perrotetia*, *Xylosma*, *Symplocos* y *Zinowiewia*).

También se observó que a medida que avanza la sucesión, es decir a mayor madurez del sitio se presentan menor número de elementos holárticos (Quintana-Ascencio y González-Espinosa, 1993). De esta forma la comunidad dos, tres y cuatro presentaron mayormente elementos holárticos a diferencia de la comunidad uno en la cual abundaron los elementos tropicales.

Las comunidades uno y tres no presentaron erosión ni pastoreo, mientras que las comunidades dos y cuatro si presentaron indicios de estas perturbaciones. El pastoreo tuvo un efecto directo sobre la erosión de los sitios y probablemente se deba a que el ganado prefiere pastar en estas comunidades porque la apertura del dosel es mayor, lo cual permite el desarrollo de herbáceas y plántulas. Posiblemente al aumentar el pastoreo aumenta la erosión presente como producto del pisoteo del ganado. Esto se relaciona con el hecho de que las comunidades más pastoreadas y erosionadas fueron las de menor densidad en la regeneración. Ramírez-Marcial *et al.*, (1996) también encontraron que las especies de encino son difíciles de regenerar en áreas con alto pastoreo, por tal motivo es de primordial importancia la regulación del pastoreo al momento de definir las prácticas silvícolas por comunidad.

La apertura del dosel también varió entre las comunidades en el mismo patrón que la erosión y el pastoreo; de esta forma, las comunidades uno y tres presentaron las menores aperturas y la dos y la cuatro las mayores aperturas del dosel. Figueroa-Rangel y Olvera-Vargas (en revisión) y Johnson (1992) encontraron que la apertura del dosel en los sitios dominados por encino estaba

relacionada a la densidad, la composición de especies y el área basal, de tal forma que áreas basales y densidades altas, como es el caso de las comunidades uno y tres, se asociaron a menores aperturas del dosel, siendo el caso opuesto para las comunidades dos y cuatro. Zeide (1992) encontró que el sotobosque de los bosques dominados por encino en la Sierra de Manantlán consta de un gran y variado número de micrositios, los cuales sustentan diversos nichos ocupados por diferentes especies de encino. Igualmente Figueroa-Rangel y Olvera-Vargas (en revisión) encontraron que cada especie de encino tiene requerimientos particulares en cantidad de luz, sugiriendo que cada comunidad debe ser considerada por separado al momento de decidir el tamaño de la apertura de dosel en el diseño de las actividades de manejo.

### *El estado de la Regeneración*

En general observamos que las especies de encino no son las que mejor se están regenerando al interior de las comunidades estudiadas, a excepción de la comunidad tres, donde se observó regenerando a *Q. crassipes* en mayor abundancia que otras especies. Aparentemente nuestros resultados indican que las especies más tolerantes a la sombra son las que están estableciéndose mejor que las especies de encino. Estudios a nivel mundial reportan que los bosques de encino se encuentran en un proceso de declinación y se ha señalado constantemente la sustitución de los encinares por otros tipos de vegetación, ya sea por especies más tolerantes a la sombra (Abrams y Downs, 1990; Jardel *et al.*, 1995; Moreno *et al.*, 1995; Johnson, 1993; Pulido, 1999 y Figueroa-Rangel y Olvera-Vargas, en prensa) o por especies intolerantes, como es el caso de los Altos de Chiapas donde se encontró un proceso de "pinarización", es decir de sustitución de los encinos por especies de pino (Gonzalez-Espinosa *et al.*, 1995).

### *Alternativas de Manejo de las comunidades*

De acuerdo a los resultados obtenidos sobre el análisis de la vegetación para los tres estados analizados (plántula, renuevo y adulto), a las especies que componen estos tres estados de desarrollo y a las características tanto del rodal (densidad, apertura del dosel, etc.) como del sitio en cada una de las comunidades identificadas, es factible planificar la ejecución de su manejo a través de Sistemas Silvícolas y Métodos de Corta tanto Coetáneos como Incoetáneos. La elección de uno de estos métodos de corta en particular, podría realizarse a nivel comunidad o a nivel rodal dentro de una misma comunidad, estando básicamente en función de las especies presentes, de la estructura y de la condición silvícola de cada rodal (esto último como un mecanismo de cultivo y mejora de cada rodal), sin perder de vista las especies presentes en los estratos medios y bajos como fuente potencial de sustitución de los rodales aprovechados. Hay que tomar en cuenta que la estructura actual del arbolado y la composición de especies a nivel plántula y renuevo, son respectivamente, un indicador de la disponibilidad actual y futura de madera del rodal. Aunque ya se ha mencionado con anterioridad (Moreno *et al.*, 1995; Olvera y Figueroa, 1998; Figueroa-Rangel y Olvera-Vargas, en Prensa) la factibilidad de manejo de estos encinares mediante la aplicación de métodos de protección, así como de cortas de selección, no se había discutido la planeación de tales alternativas de manejo tomando en cuenta la información que se presenta en este plan de manejo; tampoco se había discutido su aplicación a nivel comunidad o a nivel rodal. Es importante señalar que este último nivel de manejo implica realizar sobre el área una silvicultura a pequeña escala la cual eventualmente podría representar el riesgo de fomentar aun más la fragmentación de la vegetación que actualmente existe sobre la zona de estudio.

## Comunidad 1

Es importante hacer notar que una gran parte de los sitios establecidos en esta comunidad se localizan sobre rodales típicos de Bosque Mesófilo de Montaña, vegetación que presenta gran parte de su extensión dentro de la zona núcleo de Cerro Grande de la RBSM, por lo que desde un punto de vista normativo el aprovechamiento forestal con fines maderables no estaría permitido. Si eventualmente la mayor parte de la superficie forestal de esta comunidad no puede ser aprovechada, una alternativa viable para estas áreas sería la planeación de actividades de ecoturismo y observación de fauna silvestre, ya que son las comunidades con mayor número de rodales sobremaduros.

