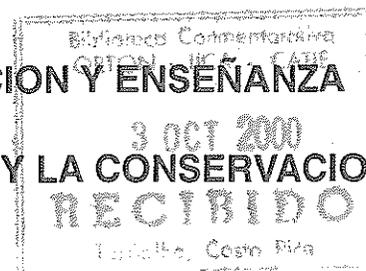


**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**FACTORES ASOCIADOS A LA REGENERACION DEL CHICOZAPOTE**  
*Manilkara zapota* Van Royen (Sapotaceae), EN EL CENTRO ECOLOGICO  
Y RECREATIVO "EL ZAPOTAL", TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS, MEXICO

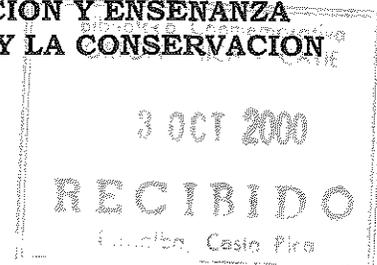
**POR**

**DELMAR CANCINO HERNANDEZ**

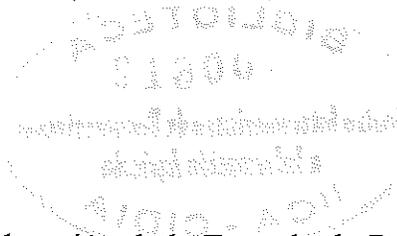
**CATIE**

Turrialba, Costa Rica  
1999

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE EDUCACION PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION  
ESCUELA DE POSGRADO**



**FACTORES ASOCIADOS A LA REGENERACION DEL CHICOZAPOTE  
*Manilkara zapota* Van Royen (Sapotaceae), EN EL CENTRO ECOLOGICO Y  
RECREATIVO "EL ZAPOTAL", TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS, MEXICO**



Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como requisito parcial para optar por el grado de:

***Magister Scientiae***

Por

✓  
**Délmor Cancino Hernández**

Turrialba, Costa Rica  
1999.

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

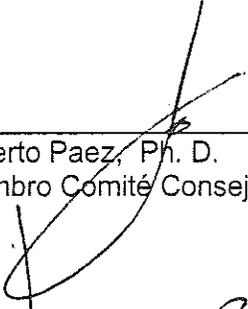
**MAGISTER SCIENTIAE**

**FIRMANTES:**



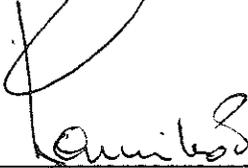
---

José Joaquín Campos Arce, Ph. D.  
Consejero Principal



---

Gilberto Paez, Ph. D.  
Miembro Comité Consejero



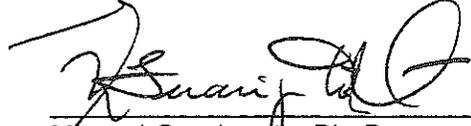
---

Daniel Marmillod, Ph. D.  
Miembro Comité Consejero



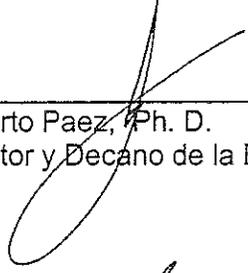
---

Eduardo Carrillo, Ph. D.  
Miembro Comité Consejero



---

Manuel Guariguata, Ph. D.  
Miembro Comité Consejero



---

Gilberto Paez, Ph. D.  
Director y Decano de la Escuela de Posgrado



---

Delmár Cancino Hernández  
Candidato

Cada vez que muere un ave,  
Cada vez que arde un bosque,  
y cada vez que una especie vegetal o animal desaparece,  
las posibilidades de supervivencia se reducen para la humanidad.

Miguel Alvarez del Toro

Dr. Gilberto Paez  
Muchísimas gracias por  
siempre.  
Delmor Candina  
Delmor

## AGRADECIMIENTOS

La realización de este proyecto fue gracias a la ayuda brindada por la fundación England Embassy por la beca otorgada para realizar mis estudios y el financiamiento del proyecto de tesis, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; y el Instituto de Historia Natural. Instituciones que han formado una importante misión en mi formación profesional.

Agradezco ampliamente la valiosa asesoría del Ph. D. José Joaquín Campos Arce, y los miembros del comité asesor Ph. D. Gilberto Paez, Ph. D. Daniel Marmillod, Ph. D. Eduardo Carrillo, Ph. D. Manuel Guariguata, y la valiosa asesoría en México de Biól. Carlos A. Guichard Romero; por su gran apoyo personal e institucional Biól. Froilan Esquinca Cano, Hebe Alvarez, Biól. Eduardo Palacios por la identificación de ejemplares botánicos, Geog. Luis Dávila García, Director de Catastro.

Como un homenaje al Dr. Miguel Alvarez del Toro fundador de la Reserva el Zapotal y gran naturalista mexicano, que ha legado una gran enseñanza a futuras generaciones.

Ph. D. Juan Aguirre, que me brindo la oportunidad de realizar mis estudios de maestría; Ph. D. Miguel Caballero, por su gran apoyo moral durante la realización de mis estudios. La valiosa asesoría de Johnny Pérez, en el análisis estadístico; Hugo Brenes en el procesamiento de información en las bases de datos.

También deseo hacer un reconocimiento a la gran ayuda brindada por el personal del Instituto de Historia Natural Biól. Gerardo Cartas, los guardabosques de la reserva el Zapotal: Miguel Ovando, Encarnación Calvo, Enrique López, quienes compartieron su experiencia y así conocer la problemática que existe en la reserva.

A todo ellos muchas gracias.

**DEDICATORIAS**

Dedico esta tesis a:

Mis padres:

Raúl Cancino Herrera

Alicia Hernández de Cancino,

quienes me han dado la mejor de las herencias,  
mis estudios profesionales.

Mis hermanos,  
Raúl, Neri, Angel, Uvi, Cielo,  
que me han servido de ejemplo  
y me han ayudado con buenos consejos.

Mis cuñadas y sobrinos que me han enseñado  
la armonía y alegría de la familia.

Mis abuelos,  
como un recuerdo de su nieto.

Con mucho cariño a  
mi esposa y compañera Rosneri,  
por su amor, comprensión y apoyo constante.

Blanca, Eduardo, Orsue, Fany, Norma,  
por su gran apoyo y entusiasmo

Maestros,  
quienes me han guiado  
por el camino de la ciencia.

A los compañeros egresados en la generación '97:  
Luis, Laura, Jesús, Judith, Tangaxuan,  
por sus valiosos consejos.

Compañeros y amigos,  
que son muchos y de  
quienes aprendí como ser.

## Contenido

	Pagina
<b>1.- Introducción</b>	1
1.1.- Objetivos	3
1.2.- Hipótesis	3
<b>2.- Revisión de literatura.</b>	4
2.1 Clasificación de la regeneración natural.	4
2.1.1 Clasificación dimensional	4
2.1.2 Clasificación ecológica.	5
2.2. Factores que influyen en la regeneración natural	7
2.2.1. Factores climáticos	7
2.2.2. Factores Edáficos	10
2.2.3. Factores bióticos	11
2.3. Metodologías para el estudio de la regeneración.	13
2.4.- Antecedentes de la especie.	16
2.4.1. Descripción de la especie	16
2.4.2. Producción en México	20
2.4.3. México en el mercado mundial	21
<b>3.- Materiales y métodos</b>	22
3.1. Descripción de la zona de estudio	22
3.2. Procedimiento	27
3.2.1 Estudio de vegetación	27
3.2.1.1 Elaboración de perfiles de vegetación	27
3.2.1.2 Monitoreo de la regeneración	28
3.2.1.2.1 Tipo de muestreo	28
3.2.1.2.2 Tipos de Parcelas de Muestreo	28
3.2.1.2.3 Ubicación de las PM	29
3.2.1.2.4 Instalación de Parcelas y subparcelas de Muestreo	30
3.2.1.2.5 Tamaño de las parcelas y subparcelas	30
3.2.1.2.6. Numeración de los árboles	31
3.2.1.2.7. Ubicación de los árboles en las subparcelas	31
3.2.1.2.8. Variables que fueron medidas	32
3.2.1.3. Evaluación de las características de sitio	36
3.2.1.3.1 Indicadores topográficos	36
3.2.1.3.2 Datos climáticos	36
3.2.1.3.3 Datos de hábitat	37
3.2.1.4. Formularios de campo	38
3.2.1.5 Análisis de datos	39
3.2.1.5.1 Caracterización de la población a partir de la muestra	39
3.2.1.5.2 Análisis comparativo de variables	39
3.2.1.5.3 Comparación entre categorías de regeneración	39
3.2.1.5.4 Análisis de densidad, abundancia e índices de similitud	39
3.2.1.5.5 Propuesta de zonificación para manejo	39
3.2.1.5.6 Análisis de las variables.	40
3.2.1.5.7 Estructura de las bases de datos.	41
<b>4.- Resultados y Discusión</b>	42
<b>5.- Conclusiones y Recomendaciones</b>	69
<b>6.- Bibliografía</b>	72
<b>7.- Anexos</b>	76