Aunque ya se mencionó que las cuatro comunidades presentaron estructuras típicas de rodales incoetáneos; la comunidad uno presentó una estructura diamétrica menos balanceada, es decir, menor regularidad estructural tomando como referencia el número de individuos presente por categoría diamétrica, y además si se considera que *Q. laurina* fue la especie dominante en el dosel, así como la comunidad que reportó la menor apertura del dosel, es factible la realización de su manejo a través de un método de corta de selección. La modalidad, ya sea árboles individuales o árboles en grupos estaría en función del volumen potencialmente aprovechable dentro de la comunidad o rodal sin perder de vista la creación de condiciones propicias para facilitar el manejo de la o las especies que se prefiere dominen el dosel del rodal futuro. Por ejemplo, en esta comunidad la especie que reportó la mayor densidad de plántulas fue *T. lineata*; observaciones personales nos indican que esta especie puede establecerse y desarrollarse tanto en doseles cerrados como abiertos, no obstante ésta no sería la especie principal para planificar la definición del método de corta, ya que no presenta las características tanto silvícolas como biológicas para tal fin. Sin embargo, si es una especie que contribuye significativamente con el volumen aprovechable en la comunidad. Consideramos que la meta en esta comunidad

sería entonces crear las condiciones apropiadas para que la especie que actualmente domina el dosel, sea la misma que domine el rodal en el futuro; en este caso *Q. laurina*. Sin embargo, nuestros resultados indican que esta especie no estuvo notoriamente representada en los estados de renuevo y plántula por lo que eventualmente se podría prever una carencia de individuos en el futuro. En este sentido la intensidad de las cortas así como la modalidad de la ejecución de este método, debe crear las condiciones propicias, principalmente la apertura de claros, para facilitar el establecimiento de encino en los rodales bajo aprovechamiento, así como la total exclusión del ganado de las áreas aprovechadas. Sin embargo, desde un punto de vista silvícola, si se contempla el aprovechamiento forestal de algunos rodales de esta comunidad, la aplicación de las cortas debería estar dirigidas hacia el arbolado que presente un diámetro de corta atractivo para su comercialización como madera el rollo o su aserrío tal vez por arriba de los 35 a 45 cm de diámetro. La cosecha de árboles de estas dimensiones obliga, dada la condición actual del bosque, a realizar cortas en áreas relativamente grandes lo cual implica por un lado un incremento en los costos de extracción debido a la infraestructura tanto de caminos de saca como equipo para su extracción, así como un mayor impacto sobre un área relativamente grande. La estrategia de regulación en este caso podría ser a través de volumen (método de Von Mantel) y no por área debido a la irregularidad estructural de la mayoría de los rodales que forman parte de esta comunidad, tanto en densidad como en composición de especies. Por tal motivo el método de Von Mantel (Davis y Johnson, 1987), representa una estrategia de regulación factible, aunque no considerando el control del volumen a nivel comunidad o rodal, debido a la carencia de individuos en algunas categorías diamétricas a nivel especie, de esta manera una estrategia potencial de regulación podría ser mediante el control del volumen tomando como referencia un diámetro mínimo de corta a nivel especie por rodal. Así, para una misma área, se tendrían cuando menos dos ciclos corta dependiendo de las especies susceptibles a aprovechar,

pero además teniendo como limitante que los ciclos de corta proyectados para cada una de las especies aprovechables, no sean mayores que el periodo de reemplazo para cada una de ellas, es decir, mayor que el tiempo necesario para lograr un diámetro mínimo de corta programado.

#### *Comunidad 2 y 4*

Tomando en cuenta que la comunidad dos, al igual que la comunidad cuatro presentaron similitudes tanto en estructura diamétrica como en variables del rodal y del sitio, decidimos considerarlas como una sola unidad de manejo. Potencialmente para esta unidad es adecuada la aplicación de sistemas de manejo tanto regulares como irregulares sin embargo, considerando las características generales tanto del rodal, como del sitio, también ambas presentan las condiciones propicias para la aplicación de un sistema de manejo regular. En este sentido consideramos que un método de cortas de protección sería favorable para su manejo. Es importante señalar que si se aplica este método de corta, la ejecución de las primeras intervenciones, es decir en las cortas preparatorias será de suma importancia su correcta ejecución debido a la mala constitución de la mayoría del arbolado encontrado en estos sitios lo que implicaría la remoción de un número importante de individuos durante esta etapa, por lo que existe el riesgo de abrir claros grandes de tal manera que podría ocasionarse una sustitución de especies. Otro aspecto importante es que una vez realizadas las cortas preparatorias, la siguiente intervención (cortas de semillación) deberá estar bien programada, ya que existe una gran variación en la producción de semillas de las diferentes especies de encino (Olvera *et al.*, 1997).

### Comunidad 3

De las cuatro comunidades identificadas esta comunidad fue la única dominada por una sola especie de encino (*Q. crassipes*), también fue la de mayor regularidad estructural (estructuras balanceadas) tanto a nivel especie como a nivel comunidad. Considerando además que esta fue la comunidad que presentó la menor diversidad, se facilita el planteamiento de alternativas de manejo silvícola tanto de sistemas de manejo regulares como irregulares bajo los siguiente escenarios de manejo; de los métodos de corta regular, dada la distribución diamétrica de la especie principal en esta comunidad (*Q. crassipes*), así como de las especies asociadas, principalmente *P.serotina*, es potencialmente aplicable para ambas especies, un método de corta de árboles semilleros bajo la modalidad de árboles individuales. Al igual que en lo expuesto para la comunidad uno, esta comunidad sería manejada por medio de diferentes turnos debido a la diferencia del comportamiento biológico que manifiestan cada una de las especies, ya que mientras *Q. crassipes* es una especie de lento crecimiento y, generalmente de mayor altura que las especies a las se encontró asociada, *P. serotina* fue de las especies con mayores incrementos diamétricos (Olvera y Figueroa, 1998). Bajo esta perspectiva, la regulación de las cortas podría llevarse a cabo por área y volumen, tomando en cuenta que aún cuando ésta fue de las comunidades más homogéneas en cuanto a composición de especies y estructuras diamétricas, existe la posibilidad de que bajo otra estrategia de regulación se puede presentar una gran fluctuación de los volúmenes potencialmente aprovechables a nivel rodal, lo cual no sería recomendable para la industria forestal ahí establecida. Este método de corta, aunque dificulta lograr una estructura completamente balanceada en bosques mixtos como los del área de estudio, es uno de los métodos de corta que mejor garantiza dicho fin, así como el que mejor ofrece la realización de cortas relativamente más intensas, sin excederse de los incrementos anuales estimados para las especies aprovechables de esta

comunidad.

En el caso de optar por un sistema de manejo irregular, al igual que la comunidad uno, el método de cortas de selección es potencialmente aplicable a estas comunidades. La dominancia de *Q. crassipes* en esta comunidad reduce considerablemente el riesgo de promover una sustitución de especies, ya que por un lado *P. serotina* sería regulada a través de los períodos de intervención, ya que es la segunda especie de interés de cultivo en cada uno de los rodales que integran esta comunidad debido a sus excelentes incrementos diamétricos; por su parte *A. jorullensis*, es una especie que, de acuerdo a observaciones personales en el área de estudio, aunque se presenta tanto en espacios abiertos, como en doseles cerrados o semiabiertos, generalmente no representa un riesgo de dominancia, aunque eventualmente podría ser necesario su control. *Pinus leiophylla*, por su parte, podría representar un riesgo de sustitución debido a su capacidad de establecerse en espacios abiertos, sin embargo, promover su establecimiento en los rodales aprovechados representaría una alternativa más de manejo. Para cualquiera de las alternativas de manejo arriba expuestas es importante considerar al momento de planificar que esta fue una de las comunidades con los menores incrementos diamétricos, pero mayor área basal y densidad, por lo tanto éstos deberán considerarse en el proceso de regulación de las cortas.

### **Agradecimientos**

Agradecemos al Asesor de este trabajo, Dr. Mario González Espinosa sus valiosas sugerencias y comentarios que hicieron posible el enriquecimiento del proyecto. M.C. Ramón Cuevas Guzmán e Ing. Luis Guzmán Hernández identificaron nuestras colectas haciendo posible la mayor validez de nuestra investigación. Biól. Martín Vázquez López colaboró en el muestreo de campo en el levantamiento de los sitios permanentes, además de brindarnos sus sugerencias

para mejorar la calidad del manuscrito. Carlos Ibarra Cerdeño también colaboró con nosotros en el levantamiento de sitios permanentes. Oscar Sánchez Jiménez, Abel Ceja Magaña y Felipe Gutierrez fueron nuestros apreciables guías gracias a los cuales fue más fácil el trabajo en el bosque. Raquel Alvarez diseñó el mapa del área de estudio y Esaú Correa Olvera la portada del presente escrito. Enrique Jiménez Carmona nos auxilió con la base de datos de plantas herbáceas.

### **Literatura citada**

Abrams, M.D. y J.A. Downs. 1990. Successional replacement of old-growth white oak by mixed mesophytic hardwoods in southwestern Pennsylvania. *Canadian Journal of Forestry Research*. 20:1864-1870.

Benz F. B., J. Cevallos E., E. Muñoz M., F Santana M. 1996. Ethnobotany serving society: A case study from the Sierra de Manantlan Biosphere Reserve. *Sida* 17(1): 1-16.

Coplade, 1991. Información básica del estado de Colima. Gobierno del Estado de Colima, México. 324 p.

Daniel, P.W., U.E. Helms y F.S. Baker. 1982. *Principios de Silvicultura*. McGraw Hill. Segunda edición. México, D.F. 492 p.

Davis, L. Y K. N. Johnson. 1987. *Forest Management*. Tercera edición. McGraw Hill. USA. 790 p.

Enríquez Peña, G. 1997. Contribución al conocimiento de la ecología de bosques de pino y pino-encino en el ejido El Terrero, Reserva de la Biosfera Sierra de

Manantlán, Colima. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. 88 p.

Figueroa-Rangel B. L. 1995. Ecology of natural regeneration in mixed-oak forests in Cerro Grande. M.Sc. Thesis. Wageningen Agricultural University. The Netherlands. 99 p.

Figueroa-Rangel, B.L y M. Olvera-Vargas. (En Prensa). Dinámica de la composición de especies en bosques de *Quercus crassipes* H. et B. en Cerro Grande, Sierra de Manantlán, México. *Agrociencia* 34:

Figueroa-Rangel, B.L y M. Olvera-Vargas. (En preparación). Inventarios Forestales. Libro de Texto. Centro Universitario de la Costa Sur. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, México.

Figueroa-Rangel, B.L y M. Olvera-Vargas. (En revisión). Regeneration Patterns in relation to canopy openness in mixed-oak forests in the Sierra de Manantlán, Biosphere Reserve, México. *Ecological Research*.

Flores, V.O. & Gerez, P. 1988. Conservación en México. Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. INIREB, México. 302 p.

García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México

González R., R. 1995. Distribución de especies de encino a lo largo de un gradiente topográfico en el suroeste de Hidalgo. En: Marroquín, J. (ed.). Memorias del III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. Reporte Científico, Número Especial 15, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad

Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L., México. pp: 81-82.

González-Villareal, L. M. 1986. Contribución al conocimiento del género *Quercus* (FAGACEAE) en el estado de Jalisco. Colección Flora de Jalisco. Instituto de Botánica. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México. 240 p.

González-Espinosa, M., P.F. Quintana-Ascencio, N. Ramírez-Marcial y P. Gaytán-Guzmán. 1991. Secondary succession in disturbed *Pinus-Quercus* forests in the highlands of Chiapas, México. *Journal of Vegetation Science*. 2:351-360.