Cuadros	Pagina
1.- Categorías de regeneración y tamaño de las unidades de muestreo establecidas, en parcelas permanentes de 0.25 ha.	30
2.- Las variables medidas están en relación con la categoría de regeneración monitoreada	32
3.- Las variables medidas para Fustales	33
4.- Criterios utilizados para las Clases de forma de fuste.	34
5.- Criterios utilizados para las Clases de iluminación de copa.	34
6.- Criterios utilizados para la Forma de copa.	35
7.- Criterios utilizados para el grado de infestación de lianas.	35
8.- Criterios utilizados para las clases de pendientes.	36
9.- Criterios utilizados para la posición del terreno en la pendiente.	36
10.- Las variables medidas están en relación con la categoría de regeneración.	40
11.- Guía de los análisis estadísticos según tipo de variable.	40
12.- Guía de análisis estadísticos para variables de indicadores topográficos.	40
13.- Guía de análisis estadísticos para las variables de datos de hábitat.	41
14.- Guía de análisis estadísticos para las variables del tipo de suelo.	41
15.- Tabla de asociación fitosociológica para la Reserva "El Zapotal". se presenta composición florística y agrupamiento de las especies, a través del método de varianza mínima. (Arboles con dap > 10 cm, IVIS (A%+D%), MAX 100%).	44
16.- Valores del índice de valor de importancia para la selva baja caducifolia.	47
17.- Valores del índice de valor de importancia para la zona de transición de los tipos de vegetación	48
18.- Valores del índice de valor de importancia para la Selva mediana subperennifolia conservada es el siguiente:	49
19.- Valores del índice de similitud de Simpson y Shanon y Equitabilidad para los tipos de vegetación.	52
20.- Valores del índice de similitud de Simpson y Shanon y Equitabilidad a nivel de parcelas	53
21.- Tabla de producción de látex de Chicozapote en función de la categoría diamétrica.	55
22.- Datos de demográficos por estrato de regeneración de <i>Manilkara zapota</i> .	58
23.- Datos de altura por estrato de regeneración de <i>Manilkara zapota</i> .	58
24.- Datos de DAP por estrato de regeneración de <i>Manilkara zapota</i> .	58
25.- Clase de iluminación por estrato de regeneración.	62
26.- Resultados del muestreo de estado fitosanitario de los estratos de regeneración	63
27.- Número de individuos por especie de fauna que presentó interacción.	64
28.- Resultados obtenidos de las pruebas de Chi cuadrado y en el nivel de significancia de cada una de las variables de sitio.	65
29.- Pruebas de F (Univariado) por variable individual para comparar los estratos de regeneración.	66
30.- Prueba de F tomando las 12 variables en conjunto (Multivariado) para comparar los estratos de regeneración.	66
31.- Resultados del análisis Discriminante Canónico.	66
32.- Correlación de las variables de sitio con la primer variable canónica.	67

<b>Figuras</b>	<b>Página</b>
1.- Distribución de <i>Manilkara zapota</i> en el Continente Americano.	19
2.- Exportaciones de Chicle natural de México en el período de 1990-1997.	21
3.- Mapa de Localización del Centro Ecológico y Recreativo "El Zapotal"	23
4.- Mapa Geológico del Centro Ecológico y Recreativo "El Zapotal"	24
5.- Precipitación y temperatura anual para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.	26
6.- Mapa de localización de los transectos en "El Zapotal"	27
7.- Mapa de localización de las parcelas de medición para el monitoreo de la regeneración en "El Zapotal"	29
8.- Dendrograma de similitud de la vegetación, resultante del análisis de conglomerados de los datos de las parcelas.	42
9.- Mapa de vegetación de la reserva.	46
10.- Porcentaje de índice de valor de importancia de las especies presentes en selva baja caducifolia.	50
11.- Porcentaje de índice de valor de importancia de especies (zona de transición).	51
12.- Porcentaje de índice de valor de importancia de las especies presentes en selva mediana subperennifolia (conservada).	51
13.- Distribución diamétrica de individuos de las especies dominantes en la selva mediana subperennifolia.	54
14.- Número de individuos por categoría de iluminación de las especies de selva mediana subperennifolia.	55
15.- Distribución de las especies por gradiente altitudinal selva mediana subperennifolia	56
16.- Distribución del número de individuos por estrato de regeneración.	57
17.- Número de individuos de <i>Manilkara zapota</i> por altura (m.)	59
18.- Número de individuos de <i>Manilkara zapota</i> por clase diamétrica (cm.)	59
19.- Número de individuos según la altitud para la regeneración de <i>Manilkara zapota</i>	60
20.- Número de individuos según tipo de suelo para los estratos de regeneración.	61
21.- Número de individuos según la humedad para los estratos de regeneración	61
22.- Clases de iluminación para los estratos de regeneración de <i>Manilkara zapota</i>	62
23.- Gráfica de Análisis canónico con 12 variables	67

## **ANEXOS**

1.- Forma de fuste	77
2.- Iluminación de copa	78
3.- Forma de copa	79
4.- Formularios de campo	80
5.- Estructura de las bases de datos.	86
6.- Listas de especies	89
7.- Cuadros de iluminación	93
8.- Efecto de recuperación con fotos aéreas.	94

## Resumen.

Los estudios ecológicos permiten determinar los efectos de las condiciones ambientales y las tasas de crecimiento en una etapa juvenil sobre la capacidad de crecimiento futuro. De esta manera se puede evaluar las consecuencias en individuos que estén suprimidos por diferentes períodos o en las diferentes etapas de su desarrollo. Tales datos demográficos, combinados con la medición de factores ambientales, son fundamentalmente para la interpretación del proceso de regeneración en árboles tropicales (Clark y Clark, 1987).

El término regeneración se refiere a la reproducción de especies forestales que ocurre en la sucesión natural de un bosque. Esto involucra el reemplazo de una comunidad por otra en un tiempo variable, el cual implica un cambio en la composición florística, fisionómica y estructural de las comunidades. (Budowski, 1965; Gómez-Pompa *et. al.*, 1991). La permanencia del bosque en su estado natural está basada en su propia capacidad de autorecuperarse, en consecuencia, para el éxito de cualquier sistema de manejo forestal sostenible es fundamental el conocimiento de los aspectos que rigen la dinámica de la regeneración.

La zona de estudio es una reserva ecológica, donde *Manilkara zapota* (Sapotaceae) está presente, sirve como fuente de alimento y refugio para diferentes especies de animales, además favorece el desarrollo de otras plantas que crecen bajo el dosel, esta es una importante función ecológica dentro del ecosistema.

En el estudio se utilizó parcelas para el estudio de la regeneración, los resultados indican que existen dos estratos de vegetación. Selva Mediana Subperennifolia con 46 especies en 662 individuos y Selva Baja Caducifolia con 39 especies en 231 individuos, se encontraron 16 especies presentes en ambos tipos de vegetación.

Las especies con mayor índice de valor de importancia fueron: En Selva mediana Subperennifolia *Manilkara zapota*, *Cedrela mexicana*, *Diospyrus digyna*, *Zuelania guidonia*, *Ficus glauscecens*, *Aphananthe monoica*. En Selva Baja Caducifolia, *Bursera excelsa*, *Alvaradoa amorphoides*, *Heliocarpus reticulatus*, *Leucaena leucocephala*, *Bursera simarouba*, *Bursera instabilis*.

La población de *Manilkara zapota* presenta una distribución típica de "J" invertida, esto indica que existe una disminución debido a los requerimientos espaciales y de establecimiento de los individuos. La caracterización por clases diamétricas de la regeneración, esto indica que existen individuos suficientes para poder asegurar la regeneración de *Manilkara zapota*.

Con relación a las variables de sitio se determino que la altitud afecta la distribución de la especie y la regeneración es abundante en altitudes bajas. La variación en pendiente, si interfiere con los estratos de regeneración de latizal bajo, brinzal y plántula. Los estratos de regeneración requieren suelos profundos, de tipo migajón, con alta humedad.

La iluminación es un factor importante en la regeneración y presenta una estratificación por tipo de regeneración, en los fustales se observó que prefieren iluminación 1 y 2; en latizal alto requiere 1,2,3, para latizal alto requiere 2,3,4; en

brinzales 2,3,4 y en plántulas 3,4,5; indicando con esto que la especie requiere de dosel para regenerarse y claros para crecer por los requerimientos de luz en los estratos superiores.

Los análisis para caracterizar las variables de sitio fueron altamente significativos, el análisis de correlación canónica para discriminar las variables, indica que las variables de altura total, exposición de copa, altitud, forma de copa, profundidad de suelo, textura y pendiente, son las variables más importantes para la caracterización del sitio de *Manilkara zapota*. Estas tienden a explicar la variación de los grupos de regeneración y son las que influyen en el crecimiento y distribución de la especie.

Con esta investigación se generó los conocimientos básicos sobre la regeneración natural del Chicozapote en la zona de estudio, identificando los factores que tienen influencia, la respuesta de la especie. Esto permitirá establecer planes de manejo silvicultural para asegurar la sostenibilidad de esta especie en la reserva.

**Cancino H., D.** 1999. Factores asociados a la regeneración del Chicozapote (*Manilkara zapota*), en el Centro Ecológico y Recreativo "El Zapotal", Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 85 p.