González-Espinosa, M., S. Ochoa-Gaona, N. Ramírez-Marcial y P.F. Quintana-Ascencio. 1995. Current land-use trends and conservation of old-growth forest habitats in the highlands of Chiapas, México, pp. 190-198. En: M.H. Wilson y S.A. Sader (eds.). *Conservation of Neotropical Migratory Birds in Mexico*. Maine Agricultural and Forest Experiment Station Miscellaneous Publication 727, Orono, Maine, USA.

Hill, M.O. 1979. TWINSpan - A FORTRAN program for arranging multivariate data in ordered two-way table classification of individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, NY.

Husch, B., C.I. Miller y T.W. Beers. 1982. *Forest Mensuration*. John Wiley & Sons. 402 p.

INEGI. 1988. Carta topográfica, escala 1:50,000. E1323, E1324, E1333 y E1334.

Jardel P., E. J. (Coord.) 1992. Estrategia para la conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Editorial Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal., pp. 315.

- Jardel P., E. J. (Coord.) 1995. Programa de manejo forestal del ejido el Terrero, Municipio de Minatitlán, Colima. IMECBIO/Universidad de Guadalajara. 118 p.
- Jardel P., E. J., A. L. Santiago P., M. E. Muñoz M. 1995. Conservación y Manejo de los Encinos en el Bosque Mesófilo de Montaña de la Sierra de Manantlán, Jalisco y Colima. En: Marroquín, J. (ed.). Memorias del III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. Reporte Científico, Número Especial 15, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L., México. pp: 285-300.
- Jardel P., E. J. 1996. Efectos ecológicos y sociales de la explotación maderera de los bosques de la Sierra de Manantlán. IV Coloquio de Occidentalistas. Universidad de Guadalajara-ORSTOM. Guadalajara, Jalisco. 26 p.
- Johnson, P.S. 1992. Oak overstory/ reproduction relations in two xeric ecosystems in Michigan. *Forest Ecology and Management*. 48:233-248.
- Johnson, P.S. 1993. Perspectives on the ecology and silviculture of oak-dominated forests in the Central and Eastern States. General Technical Report NC-153. USDA Forest Service. North Central Forest Experimental Station. 28 p.
- Kappelle, M. 1995. Ecology of mature and recovering Talamancan Montane Quercus Forests, Costa Rica. Ph.D. Dissertation. University of Amsterdam. 273 p.
- Lazcano S., C. 1988. Las cavernas de Cerro Grande, estados de Jalisco y Colima. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México. 144 p.

MacVaugh, R. 1974. Fagaceae. Flora Novo-Galiciana, Contr. University of Michigan Herbarium. 358 p.

Magurrán, A. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, New Jersey, USA. 179 p.

Marroquín, J. 1995. Los encinos: convergencias científicas y culturales. En: Marroquín, J. (ed.). Memorias del III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. Reporte Científico, Número Especial 15, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L., México. pp: 21-27.

Martínez, M. 1981. Los encinos de México. Anales del Instituto de Biología, México. Comisión Forestal. Serie Técnica No 8. Michoacán, México. 358 p.

Martínez-Rivera, L.M., Sandoval, J.J. & Guevara, R.D. 1992. El clima en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (Jalisco-Colima, México) y en su área de influencia. *Agrociencia* Serie Agua-Suelo-Clima 2:107-119.

Meyer, H.A. 1952. Structure, growth and drain in balanced, uneven-aged stand forests. *Journal of Forestry* 50:85-92.

Moreno G., S., M. Olvera V. y B. L. Figueroa R. 1995. Sistemas silvícolas para encinares en Cerro Grande, Sierra de Manantlán. En: Marroquín, J. (ed.). Memorias del III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos. Reporte Científico, Número Especial 15, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N.L., México. pp: 301-319.

- Muñoz M., M.E. 1992. Distribución de especies arbóreas del Bosque Mesófilo de Montaña en la Reserva de la Biosfera, Sierra de Manantlán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 102 p.
- Nixon, K.C. 1993. The genus *Quercus* in México. *In*: Ramamoorthy T; R.Bye; A. Lot and J. Fa (Eds). *Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution*. New York Oxford. Oxford University Press. pp: 447-458.
- O'Hara, K.L. 1996. Dynamics and stocking-level relationships of multi-aged Ponderosa Pine stands. *Forest Science*. 42(4):1-34.
- O'Hara, K.L. 1998. Silviculture for structural diversity: A new look at multiaged systems. *Journal of Forestry* 96(7):4-10.
- Olvera V. M, y S. Moreno G. 1992. Estructura y regeneración de encinares en la Sierra de Manantlán, Jalisco. En: Arteaga. (Editor). *Memorias del Primer Foro Nacional de Manejo Forestal Integral*. pp: 403-409.
- Olvera-V., M. 1995. A growth model for mixed-oak forests in Cerro Grande, Sierra de Manantlán, Biosphere Reserve. MSc. thesis. Wageningen Agricultural University. The Netherlands. 86 p.
- Olvera V. M.; S. Moreno G. B.L. Figueroa R. 1996. Sitios permanentes para la investigación silvícola: Manual para su establecimiento. *Libros Técnicos del Instituto Manantlán*. Universidad de Guadalajara. Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad. Guadalajara, Jalisco. 56 p.
- Olvera V. M; B. L. Figueroa-Rangel; S. Moreno G; y A. Solís M. 1997. Resultados

preliminares sobre la fenología de cuatro especies de encino en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. *BIOTAM* 9(1):7-18.

Olvera V. M. y B. L. Figueroa R. 1998. Ecology and Silviculture of oak and mixed-oak forests in the Sierra de Manantlán, México. *In*: Manuel R. Guariguata and Bryan Finegan, (eds). Ecology and management of tropical secondary forest: science, people, and policy. Proceedings of a conference held at CATIE, Costa Rica, November 10-12. 1997/ - Turrialba, C.R.: CATIE:IUFRO:CIFOR:WWF:CTZ. pp: 121-135.

Pulido F.J. y S. J. Hidalgo. 1999. Regeneración natural del arbolado y uso sostenible de las dehesas. *Solo Cerdo Ibérico*. 2:71-79.

Quintana-Ascencio, P.F., M. González-Espinosa y N. Ramírez-Marcial. 1992. Survivorship and growth of *Quercus crispipilis* in successional forests of the highlands of Chiapas, México. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 119:6-18.

Quintana-Ascencio, P.F. y M. González-Espinosa. 1993. Afinidad fitogeográfica y papel sucesional de la flora leñosa de los bosques de pino-encino de los Altos de Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana* 21: 43-57.

Ramírez-Marcial, N., M. González-Espinosa y P.F. Quintana-Ascencio. 1992. Banco y lluvia de semillas en comunidades sucesionales de los bosques de pino-encino de los Altos de Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana* 20: 59-75.

Ramírez-Marcial, N., M. González-Espinosa y E. García-Moya. 1996. Establecimiento de *Pinus* spp. Y *Quercus* spp. En matorrales y pastizales de los Altos de Chiapas, México. *Agrociencia* 30: 249-257.

- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Mexico, D.F.. Limusa 290 p.
- Santiago P., A.L. 1993. Estudio fitosociológico del Bosque Mesófilo de Montaña en la Sierra de Manantlán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 105 p.
- ter Steege, H. 1994. HEMIPHOT - A programme to analyze vegetation indices, light and light quality from hemispherical photographs. The Tropenbos Foundation, Wageningen, The Netherlands.
- Van Deusen, P.C. 1989. Multiple-occasion partial replacement sampling for growth components. *Forest Science*. 35:388-400.
- Vázquez-García, J. A., Cuevas-Guzmán, R., Cochrane, T. S., Iltis, H.H., Santana-Michel F.J. y Guzmán-Hernández, L. 1995. Flora de Manantlán. SIDA Botanical Miscellany No. 13. 312 p.
- Wenger, K.L. 1984. Forestry Handbook. John Wiley & Sons. Segunda edición. USA. 1335 p.
- Young, R.A. 1991. Introducción a las Ciencias Forestales. Limusa. México, D.F. 632 p.
- Zavala Ch., F. 1990. Los encinos mexicanos: un recurso desaprovechado. *Ciencia y Desarrollo*. XVI(95):43-51.
- Zavala, Ch., F. y E. García M. 1996. Frutos y semillas de encinos. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 47 p.

Zeide, B. 1992. Reporte de la visita a la Reserva de la Biosfera, Sierra de Manantlán, México. 8 p.

## **APÉNDICE 1. VARIABLES REGISTRADAS DURANTE EL ESTABLECIMIENTO Y REMEDICIÓN DE LOS SITIOS PERMANENTES (Fuente:Olvera *et al.*, 1996).**

**a) Variables de sitio:** Se considerarán las siguientes variables que contribuyen con la descripción de las características físicas donde son establecidos cada uno de los sitios:

**Número de sitio,** se asigna un número en forma progresiva para cada sitio. Número de la fotografía aérea, se indicará el número de la aereofotografía que corresponda al sitio de muestreo.

**Línea de vuelo,** se indicará el número de línea de vuelo que corresponda a la aerofotografía del sitio de muestreo.

**Estado,** se anotará la entidad federativa correspondiente, ya que el estudio abarca los estados de Jalisco y Colima.

**Municipio,** se asignará un número a los municipios del área de trabajo, utilizando la numeración que asigna el INEGI a los municipios de cada estado.

**Localidad,** se debe anotar el nombre de la localización geográfica en su conjunto donde se establecen los sitios.

**Propiedad,** se indicará el tipo de propiedad del sitio de levantamiento de la siguiente manera:

E: Ejidal, C: Comunal, F: Federal y P: Privada.

**Altitud,** se tomará con el altímetro en metros sobre el nivel del mar (msnm).

**Pendiente,** se medirá con el clinómetro Haga y se reportará en porcentaje.

**Exposición,** es la orientación del sitio de muestreo en relación con los puntos cardinales; para su medición se usará la brújula Silva y se reportará en grados con su respectiva dirección.

**Profundidad de humus,** cuando se aprecie material vegetal totalmente degradado, generalmente de color oscuro y que no forme una estructura bien definida; se medirá con la ayuda de un flexómetro y se reportará con aproximación a milímetros.

**Profundidad de hojarasca,** en su evaluación se considerará todo aquel material vegetal sobre el piso forestal (ramillas menores a 0.5 de diámetro, hojas, frutos, etc.) sin importar el grado de descomposición en que se encuentren. Se mide la profundidad con aproximación a centímetros con la ayuda de un flexómetro.

**Apertura del dosel,** se evaluará mediante fotografías hemisféricas (ter Steege 1994). Se tomará una fotografía hemisférica al centro de cada uno de los sitios de 1m<sup>2</sup>. Se utilizará una cámara Canon AE-1 Programm y un lente ojo de pescado Canon 7.5mm/5.6. La cámara se orientará hacia el norte magnético a 1m del suelo y se nivelará colocando un nivelador de bolsillo sobre la tapa del lente. Se usará una apertura del diafragma de 5.6 y un tiempo de exposición de 1/250 para condiciones de oscuridad (bosque con dosel muy cerrado) y 1/500 para condiciones de luz intermedia y claros grandes (bordes del bosque y claros). Se utilizarán películas blanco y negro Asa 125.

Se registrarán además las siguientes variables cualitativas de acuerdo al Manual para establecimiento de sitios permanentes (Olvera et al., 1996).

**Fisiografía** considerada en seis categorías; 0) Parteaguas; 1) Meseta; 2) Ladera superior; 3) Ladera media; 4) Ladera inferior y 5) Valle.

**Topografía** se considerará en dos categorías; 1) Regular, si el relieve es continuo, es decir, que no presente ondulaciones o depresiones; 2) Irregular, si presenta una o más de las anteriores variables.