Palabras clave: México, Chiapas, regeneración natural, *Manilkara zapota*, Chicozapote, gradientes ambientales, micrositio.

## Summary.

The ecological studies allow to determine the effects of the environmental conditions and the rates of growth in a juvenile stage about the capacity of future growth. This way you can evaluate the consequences in individuals that are suppressed by different periods or in the different stages of their development. Such demographic data, combined with the measurement of environmental factors, are fundamental for the interpretation of the regeneration process in tropical trees (Clark and Clark, 1987).

The term regeneration refers to the reproduction of forest species that happens in the natural succession of a forest. This involves the substitution of a community at one time for another variable, which implies a change in the floristic, fisionómic and structural composition of the communities. (Budowski, 1965; Gomez-Pompa et. al., 1991). The permanency of the forest in its natural state is based on its own self-recovery capacity, in consequence, for the success of any system of sustainable forest handling it is fundamental the knowledge of the aspects that govern the dynamics of the regeneration.

The study area is an ecological reserve, where *Manilkara zapota* (Sapotaceae) is present, it is good as food source and refuge for different species of animals, it also favors the development of other plants that grow under the canopy, due to this important ecological function inside the ecosystem.

In the study it was used parcels for the study of the regeneration, the results indicate that two strata of vegetation exist. Medium forest Subperennifolia with 46 species in 662 individuals and Low Forest Caducifolia with 39 species in 231 individuals, was 16 present species in both types of vegetation.

The species with the highest index of value of importance were: In medium Forest Subperennifolia *Manilkara zapota*, *Cedrela mexicana*, *Diospyrus digyna*, *Zuelania guidonia*, *Ficus glauscegens*, *Aphananthe monoica*. In Low Forest Caducifolia, *Bursera excelsa*, *Alvaradoa amorphoides*, *Heliocarpus reticulatus*, *Leucaena leucocephala*, *Bursera simarouba*, *Bursera instabilis*.

The population of *Manilkara zapota* presents a typical distribution of invested " J ",. The characterization for diametric classes of the regeneration, indicates that enough individuals exist to be able to assure the regeneration of *Manilkara zapota*.

With relationship to the site variables had to determined that the altitude affects the distribution of the species and the regeneration is abundant in low altitudes. The variation in slope, interferes with the strata of regeneration of low latizal, brinzal and plántula. The regeneration strata require deep floors, of type crumb, with high humidity.

The illumination is an important factor in the regeneration and it presents a stratification for regeneration type, in the fustales it was observed that they prefer illumination 1 and 2; in high latizal it requires 1,2,3, for high latizal it requires 2,3,4; in brinzales 2,3,4 and in plántulas 3,4,5; indicating with this that the species

requires of canopy to be regenerated and clearings to grow for the requirements of light in the superior strata.

The analyses to characterize the place variables were highly significant, the analysis of canonical correlation to discriminate against the variables, indicates that the variables of total height, light exposition, altitude, canopy shape, floor depth, texture and slope, they are the most important variables for the characterization of the site of *Manilkara zapota*. These spread to explain the variation of the regeneration groups and they are those that influence in the growth and distribution of the species.

With this investigation it was generated the basic knowledge on the natural regeneration of the Chicozapote in the study area, identifying the factors that have influence, the answer of the species. This will allow to establish silvicultural plans to assure the sustainability of this species in the reserve.

Cancino H., D. 1999. Factors associated to the regeneration of the Chicozapote (*Manilkara zapota*), in the Ecological and Recreational Center The Zapotal", Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Mexico. Thesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 85 p.

Words key: Mexico, Chiapas, natural regeneration, *Manilkara zapota*, Chicozapote, environmental gradients, micrositio.

## 1.- Introducción

La permanencia del bosque en su estado natural está basada en su propia capacidad de autorecuperarse, en consecuencia, para el éxito de cualquier sistema de manejo forestal sostenible es fundamental el conocimiento de los aspectos que rigen la dinámica de la regeneración. Únicamente conociendo los requerimientos ecológicos de las diferentes especies de interés es posible manipular, por medio de los tratamientos silviculturales, los procesos de establecimiento y crecimiento de la regeneración y así lograr el manejo deseado (Sáenz y Finegan, 1996).

El término regeneración se refiere a la reproducción de especies forestales que ocurre en la sucesión natural de un bosque. Esto involucra el reemplazo de una comunidad por otra en un tiempo variable, el cual implica un cambio en la composición florística, fisionómica y estructural de las comunidades. Esta definición es práctica porque incluye muchos tipos de manipulación del bosque, con respecto a densidad de árboles, los volúmenes en pie de las fases de crecimiento y la composición de la especie. (Budowski, 1965; Gómez-Pompa *et. al.*, 1991).

En todo ecosistema forestal ocurre una serie de procesos naturales que rigen la dinámica del mismo. Entre estos procesos se pueden mencionar el envejecimiento natural y la regeneración de los rodales a través de la dispersión de semillas. Este ecosistema no necesariamente pasa de la fase de envejecimiento directamente a la fase de regeneración. Según la magnitud espacial y temporal de los procesos y fenómenos naturales que lo afectan, podría incurrir en fases de bosque de selección (árboles de todos tamaños, tanto en superficies grandes como en superficies pequeñas); una fase de decrepitud (disminución continua del crecimiento hasta llegar a una producción nula), o degradarse tan fuertemente que en vez de empezar el ciclo de regeneración natural del bosque, se da inicio a un proceso dinámico diferente denominado sucesión natural; pasando por una fase de pioneras (Schütz, 1984; Whitmore, 1984).

Los estudios ecológicos permiten determinar los efectos de las condiciones ambientales y las tasas de crecimiento en una etapa juvenil sobre la capacidad de crecimiento futuro. De esta manera se puede evaluar las consecuencias en individuos que estén suprimidos por diferentes períodos o en las diferentes etapas de su desarrollo. Tales datos demográficos, combinados con la medición de factores ambientales, son fundamentales para la interpretación del proceso de regeneración en árboles tropicales (Clark y Clark, 1987).

La conservación de un ecosistema forestalmente productivo requiere de intervenciones silviculturales adecuadas (perturbaciones humanas) para guiar su dinámica a una producción sostenible, perpetua y óptima de madera, de beneficios intrínsecos como la protección, conservación de biodiversidad, recreo y otros productos forestales (Pedroni, 1991).

La zona es una reserva ecológica, donde el Chicozapote (*Manilkara zapota*) está presente, sirve como fuente de alimento y refugio para diferentes especies de animales, además favorece el desarrollo de otras plantas que crecen bajo el dosel. Debido a esta importante función ecológica dentro del ecosistema, se considera necesario caracterizar la población con base a su abundancia y distribución, además de analizar la estructura vertical y analizar las condiciones de micrositio que afectan la regeneración de la especie.

Con esta investigación se pretende generar los conocimientos básicos sobre la regeneración natural del chicozapote en la zona de estudio, se elaborarán mapas de vegetación para la reserva, para zonificar el área, identificando los factores que tienen influencia y conocer cual es la respuesta de la especie. Todo esto permitirá establecer planes de manejo silvicultural para asegurar la sostenibilidad de esta especie en la reserva.

## 1.2.- Objetivos

### Objetivo general

Identificar los factores ambientales y bióticos que afectan a la regeneración de *Manilkara zapota* (Sapotaceae) en una reserva ecológica.

### Objetivos específicos

- Caracterizar la población del chicozapote (*Manilkara zapota*), conociendo la estructura vertical y la composición diamétrica de la regeneración de la especie en la zona de estudio.
- Determinar la abundancia de individuos en la población y conocer el tipo de distribución espacial que presenta la regeneración natural del chicozapote (*Manilkara zapota*).
- Identificar la relación entre las condiciones de sitio de la zona de estudio y el desarrollo del Chicozapote (*Manilkara zapota*).

## 1.3.- Hipótesis

H1 La regeneración del Chicozapote no es adecuada para asegurar la estabilidad de la población de la especie.

H2 La variación ambiental no está asociada con la regeneración del chicozapote.

## **2.- Revisión de literatura.**

### **2.1 Clasificación de la regeneración natural.**

Existen muchos autores que han desarrollado teorías, en cuanto a la forma de cómo las especies aprovechan los recursos, en función a estrategias y su clasificación se basa principalmente en como su crecimiento está determinado por el factor luz y las condiciones microambientales.

Martínez y Ramos, (1985). Otros basados en conceptos de afinidad ecológica, frecuentemente se ha hecho referencia a la existencia de grupos de árboles ecológicamente disímiles en los bosques húmedos, básicamente diferenciados en terminología forestal de tolerantes a la sombra y demandantes de luz (Clark y Clark, 1987). Estas consideraciones han estimulado diferentes estudios y se tienen las siguientes:

#### **2.1.1 Clasificación dimensional**

En los primeros años de establecimiento y crecimiento de la regeneración natural, se requiere dar un mantenimiento relativamente intensivo de la misma, con el propósito de optimizar su producción. El mantenimiento necesario varía según el tamaño alcanzado por la regeneración, iniciándose con una selección negativa en la etapa de brinzal y pasando posteriormente a una selección positiva cuando las plantas ya han alcanzado cierto tamaño que permite fácilmente reconocer los individuos de mejor calidad (Synnott, 1979)

Hutchinson (1993) considera que las operaciones silviculturales aplicadas a la regeneración natural dependen del tamaño de la misma y las clasifica en las siguientes categorías de acuerdo a su dimensión:

- ✓ Plántula: Individuos de 0.10 m. a 0.29 m.
- ✓ Brinzales: Individuos de 0.3 m de a 1.50 m. de altura.
- ✓ Latizal: Bajo: de 1.50 m de altura a 4.9 cm de dap.  
Alto: de 5.0 cm a 9.9 cm de dap.
- ✓ Fustal: mayores de 10 cm de dap.

### 2.1.2 Clasificación ecológica.

Desde el punto de vista ecológico, la luz es uno de los principales factores que afecta las posibilidades de establecimiento y crecimiento de la regeneración, por esta razón también resulta indispensable clasificar las especies en función de su temperamento. Esta clasificación es uno de los elementos fundamentales para elegir la técnica silvicultural de regeneración más apropiada (Schütz, 1984).

El término gremio (guild) se define como un grupo de especies que utilizan los mismos recursos del ambiente de una manera similar, sin que ellas tengan una afinidad en cuanto a posición taxonómica, traslapando en sus requerimientos de nicho (Root, 1967). Existen muchas clasificaciones con base en el temperamento de las especies, siendo la más sencilla una simple distinción entre especies heliófitas ó intolerantes a la sombra y especies esciófitas ó tolerantes a la sombra (Hartshorn, 1972). Sin embargo algunos autores afirman la existencia de patrones intermedios dentro de estas dos categorías. Por lo tanto se han elaborado otras, como la realizada por Whitmore (1984), quien dividió las especies en 4 grupos considerando la interacción entre la dinámica de aperturas y las diferentes características biológicas de las especies:

- ✓ Especies que se establecen y crecen bajo dosel
- ✓ Especies que se establecen y crecen bajo dosel, y que se benefician con claros.
- ✓ Especies que se establecen bajo dosel, pero requieren claros para crecer.
- ✓ Especies que se establecen y crecen solamente en los claros.

A pesar de que existen varias clasificaciones, se han iniciado estudios para dar un refinamiento del marco conceptual. En realidad es poco factible caracterizar el comportamiento de una especie desde la germinación de la semilla hasta el árbol maduro con un término "tolerante a la sombra" o "dependiente de claros", debido a que las especies muestran "cambios" en el grado de tolerancia a la intensidad de la iluminación de acuerdo con la edad de la planta y su posición en el dosel (Clark y Clark, 1987).

Denslow (1987), sostiene a los gremios como un conjunto de especies de árboles altamente evolucionados y en nichos diferenciados, en agrupaciones estables o semiestables.

De acuerdo a Swaine y Whitmore (1988), las especies difieren de numerosas maneras, especialmente en cuanto a su autoecología, enmarcándose en dos grupos o también llamados gremios, con una sencilla diferencia cualitativa de profunda consecuencia ecológica. Las especies de los bosques húmedos y muy húmedos tropicales se agrupan en función de la respuesta a la variación de la luz y a cambios provocados en el microclima bajo el dosel.

Con fines prácticos para determinar el sistema de regeneración más apropiada a una especie, existe una nueva clasificación propuesta por Finegan (1991) realizada con base en información recopilada de varios autores (Budowski, 1965; Hartshorn, 1972; Whitmore, 1984), la cual toma en cuenta no solo las exigencias para el establecimiento, sino también para el crecimiento de la regeneración.

Dicha clasificación (Finegan, 1991) hace la siguiente distinción:

- ✓ Heliófitas efímeras.- Se establecen y crecen solamente en claros grandes.
- ✓ Heliófitas durables. Se establecen bajo dosel pero requieren de claros para crecer.
- ✓ Esciófitas parciales. Se establecen y crecen bajo dosel, pero exigen luz directa para pasar de la etapa de fuste joven a fuste maduro.
- ✓ Esciófitas totales. Se establecen y crecen bajo dosel.

Siendo esta la clasificación más actualizada y el mejor criterio para caracterizar a las especies por sitio de regeneración exitosa.

## 2.2. Factores que influyen en la regeneración natural

Los procesos naturales de la dinámica del bosque no están afectados únicamente por los fenómenos naturales como inundaciones, deslizamientos, incendios; sino también son regulados constantemente por factores de diversos tipos y son:

- ✓ **Factores climáticos:** como temperatura, precipitación, luz solar y la duración del día, la humedad y el viento;
- ✓ **Factores edáficos:** La roca madre, el suelo (pH, textura, estructura, nutrientes, materia orgánica), la topografía, drenaje y el grado de erosión;
- ✓ **Factores bióticos:** Dentro de estos se encuentran, la competencia entre especies, la fauna y los parásitos vegetales.

Todos ellos, ejercen un fuerte control sobre la fisiología y la reproducción, lo cual se refleja en la estructura del ecosistema (Sterringa, 1974, Etherington, 1982). A continuación analizaremos cada uno de ellos:

### 2.2.1. Factores climáticos

#### **El clima**

Caracterizado por la variación en la precipitación, y por efecto del relieve existen diversas clases de climas; estos valores climáticos son factores que afectan el crecimiento de las plantas, de esta manera existen regiones tropicales y subtropicales que forman desiertos o bosques pluviales; por otro lado regiones frías con zonas de muy elevada precipitación en los Andes. Se han empleado varios índices y fórmulas para clasificar regiones climáticas, dentro de ellas se encuentra el sistema de clasificación climática de Köppen, y el sistema de zonas de vida de Holdridge, los cuales son ampliamente utilizados (Sterringa, 1974, aus der Beek et. al. 1992).

## **La temperatura**

Es uno de los factores que influye en la distribución de las especies forestales, puede ser un factor determinante en diversas fases del desarrollo de una planta, debido a que la presencia de árboles es posible solo dentro de ciertos márgenes. La resistencia está en relación tanto con la temperatura del aire como la temperatura del suelo. Para la germinación de las semillas de árboles forestales existen temperaturas óptimas para muchas especies, mientras que algunas especies son bastantes indiferentes (Sterringa, 1974).

Para todos los tipos de regeneración forestal es necesario conocer los siguientes datos en cuanto al sitio de regeneración: temperatura media (anual, mensual), periodicidad de la temperatura, promedio de temperaturas mínimas y máximas (diarias, mensuales y anuales), y las temperaturas extremas absolutas, estas últimas pueden ser muy importantes porque a veces limitan o prohíben el crecimiento de ciertas especies (Sterringa, 1974).

## **Precipitación**

Los requisitos hídricos varían según las especies y el período de crecimiento; la disponibilidad depende de las condiciones atmosféricas y la capacidad de retención de agua en el suelo. En regiones superhúmedas es necesario evitar las erosiones superficiales y estimular la infiltración del exceso de humedad. Aquí la intensidad de evapotranspiración parece estar determinada por el clima en sí y no por el período de crecimiento de las plantas o por la cubierta vegetal. Los aspectos que hay que tener en cuenta son las características del suelo y la selección de la especie. (Etherington, 1982)

En las zonas de neblina, la condensación nocturna en los bosques, aumenta considerablemente la precipitación total, lo que podría ser un factor favorable en la reforestación. La cantidad de precipitación es importante por los efectos erosivos sobre el suelo. La erosión comienza cuando alcanza de 0.3 a 0.5 mm por minuto y es muy seria cuando la intensidad alcanza arriba de 0.5 mm por minuto.

El grado final de erosión posible está determinado por la pendiente del terreno, la duración media de las precipitaciones torrenciales y su frecuencia en el año, la composición de la roca madre y la cobertura vegetal. En la regeneración forestal es necesario conocer las exigencias de la especie y datos de precipitación, periodicidad, promedios y datos de humedad relativa y condiciones edáficas. (Etherington, 1982).

### **Luz solar**

Es indispensable para fotosíntesis y la asimilación de las plantas. La intensidad y la calidad de la luz varían con:

- ✓ Latitud geográfica: al alejarse del ecuador es menor la intensidad.
- ✓ Exposición y pendiente: diferencias entre los lados de una montaña.
- ✓ Altitud: a mayor altura menor absorción atmosférica de luz.
- ✓ Nubosidad: reduce el paso de los rayos solares.
- ✓ Tiempo de exposición solar durante el día.

Los árboles utilizan muy poco la energía que llega al bosque en forma de luz, en general solamente 1-2 por ciento es utilizado para la asimilación. Los mejores fustes se obtienen en bosques cerrados, en los cuales las ramas han muerto y caído, principalmente por falta de luz. Esta característica es muy importante permite clasificar a las especies en heliófitas y esciófitas. (Roussel, 1972).

Además es importante para la germinación de las semillas, para el desarrollo y crecimiento de las plantas, siendo este factor más afectado por las intervenciones silviculturales, este fácilmente puede ser regulado y adaptado según las exigencias de la especie que se desea estimular a la regeneración (Roussel, 1972).

### **El viento**

Afecta las plantas mediante su influencia sobre otros factores climáticos, sus efectos mecánicos influyen en el incremento de la transpiración y la dispersión de semillas; determina dirección de la precipitación, deformación, rotura, achaparramiento y aumentan con la altitud; además provoca desecación y descenso de la temperatura cuando se mueve rápidamente. (Etherington, 1982).