**Pedregosidad**, se referirá al tipo y cantidad de piedras presente en el sitio de muestreo, mediante dos categorías:

a) Rocas (mayores de 1m de diámetro), se clasificarán en: 0) Ausencia, 1) Muy pocas, apenas visibles, 2) Al menos una roca cada 20m, 3) Al menos una roca cada 10 m, 4) Al menos una roca cada 1 0 3 m, 5) Predominan las rocas, apenas visible el suelo.

b) Piedras (menores a 1m de diámetro), se clasificará en: 0) Ausencia, 1) Muy pocas, apenas visibles, 2) Moderada, al menos una cada 20 m, 3) Abundante, al menos una cada 2 m, 4) Muy abundante o pedregoso, una piedra cada 50 m.

**Leña**, se evaluará la presencia de ramas y ramillas presentes en el sitio en dos categorías:

a) Fina (Aquella que presenta un diámetro menor de 5 cm), se clasificará en : 0) Ausencia, 1) Muy poca, apenas visible. 2) Escasa, una pieza cada 10 m, 3) Moderada, más de una pieza cada 2,3,4 o 5 m, 4) Abundante, ramillas cubriendo la mayor parte del piso, dificultando visualizarlo.

b) Gruesa (Aquel material vegetal que presenta un diámetro mayor de 5 cm), se clasificará en:

0) Ausencia, 1) Muy poca, apenas visible, 2) Escasa, una pieza cada 10m, 3) Moderada, más de una pieza cada 2,3,4 o 5 m., 4) Abundante, ramas cubriendo la mayor parte del suelo dificultando visualizarlo.

**Erosión**, se evaluará visualmente el grado de traslado de partículas del suelo, por la acción del viento, agua o por la actividad humana. La erosión se clasificará de acuerdo a las siguientes categorías; 0) Ausencia, no se puede visualizar el suelo mineral, existe gran cantidad de materia orgánica y se observa la presencia de levaduras finas y gruesas en proceso de incorporación al suelo, 1) Leve, si se observa la pérdida de 0 a 25% del horizonte superficial (horizonte A) y existen canalillos en formación; hay ligera pérdida del suelo mineral por escurrimiento o por la acción del viento, 2) Moderada, se observa la pérdida del 25 al 75% del horizonte A, existen algunos canalillos medianos (de 2 a 5 cm de profundidad) y poca materia orgánica, así como el suelo sin materiales en proceso de incorporación, 3) Fuerte, con pérdida del 75 al 100% del horizonte A, existen canalillos profundos, no existe materia orgánica y el suelo mineral tiene un color más claro de lo normal, 4) Poco severa, con pérdida de 0 al 30% del horizonte B, no existe materia orgánica y hay cárcavas en formación; este tipo de erosión es muy intensa formando cauces de más de 20 cm de profundidad, 5) Severa, con pérdida del 30 al 60% del horizonte B y cárcavas continuas, se observan las raíces desnudas de los árboles y de otros tipos de vegetación, 6) Muy severa, este tipo de erosión es muy intensa formando grandes cauces de más de 100 cm de

profundidad, se observan las raíces desnudas de los árboles; no existe materia orgánica, y el suelo mineral tiene un color más claro de lo normal.

**Pastoreo**, la presencia de animales domésticos en el área se evaluará mediante la cantidad de excretas, rastro del ganado, así como la cantidad de pastos y hierbas dentro y fuera del sitio de muestreo, se clasificará en cinco categorías 0) Ausencia, no existe ganado en el área, 1) Ligero, excretas apenas visibles en el sitio de muestreo y se observan pastos y hierbas abundantes, 2) Moderado, excretas dentro y fuera del sitio de muestreo, al menos cada 50 m; hay pocas huellas de movimiento de animales domésticos y moderada cantidad de pastos y hierbas, 3) Fuerte, excretas a menos de 50 m una de otra, se observa marcadamente el rastro donde pasta el ganado y poca cantidad de pastos y hierbas sobre el sitio, 4) Intenso, se observa gran cantidad de caminos por donde pasta el ganado, gran cantidad de excretas visibles y presencia casi nula de pastos y hierbas.

**Incendio**, se considerará cuando de este evento se observen muestras visibles de quemaduras sobre la corteza de los árboles o en la superficie del suelo. Se clasificará en las siguientes categorías: 0) Ausencia, 1) Ligero, cuando exista evidencia sólo del consumo de la hojarasca y una parte de la leña fina; que la regeneración no muera y además existan manchones de vegetación en el piso forestal sin quemar, 2) Moderado, cuando en el arbolado existan marcas apreciables de fuego (arriba de 50 cm de altura pero abajo de 100 cm), sólo se consume parcialmente material leñoso y muere poca regeneración, 3) Fuerte, cuando en los fustes del arbolado se observen marcas de fuego arriba de 1m y se haya consumido totalmente la leña fina, quedando el suelo desnudo y mueran algunos árboles en estado de vardascal (árboles jóvenes mayores de 1.3 m de altura pero menores de 15 cm de diámetro) o joven fustal (árboles jóvenes mayores de 1.3 m de altura y mayores de 15 cm de diámetro, pero que aún no alcanzan la etapa de producción de conos y semillas). En este caso muere toda la regeneración, 4) Severo, se consume gran parte de leña gruesa, el suelo mineral queda completamente desnudo y muere la mayor parte del arbolado; en ocasiones un incendio severo puede ser producto de un incendio de copa, en el cual muere el arbolado adulto.

**Aprovechamiento forestal**: Se anotará el tipo de aprovechamiento forestal del que está siendo objeto el sitio bajo las siguientes categorías : o. No aprovechamiento 1. Aprovechamiento maderable. Si se observa que los árboles del sitio están siendo cortados para su utilización como carbón o para construcción (puntales, vigas, etc.). 2. Aprovechamiento no maderable, 2a. Hoja, 2b. Flor, 2c. Fruto, 2d. Hojarasca, 2e. Carbón.

**Número de estratos**, se anotará el tipo de estructura del bosque de acuerdo con el número de estratos que se observen en forma vertical, refiriéndonos únicamente a las especies arbóreas y arbustivas de acuerdo a las siguientes clasificaciones:

1. Bosque de un estrato, 2. Bosque de dos estratos, 3. Bosque de tres estratos, 4. No se aprecia el número de estratos (Bosque incoétaneo).