### 2.2.2. Factores edáficos

#### La roca madre

Permite dar una idea de la riqueza del suelo, siempre que haya sufrido podzolización y laterización. Las rocas ferromagnéticas, basaltos, diaclasa y diorita tienen alto contenido de sales nutritivas, especialmente el magnesio y calcio. Las rocas ácidas ígneas, gneis, granito y sienita son suficientemente ricas, excepto en calcio. Las rocas silíceas y cuarcitas tienen bajo contenido en sales nutritivas, especialmente fosfato y potasio. Las rocas calcáreas, dolomita y piedra caliza contienen demasiado calcio, pero a veces son deficientes en potasio y fosfato (Sterringa, 1974).

#### El suelo

Es útil identificar las características del suelo como el pH, estructura, textura, nutrientes, materia orgánica y su efecto varía para cada especie:

El pH determina las condiciones de reacción, solubilidad y accesibilidad de las sustancias nutritivas, caracterizando a veces la presencia de ciertas especies.

El conocimiento de la estructura del suelo permite interpretar su estabilidad y los movimientos verticales del agua. (Sterringa, 1974).

La textura indicada por la proporción de arena, limo y arcilla, que influyen sobre la permeabilidad, la intensidad de infiltración, capacidad de retención de humedad, así como la disponibilidad de sustancias nutritivas y sobre el desarrollo de las raíces del árbol (Sterringa, 1974).

La descomposición de materia orgánica, es más efectiva cuando esos residuos se humedecen y se secan repetidamente, reduciendo la arcilla que restringe la actividad microbiológica. (Etherington, 1982).

Los nutrientes son necesarios para el desarrollo de las plantas como son: potasio, nitrógeno, fósforo, magnesio, calcio y micronutrientes como boro, zinc, molibdeno; la cantidad y calidad disponible en el suelo es un factor limitante para el ciclo de vida de una especie. Los microorganismos cooperan con la descomposición de la materia orgánica, reciclando nutrientes, de igual manera las micorrizas, las cuales viven en simbiosis con las raíces de los árboles y en algunas especies es indispensable para la germinación. (Etherington, 1982).

### **La topografía**

Se refiere a los gradientes altitudinales, el relieve y pendiente del terreno, estos afectan de diferentes formas a los individuos, pudiendo ser un factor limitante para su crecimiento y distribución. (Whitmore, 1984).

### **2.2.3. Factores bióticos**

#### **Competencia interespecífica e intraespecífica.**

La competencia por recursos y condiciones de espacio, luz, nutrientes, agua, entre las diferentes especies de árboles o entre árboles de la misma especie, provoca que la especie no se encuentre en lugares favorables y determina la distribución y abundancia de las especies.

#### **La fauna**

En el bosque es sin duda un factor biótico relevante, para el establecimiento y crecimiento de la regeneración: El efecto positivo favorece la dispersión de semillas, aumenta el radio de la regeneración natural, como sucede con mamíferos y las aves, los insectos favorecen la polinización (Etherington, 1982).

El efecto negativo que provocan los herbívoros, sobre las plantas al comerse las raíces, hojas o semillas. También los insectos pueden afectar considerablemente la germinación de las semillas, llegando a destruir hasta casi el 100% de la producción semillera (Etherington, 1982).

Los parásitos vegetales como hongos, atacan el establecimiento de especies forestales, producen enfermedades y plagas que deterioran la regeneración (Etherington, 1982).

### **La germinación**

Se refiere a la viabilidad de la semilla para germinar, a las condiciones ambientales de humedad, temperatura, luz que requiere la semilla para su desarrollo, y de esta manera asegurar la regeneración de la especie bosque, también las semillas pueden ser atacadas por plagas, enfermedades o la fauna y ser destruidas o dispersadas a zonas no favorables para su crecimiento.

### **La fenología de la especie**

Con esta se puede determinar la periodicidad de crecimiento, floración, fructificación de la especie. El buen conocimiento de la especie es indispensable para manejar la regeneración forestal. (Aus der Beek *et. al.* 1992)

Cada uno de estos factores, interactúan de forma directa o indirecta, en forma aislada o en conjunto sobre las plantas y determinan el tipo de regeneración del bosque. Además, existen otros factores como la densidad de la cobertura vegetal, que van a determinar la existencia o no de un proceso de regeneración.

### **2.3. Metodologías para el estudio de la regeneración.**

En la década de los 60's Wyatt-Smith desarrolló una metodología para estimar la abundancia de la regeneración natural en diferentes categorías de tamaño y en distintas etapas de desarrollo para rodales comerciales de los bosques de Malasia, dentro del contexto del Sistema Uniforme Malayo (MUS).

Synnott (1979), recomienda el uso de pares de parcelas distribuidas al azar en cada estrato identificado, en cuyo caso estas representan bloques teóricos. Esta metodología es eficiente para reducir el error de muestreo solamente si las diferencias entre las dos parcelas de un bloque son, en promedio, menores que las diferencias entre otras dos parcelas ubicadas en bloques diferentes. En este sentido, puede ocurrir que los bloques pierdan su utilidad después de una operación silvicultural o cualquier cambio drástico en la vegetación de determinado estrato.

El tamaño óptimo de la parcela, depende del tipo de bosque, la riqueza de especies, el conjunto diamétrico a considerar en la muestra, el tamaño máximo de los individuos, la densidad y tamaño de claros en el rodal, los objetivos del estudio y finalmente, de la precisión requerida en la relación los costos de instalación y monitoreo.

Existen diferentes tipos de parcelas, las hay circulares, rectangulares, a la forma cuadrada se le reconocen las siguientes ventajas: menores costos de instalación para áreas similares y menor superficie de amortiguamiento, con esto se reducen errores de medición en árboles de borde, se reducen efectos de caminos y pistas de arrastre, existe menor posibilidad de sobre o subestimar los parámetros del bosque (Alder y Synnott 1992, Synnott 1979, Dawkins 1952).

Synnott (1979), indica que la posición de una parcela debe corregirse en el campo si cae en cualquiera de los sitios enumerados a continuación:

- ✓ dentro de un tipo de vegetación diferente a la representativa del estrato
- ✓ dentro de un tipo de vegetación especialmente improductivo
- ✓ dentro de los límites de la zona de borde de otra parcela
- ✓ cerca de ríos, límite del bosque, grandes claros o áreas desbastadas por fenómenos naturales, caminos, vías férreas

Según Saénz (1990), el monitoreo de la regeneración puede efectuarse en un diseño anidado, tomando como base las parcelas de 0.25 ha. En cada Parcela Permanente de Medición establecida se seleccionan 10 subparcelas de manera aleatoria y en cada una de estas subparcelas se ubican las unidades de muestreo de manera sistemática, cualquier diseño de muestreo anidado debe tratar de evitar que unidades de muestreo de plántulas o brinzales se ubiquen en el mismo sitio que las unidades de muestreo de los latizales, debido a la perturbación que puede ocasionarse, durante mediciones, a la vegetación de menor tamaño

La meta de las Parcelas Permanentes de Medición es obtener información sobre los cambios que ocurren en el bosque con el paso del tiempo, mediante la medición repetitiva de los árboles. Para discriminar cambios pequeños en los árboles individuales es de suma importancia que los procedimientos sean constantes entre fechas de medición, aún cuando sean realizados por técnicos diferentes. La precisión de las mediciones es fundamental.

### **Fases de regeneración del bosque.**

El proceso de regeneración del bosque natural implica un conjunto de alteraciones de la estructura, las que pueden ser provocadas por factores naturales como caída de árboles, ruptura de grandes ramas, ataque de plagas; fuerzas físicas como huracanes, tormentas o como consecuencia de interacción se crean aperturas y consecuente establecimiento de otros árboles.

Los bosques tropicales presentan un mosaico estructural originado por el ciclo regenerativo del bosque. Hartshorn (1980) y Whitmore (1984) identifican tres fases del proceso:

- 1.- La fase de claro: que es una apertura temporal en el dosel del bosque causado por la caída de una parte de un árbol, un árbol entero o un grupo de árboles;
- 2.- La fase de reconstrucción o de regeneración que sigue a la fase de claro, y
- 3.- La fase madura que representa el fin del proceso y constituye el dosel intacto de grandes árboles.

La iluminación de la copa es otro factor importante, que afecta la regeneración, se puede estimar a través de un índice y establece un sistema simple y objetivo, que permite determinar el nivel o cantidad de luz que recibe cada copa, independiente de la que se encuentre. Esta forma de estimar la iluminación fue desarrollada por Dawkins en 1958 y adoptado en diferentes trabajos en parcelas de control permanente en Ghana, Uganda, Sarawak y otras partes. Su aplicación actual ha hecho que algunos investigadores como Clark y Clark, realizaran algunas modificaciones en la escala de valores ordinales.

A pesar de ser un sistema subjetivo, presenta la ventaja de ser simple, económico y de proporcionar resultados consistentes y buenas correlaciones con el incremento en diámetro. Así lo han demostrado Clark y Clark (1987 y 1992) y Alder y Synnott (1992).

## 2.4.- Antecedentes de la especie.

### 2.4.1. Descripción de la especie

*Manilkara zapota* Linnaeus v. Royen.

Chicozapote, zapote, zapotillo o ya (lengua maya)

**Clasificación Taxonómica:** (Mobot, 1998).

- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Subclase:** Dilleniidae
- **Orden:** Ebenales
- **Familia:** Sapotaceae
- **Genero:** Manilkara
- **Especie:** *Manilkara zapota* Linnaeus v. Royen.



### SINONIMIA:

*Achras zapota* L.

*Manilkara zapotilla* (jacq.) Gilly.

### NOMBRES COMUNES:

Chicozapote (del náhuatl xicozápotl, nombre más comúnmente aplicado a toda su área de distribución); zaya (maya, Yuc.); tzabitath (huasteco); mo-ta, ta.nich (chinanteco, Oax.); cal-que-lidzi-na (chontal, Oax.); guela-chiña, gueladao guenda-china, guenda-guiña (Zapoteco, Oax.); jaas (tzeltal y tojolabal, Chis.); jiga (zoque, Chis.); no-yunna (cuicatleco, Oax.); pernétao (Mich. y Col.); sak-yá (maya, Yuc.); sheink (mixe, Oax.); Shenc (populca, Ver.); tiaca-ia (cuicatleco, Oax.); ya (maya, Yuc.); Yaga-guelde (zapoteco, Oax.); zapote de abejas (Yuc., Col., Tamps.); licsujacat (totonaco, Ver.); jega (populca, Pue., Oax.) (Pennington, *et. al.*1998).

**FORMA:**

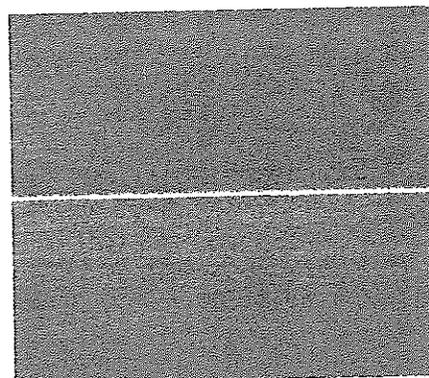
Árbol hasta de 40 m. y dap hasta 1.5 m., con el tronco derecho, acanalado en la parte inferior, ramificación simpodial, copa irregular. (Pennington, *et. al.*1998).

**CORTEZA:**

**Externa** profundamente fisurada, formando piezas más o menos rectangulares, muy suberificada, moreno oscura. **Interna** de color crema rosado, fibrosa, con un abundante exudado lechoso blanco y pegajoso, muy amarga y astringente; **Grosor** total de la corteza de 20 a 25 mm. El tronco presenta con frecuencia cicatrices diagonales de las incisiones hechas para obtener el látex del árbol.

**MADERA:**

Albura de color crema rosado, con bandas angostas de parénquima paratraqueal. Durámen rojizo oscuro, madera muy dura (Huerta, *et. al.* 1976).

**RAMAS JOVENES:**

Cicatrices redondeadas y protuberantes de hojas caídas, pardo grisáceas, glabras con abundantes lenticelas longitudinales muy protuberantes y morenas.

**HOJAS:**

Yemas de 3 mm. de largo, obtusas, cubiertas completamente de resina transparente. Estípulas ausentes. Hojas dispuestas en espiral, aglomeradas en las puntas de las ramas, simples; láminas de 5.5 x 2 a 18 x 7 cm, elípticas y oblongas, con el margen entero, ápice obtuso o agudo a veces cortamente acuminado, base aguda a redondeada; verde oscuras y brillantes en la haz, verde pálidas en el envés, glabras en ambas superficies; nervación inconspicua; pecíolos de 9 a 30 mm., glabros. Los árboles de esta especie son perennifolios. (Pennington, *et. al.*1998).

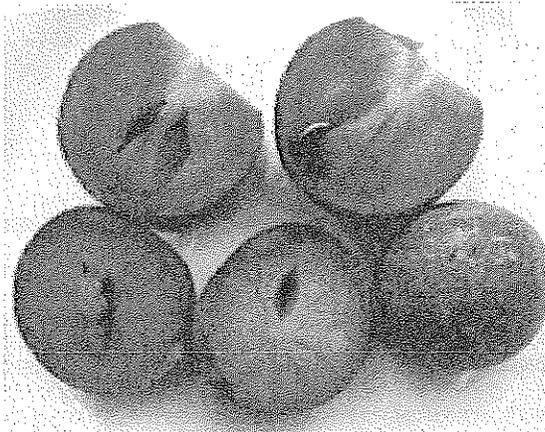
**FLORES:**

Solitarias, axilares, a veces aglomeradas en las puntas de las ramas: pedúnculos de 14 a 17 mm de largo, pubescentes; flores dulcemente perfumadas, actinimórficas; sépalos pardo verdosos, 6, biseriados, de 8 a 9 mm. de largo; oblongos a lanceolados, agudos, pubescentes en la superficie externa; corola blanca, de 10 mm. de largo, anchamente tubular, con 6 lóbulos con 4 mm. de largo, oblongos o lanceolados, frecuentemente con 2 ó 3 dientes en el ápice, cada lóbulo alterna con un apéndice linear del mismo tamaño de los lóbulos; estambres 6, de 3 mm. de largo, insertos en el tubo de la corola y opuestos a los lóbulos, filamentos de color crema verdoso; anteras amarillas o pardas, ovadas, agudas; estambres glábros; ovario súpero, 10-locular, lóculos uniovulares, densamente pubescente; estilo grueso, igualando o apenas excediendo en largo a la corola, glabro; estigma pequeño, simple. Florece de junio a octubre (Pennington, et. al. 1998).

**FRUTOS:**

Bayas hasta de 10 cm de diámetro con el cáliz y el estilo persistente, con la cáscara morena y áspera; endocarpio carnoso y jugoso, muy dulce; contienen normalmente cerca de 5 semillas aplastadas de 16 a 23 mm. de largo y 8 a 16 mm. de ancho, negras, brillantes, con un hilo blanco conspicuo en el borde. Los frutos inmaduros tienen cierta cantidad de látex en su interior.

Maduran de enero a abril (Pennington, et. al. 1998).



## ECOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN:

Habita en gran parte del país en donde el clima es cálido húmedo y semicálido. En estado silvestre vive asociado con vegetación de selva tropical caducifolia, subcaducifolia y superennifolia. Se distribuye desde la parte central de México hasta el norte de Costa Rica (Pennington T. D. 1990).



Figura 1.- Distribución de *Manilkara zapota* en el Continente Americano.

Es especie codominante en selvas altas perennifolias y medianas subperennifolias de *Terminalia amazonia*, *Guatteria anomala*, *Dialium guianense* en el sur de Veracruz y norte de Chiapas y de *Brosimum alicastrum*, *Mirandaceltis monóica*, *Carpodiptera ameliae* en el norte de Veracruz y Puebla y de *Brosimum alicastrum*, *Bucida buceras*, *Talisia olivaeformis*, *Switenia macrophylla* en la península de Yucatán. Se presenta igualmente en suelos de origen calizo, ígneo o metamórfico, siempre que tengan un buen drenaje. Su amplitud altitudinal va desde el nivel del mar hasta 800 m (Pennington, et. al.1998).

**USOS:**

La madera de excepcional dureza y resistencia no se usa debido a que la explotación forestal de esta especie está prohibida en la península de Yucatán y a que se le protege por los frutos que produce. En muchas zonas se le cultiva con cierta extensión (Huerta, *et. al.* 1976). Actualmente los principales productos del chicozapote son el látex, usado como materia prima para la fabricación del chicle y la fruta. La fruta es sumamente apreciada en los mercados de México por su agradable sabor (Huerta, *et. al.* 1976).

Le atribuyen propiedades curativas contra la disentería y diarrea, para éstos se recomienda tomar la cocción o el macerado de la corteza como agua de uso, además tiene la propiedad de bajar la fiebre. Como las semillas contienen resinas y grasas se emplean como diurético; para ello basta moler y mezclar con agua y azúcar cinco o seis de ellas. En algunas zonas del norte, se hierven varias hojas para tomarse tres veces al día como té para normalizar la presión alta. Asimismo, la infusión preparada con varias semillas se ingiere una taza al día para mitigar el dolor causado por piquete de alacrán. Es importante no usar más de 10 semillas porque son eméticas (Miranda, F. 1988).

**2.4.2. Producción en México**

El chicle es un producto natural que se obtiene a partir del látex del tronco del árbol; esta goma era apreciada por los antiguos mayas que habitaban la región del sureste de México y Centro América, quienes la denominaban "Yaa". Se usa como materia prima principal de la goma de mascar y en algunos cosméticos y en productos industriales que requieren resistencia al agua.

La explotación del chicle se inicia en México durante el siglo XIX, primero sólo en los bosques del estado de Veracruz y posteriormente, en sus épocas de auge, en las selvas de Quintana Roo, Campeche y otros estados del sureste del país.

La importancia del chicozapote en México radica en el hecho de que, además de ser un complemento en el ingreso de los campesinos que habitan las zonas selváticas de los estados de Quintana Roo y Campeche, es uno de los pocos productos forestales que se están exportando y que generan divisas.