**Competencia entre copas**, se indicará el grado competitivo en que se encuentre el dosel en una de las siguientes categorías; 0) Nula, cuando se observen árboles aislados dentro del sitio o bien que esté completamente poblado pero sin que las

copas se sobrepongan una sobre otra, 1) Poca, cuando sólo una parte de la copa de los árboles llegue a sobreponerse menos del 15% del total de sus ramas, 2) Moderada, cuando la mayor parte de los árboles del sitio sobrepongan sus copas más del 15% pero menos del 30%, 3) Fuerte, cuando los árboles sobrepasen más de 30% de sus copas.

**Madurez del estrato superior**, se indicará el estado de desarrollo que presenta el estrato superior del bosque, refiriéndonos al estrato vertical más importante con capacidad de desarrollarse de acuerdo con la siguiente clasificación:

1) Regeneración: Cuando la mayoría de los individuos sean menores de 5 cm de diámetro y menores de 1.30 m de altura., 2) Joven: Arbolado mayor de 5 cm de diámetro y mayor de 1.3 m que aún no alcanzan a producir conos y/o semillas. 3) Joven reproductivo: Generalmente son árboles mayores de 20-25 cm de diámetro, se observa claramente la producción de conos y/o semillas ( si el arbolado no se encuentra produciendo conos y/o semillas ese año, se podrá tomar como referencia si existen en el suelo conos y semillas producidos en años anteriores. 4) Maduro: Arbolado de diámetros mayores de 40 cm de diámetro en los cuales se observa claramente la producción de conos y/o semillas; generalmente son árboles vigorosos cuyas yemas apicales se encuentran en etapa de crecimiento. 5) Sobremaduro: son árboles de diámetros grandes (mayores de 100 cm de diámetro), en ocasiones se observa la producción excesiva de conos y semillas, la corteza muy gruesa y no hay evidencia de crecimiento de las yemas apicales.

**b) Variables del rodal:** Consideraremos como variables del rodal a aquellas variables cuantitativas y cualitativas derivadas de la vegetación, clasificadas en tres rangos:

**Adultos** (árboles > 5 cm de diámetro normal, DN). Dentro de los sitios de muestreo de 500 m<sup>2</sup> (0.05 ha) se numeraran en forma progresiva (mediante una pistola con silicón<sup>2</sup>) todos los individuos de las especies arbóreas presentes considerando, número de individuo, la especie, diámetro normal (DN, diámetro medido a una altura de 1.30 mt en relación a la superficie de terreno), altura total del árbol y el grosor de corteza (mediante un medidor de corteza Suunto. Además se considerarán las siguientes variables cualitativas de acuerdo a Olvera et al. (1996).

Clase *silvícola*. De acuerdo a la posición que el árbol esté ocupando en el dosel se clasifican en las siguientes categorías: 1) Dominante: como regla general son los árboles fenotípicamente más sobresalientes del dosel, poseen diámetros grandes, copas bien desarrolladas y un sólo fuste. 2) Codominante: árboles parecidos a los dominantes, pero un poco más pequeños y de copas más estrechas; generalmente se encuentran abajo del dosel de los dominantes. 3) Intermedios: árboles de copas más o menos atrofiadas, en ocasiones se encuentran con la copa prácticamente libre de competencia, o bien con la copa desarrollada de un sólo lado, generalmente son árboles que se encuentran abajo del dosel superior. 4) Suprimidos, árboles de diámetros inferiores a la media general del sitio de copas pequeñas y moribundas; en ocasiones se observa que

la copa está completamente muerta pero el árbol vivo, como regla general son los árboles que se encuentran abajo del dosel general del sitio.

*Estado Biológico*, se referirá al estado biológico en que se encuentra el árbol en dos rangos: 1) vivo, 2) muerto.

*Bifurcación*, se señalarán las características de bifurcación del árbol de acuerdo a las siguientes categorías: 0) Fuste único, 1) Bifurcado en el primer tercio, 2) Bifurcado en el segundo tercio, 3) Bifurcado en el tercer tercio.

*Posición*, se referirá a la inclinación del árbol con respecto a la superficie del suelo, clasificado en tres categorías, 0) Vertical, 1) Inclinado, 2) Curvo.

*Vigor*, se referirá a la manifestación del arbolado con respecto al medio donde se desarrolla, se clasifica de acuerdo a las siguientes categorías: 1) Bueno, son plantas de aspecto vigoroso y saludable con buena cantidad de follaje, poseen generalmente un sólo tallo el cual es fuerte, vigoroso y sin daños aparentes. 2) Medio, son plantas con suficientes hojas para predecir que sobrevivirán, poseen tallo recto y bien definido. 3) Pobre, son plantas con poco follaje y de aspecto raquítico.

*Daño*, se anotará el principal daño que presente el árbol de acuerdo a las siguientes categorías: 0) Sin daño, 1) Resinado, 2) Ocoteado, 3) Cinchado, 4) Quemado, 5) Desramado, 6) Rayado, 7) Lacrado, 8) Daño por insectos, 9) Daño por hongos, 10) Derribado por viento, 11) Despuntado, 12) Con muérdagos, 13) Con cavidades de roedores, aves, etc. También se deberá anotar la posición del daño 1. Primer tercio, 2. Segundo tercio, 3. Tercer tercio.

**Plántulas** (árboles < 5 cm DN y > 1.30m de altura). Se considerará el número de individuos presentes en el sitio de 50m<sup>2</sup> tomando en cuenta la especie, DN, altura, vigor y posición con respecto al dosel.

**Renuevos** (individuos < 1.30m de altura). Dentro del sitio de 500 m<sup>2</sup> se establecerán ocho cuadros de 1 m<sup>2</sup> sobre los cuales se considerarán todos los individuos presentes dentro de los mismos considerando la especie, altura total del renuevo, vigor y posición con respecto al dosel.