En años pasados había venido disminuyendo el volumen de las ventas de chicle, consecuencia de la utilización de goma sintética en la industria chiclera. Sin embargo, y debido a una tendencia ecológica-naturista, tanto dentro como fuera del país, en años recientes se ha revertido significativamente esa situación y se está recuperando la demanda de este producto, lo que asegura un lugar permanente en el mercado actual.

### 2.4.3. México en el mercado mundial

México, considerado por los principales compradores de Japón, Corea e Italia como el productor de goma para chicle natural más importante, no por la cantidad, sino sólo por la calidad de la gomorresina del chicozapote del que se extrae el producto. Los otros países productores de chicle de chicozapote son Belice y Guatemala.

Los precios que fijan las compañías internacionales varían según la cantidad y la calidad de la goma. Durante el período comprendido entre 1990 y 1995, el precio de chicle natural en el mercado internacional fue de un promedio de 9.95 dólares el kilogramo. El precio pagado al productor directo del sureste de México en 1993 - 1994 fue en promedio de 9.00 pesos mexicanos (2.60 dólares) por kilo base seca; en 1995 subió a 17.00 pesos mexicanos (2.90 dólares), y en 1996 se ha pagado a 24.00 pesos mexicanos (3.15 dólares) por kilo.

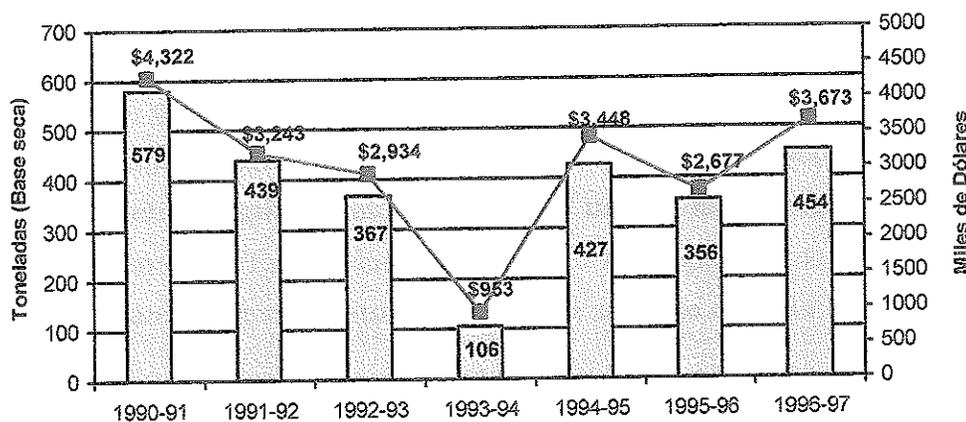


Figura 2.- Exportaciones de Chicle natural de México en el periodo de 1990-1997.

Fuente: Plan Piloto Chiclero de Quintana Roo y Campeche.

### 3.- Materiales y métodos

#### 3.1. Descripción de la zona de estudio.

El Estado de Chiapas, se localiza en la región sureste de la República Mexicana, limita al norte con el estado de Tabasco, al sur con el Océano Pacífico, al este con la República de Guatemala y al oeste con los estados de Veracruz y Oaxaca. La ubicación geográfica en el cinturón tropical, una de las zonas de mayor diversidad biológica del mundo, su propia historia geológica y la influencia oceánica en ambas vertientes, producen un amplio rango de condiciones climáticas, topográficas, tipos de suelo, que genera gran variedad de ecosistemas y con ello una gran diversidad de especies (Alvarez del Toro, A. 1993).

Otra influencia importante es que se encuentra en la entrada del puente centroamericano que comunica tierras de América del Norte con las de Sudamérica. Por tanto confluyen en el territorio gran número de organismos que tienen el límite septentrional de su distribución y, muchos del norte tienen su límite austral. Por otra parte, especies de flora y fauna de zonas secas del país llegan hasta Chiapas, se comparten especies de la Península de Yucatán, las vertientes del Atlántico y del Pacífico. A excepción del desierto y las nieves eternas, todos los ambientes representados en el territorio nacional se encuentran en Chiapas. (Alvarez del Toro, A. 1975).

El Estado presenta numerosos nichos ecológicos y hábitats diferentes, de una manera general se distinguen siete grandes zonas bióticas que a su vez pueden dividirse. Estos son: Nubliselva, Bosque de coníferas, selva perennifolia, selva caducifolia, sabana costera, esteros dulce-salobres y esteros salinos. Debido a estas características, en Chiapas existen 100 áreas naturales protegidas, con diferentes categorías de manejo. Una de ellas es el Centro Ecológico y Recreativo "El Zapotal". A continuación analizaremos detalladamente la zona de estudio (Alvarez del Toro, A. 1993).

### Localización Geográfica.

El área de estudio se localiza en la depresión central de Chiapas, con latitud norte de  $16^{\circ}43'03''$  y  $16^{\circ}43'40''$  y longitud oeste:  $93^{\circ}05'33''$  y  $93^{\circ}06'08''$ . La altitud varía de 600 a 850 m.s.n.m.

Se localiza a 5 km. de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; La Reserva colinda al norte con el Ejido Francisco I. Madero; sur con la pequeña propiedad San Antonio Buenavista; al este con el Centro de Readaptación Social Cerro Hueco; al oeste con diferentes Fracciones de Coquelexquizar.

La Reserva fue creada por Decreto #35 en 1980, publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Chiapas, con una extensión de 100 hectáreas. En 1985, el Instituto de Historia Natural inicia el manejo y operación del área. Con el decreto #92 de 1990, se establece un área de amortiguamiento de 92 hectáreas. Siendo un total de 192 hectáreas de las cuales aproximadamente 30 ha corresponde a las instalaciones del Zoológico Regional Miguel Álvarez del Toro "ZOOMAT".

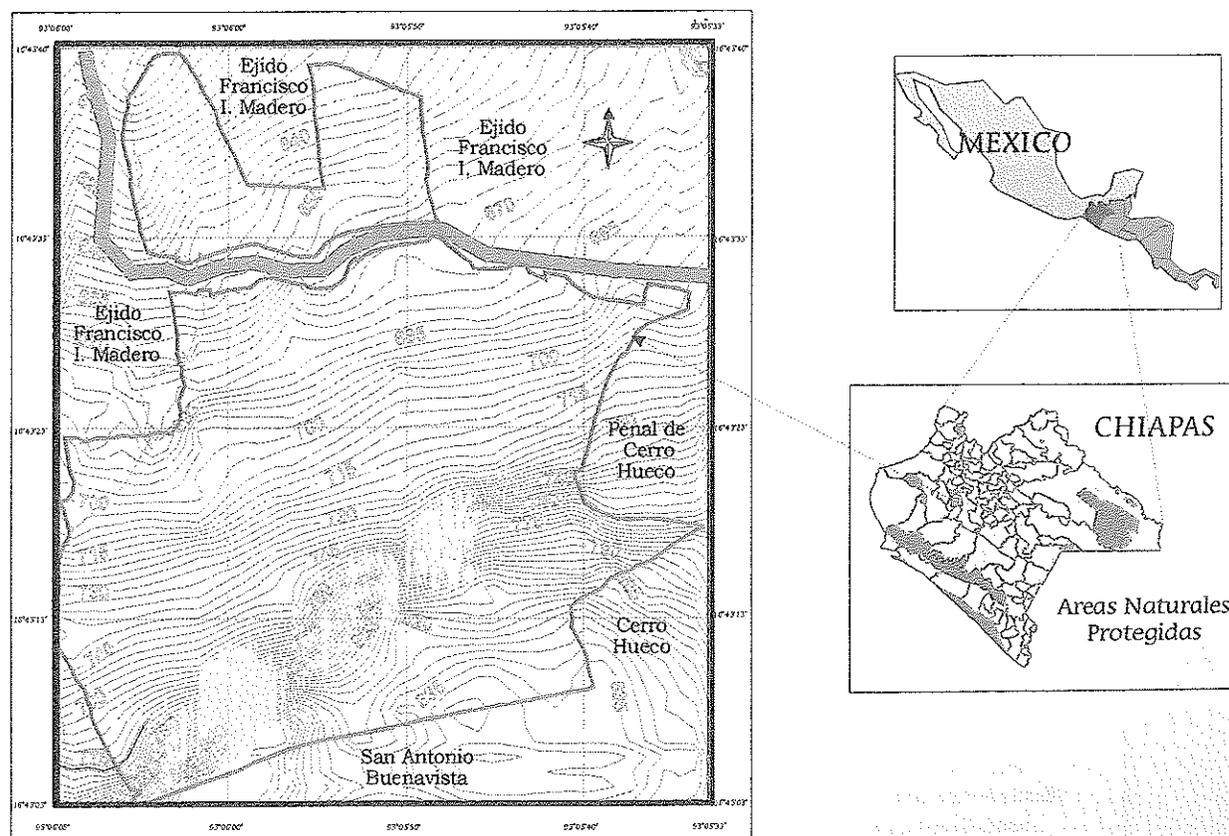


Figura 3.- Mapa de Localización del Centro Ecológico y Recreativo "El Zapotal"

Fuente: \* Levantamiento topográfico D.C.H. y personal de Instituto de Historia Natural; Carta Topográfica E15C69 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Esc. 1:50,000. INEGI.