*Posición con respecto al dosel* de acuerdo a las siguientes categorías:

1. Bajo dosel, si se encuentra bajo el dosel del estrato arbóreo o arbustivo.
2. Margen, cuando el renuevo se sitúa al margen de la copa de un árbol.
3. Claro, si se sitúa en un claro del rodal.

**NOTA 1:** Durante el muestreo se colectarán ejemplares de las especies presentes en los sitios para su posterior identificación y como respaldo del estudio. Los ejemplares colectados serán depositados en el Herbario ZEA del Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad perteneciente a la

Universidad de Guadalajara. Para la identificación de los especímenes colectados durante el muestreo se solicitará el apoyo de los taxónomos M. en C. Ramon Cuevas Guzmán e Ing. Francisco Santana Michel, investigadores de la Universidad de Guadalajara. Actualmente se cuenta con el permiso de colecta del INE con número de oficio D00 750.- 3647/97 a nombre del responsable del proyecto.

*NOTA 2:* Al inicio del proyecto, la numeración de los árboles que se encontraban dentro de los sitios de muestreo se llevaba a cabo colocando una etiqueta de aluminio sobre la base del árbol (aproximadamente a 15 0 20 cm de la superficie) en la que se anotaba el número del árbol y el número de sitio correspondiente, sujeta mediante un clavo. Esta metodología ocasionaba daños físicos al arbolado y, además las etiquetas eran removidas de su sitio por más de algún factor. Actualmente para la numeración de los árboles utilizamos un pistola con silicón de color transparente; esta metodología nos ofrece la ventaja de no causar daños físicos al arbolado y que el número marcado sobre la corteza del árbol permanezca más tiempo sobre el mismo.

APÉNDICE 2. Especies herbáceas presentes en bosques mixtos de encino en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

ESPECIE	FAMILIA
<i>Acalypha langiana</i> Muell. Arg.	EUPHORBIACEAE
<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	ADIANTACEAE
<i>Alchemilla pringlei</i> Fedde	ROSACEAE
<i>Archibaccharis schiedeana</i> (Benth.) J.D. Jackson	COMPOSITAE
<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michaux) Rohrb. s.l.	CARYOPHYLLACEAE
<i>Celastrus pringlei</i> Rose	CELASTRACEAE
<i>Cestrum thyrsoides</i> H.B.K.	SOLANACEAE
<i>Cologania broussonetii</i> (Balbis) DC.	LEGUMINOSAE
<i>Crotalaria aff mollicula</i> H.B.K.	LEGUMINOSAE
<i>Crotalaria mollicula</i> H.B.K.	LEGUMINOSAE
<i>Cuphea watsoniana</i> Koehne	LYTHRACEAE
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	CYPERACEAE
<i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. ex Sprang	UMBELLIFERAE
<i>Delphinium subscandens</i> Ewan	RANUNCULACEAE
<i>Didymaea alsinoides</i> (Cham. & Schlecht.) Standl.	RUBIACEAE
<i>Eupatorium arsenei</i> B.L.Rob.	COMPOSITAE
<i>Euphorbia graminea</i> Jacq. s. l.	EUPHORBIACEAE
<i>Festuca breviglumis</i> Swallen	GRAMINEAE
<i>Fragaria mexicana</i> Schlecht.	ROSACEAE
<i>Fuchsia thymifolia</i> H.B.K.	ONAGRACEAE
<i>Gentiana aff spathacea</i> H.B.K.	GENTIANACEAE
<i>Geranium seemanii</i> Peyr.	GERANIACEAE
<i>Hydrocotyle mexicana</i> Cham. & Schlecht	UMBELLIFERAE
<i>Lobelia laxifolia</i> H.B.K.	CAMPANULACEAE
<i>Lupinus exaltatus</i> Zucc.	LEGUMINOSAE
<i>Macromeria longiflora</i> (Sessé & Moc.) D. Don	BORAGINACEAE
<i>Oxalis comiculata</i> L.	OXALIDACEAE
<i>Passiflora pavonis</i> Mart.	PASSIFLORACEAE
<i>Penstemon roseus</i> (Sweet) G. Don	SCROPHULARIACEAE
<i>Philadelphus mexicanus</i> Schlecht.	SAXIFRAGACEAE
<i>Piptochaetium virecens</i> (H.B.K.) Parodi	GRAMINEAE
<i>Piqueria triflora</i> Hemsl.	COMPOSITAE
<i>Polygala myrtilloides</i> Willd.	POLYGALACEAE
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	DENNSTAEDTIACEAE
<i>Ranunculus petiolaris</i> H.B.K.	RANUNCULACEAE
<i>Rhus schmidelioides</i> Schlecht.	ANACARDIACEAE
<i>Ribes pringlei</i> Rose	SAXIFRAGACEAE
<i>Salvia vazquezii</i> Iltis & Ramamoorthy ined.	LABIATAE
<i>Scutellaria caerulea</i> Sessé & Mac. ex Benth.	LABIATAE
<i>Senecio angustifolius</i> H.B.K.	COMPOSITAE
<i>Smilax moranensis</i> M. Martens & Galeotti	SMILACACEAE
<i>Stachys aff coccinea</i> Ort.	LABIATAE
<i>Stachys aff pacifica</i> B. Turner	LABIATAE
<i>Stachys coccinea</i> Ort.	LABIATAE
<i>Symphoricarpos microphyllus</i> H.B.K.	CAPRIFOLIACEAE
<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	TILIACEAE
<i>Viola arahamii</i> Benth.	VIOLACEAE
<i>Vitis tiliifolia</i> Planch.	VITACEAE
<i>Cynanchum</i> sp.	ASCLEPIADACEAE
<i>Erigeron</i> sp.	COMPOSITAE
<i>Gnaphalium</i> sp.	COMPOSITAE
<i>Peperomia</i> sp.	PIPERACEAE
<i>Solanum</i> sp.	SOLANACEAE
<i>Stevia</i> sp.	COMPOSITAE