## Geología.

El material geológico existente en la zona de estudio, comprende rocas sedimentarias y vulcanosedimentarias de la era Cenozoica y del período Terciario inferior, encontrándose dos períodos diferentes:

**Te (lm-ar): Terciario inferior del Eoceno, predominando limolitas y areniscas.**

Es una secuencia de rocas sedimentarias de lutitas, limolitas y areniscas, están constituidas por clastos de sílice de 1 a 2 cm. de diámetro subredondeados, englobados en una matriz arenisca, son semicompactos; así como escasos conglomerados, estos se originaron en ambiente: marino profundo, marino somero y continental. Las geoformas son lomas y colinas alargadas que bordean la sierra.

**To (cz): Terciario inferior del Oligoceno, predominando las calizas.**

Calizas con gran influencia terrígena, depositada en un ambiente marino de plataforma con facies arrecifales. La roca es una biocalcarenita. Los organismos fósiles que se encuentran son algas, corales, briozoarios, fragmentos de equinoideos, pelecípodos y miliólidos *Triloculina sp*; También se encuentran foraminíferos del género *Amphistegina parvula*, *Pseudophragmina* y *Lepidocyclina*. Las geoformas son de cerros altos y escarpados, ocupan el núcleo de los sinclinales.

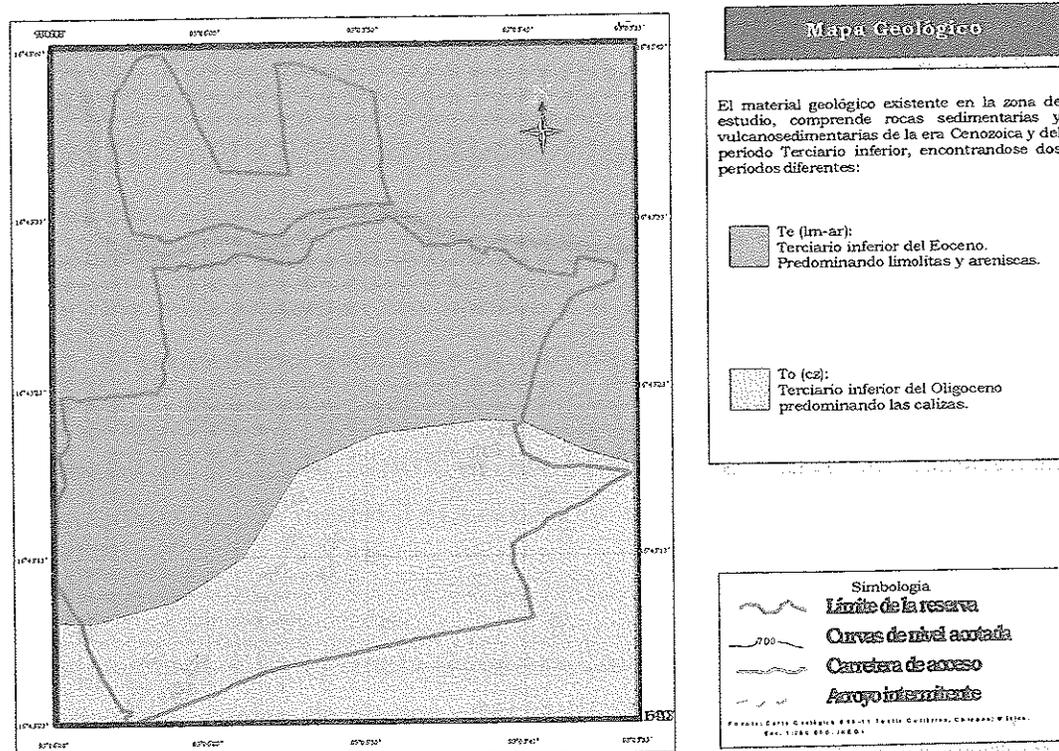


Figura 4.- Mapa Geológico del Centro Ecológico y Recreativo "El Zapotal"  
Fuente: \* Carta Geológica E15-11 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Esc.1:250,000. INEGI. 1985

## Edafología

El suelo presenta variación dependiendo de su origen, así se tienen:

### Regosol:

Parte baja Rc+Hh+I/2 = Regosol calcárico+ Feozem Háplico+Litosol / textura media.

Del Griego **Rhegos**=cubierta, connotativo de manto, de material suelto, producto de erupciones volcánicas o depósitos eólicos que forman una capa. Suelos sin o débil desarrollo. Exclusivo de depósitos aluviales recientes o arenas ferrálicas. Sin horizontes de diagnóstico. A veces presentan un horizonte A pálido. Poco profundos

### Litosol:

Parte baja de la montaña: I/2 = Litosol/de textura media

Del griego **Litos**=piedra, connotativo de suelos con roca dura y muy somera. En estos suelos el factor limitante es la profundidad. Presentan una capa coherente e ininterrumpida y roca dura con un espesor de 25 cm. El litosol puede ser subdividido en base a su pH de la capa superficial y la composición de la roca subyacente.

### Rendzina:

Parte alta E+I+Lc/2 = Rendzina+Litosol+Luvisol crómico/de textura media.

Del nombre polaco, para los suelos pegajosos y someros que están sobre calizas. Estos suelos sólo presentan un horizonte A melánico, posiblemente tengan un B cámbico; el primero no tiene más de 50 cm. de espesor y de inmediato subyace sobre la roca o material calcáreo, el cual tiene más del 40% de carbonato de calcio. La caliza no se presenta dentro de los primeros 25 cm de la superficie. Puede presentar pedacería de material calizo en todo el perfil.

Fuente:

Carta Edafológica. E15-11 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Esc. 1:250,000. INEGI. 1993.

Unidad de Clasificación de Suelos. FAO-UNESCO. 1970.

Perfiles de análisis de textura de suelos. DCH.

### Climatología

En la zona de estudio, la temporada de sequía es de noviembre a abril, la precipitación es escasa y los volúmenes oscilan de 0 a 50 mm mensuales y la temporada de lluvias es de mayo a octubre la precipitación es de 80 a 230 mm mensuales, La precipitación total anual es de 948.2 mm (INEGI. 1984).

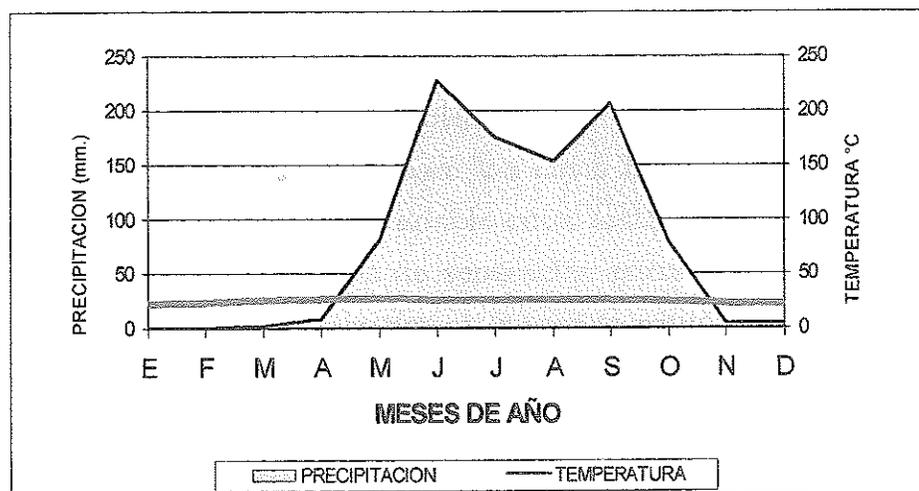


Figura 5.- Precipitación y temperatura anual para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Además las isotermas medias son: máxima de 33°C y mínima de 21°C presentan variaciones de 3° según la altitud. Los vientos dominantes proceden del noroeste y son más intensos en los dos ó tres últimos meses del año. Todo esto indica que el clima es Cálido Subhúmedo con lluvias en verano Aw'o(w)(i)g, según la clasificación climática de Köppen (García E. 1987).

En la reserva, el Chicozapote es la especie dominante, es una fuente de alimento para varias especies de animales, (por los frutos, rebrotes, hojas tiernas), los árboles proveen de refugio para monos, aves y otros pequeños roedores que están libres en la reserva. Teniendo una función ecológica tan importante. Es necesario conocer la composición de estructura vertical de la especie, la tasa de regeneración que presenta en el área de estudio y los impactos que está sufriendo el bosque, debido a las mismas bondades del Chicozapote como alimento, tiene impactos por efecto de la dispersión y herbivoría de las plántulas por roedores, por ello es necesario conocer estos efectos. Además de la presencia de humanos en la visita al zoológico, todo esto en conjunto produce perturbaciones que hacen que se esté reduciendo la masa vegetal.

### 3.2. Procedimiento

#### 3.2.1 Estudio de vegetación:

**Delimitación de la reserva.-** Se realizó recorridos por los límites de la Reserva, actualizando la información referente a los planos de la Reserva, y fue necesario realizar un levantamiento topográfico con Clinómetro, brújula, cinta métrica, balizas y de esta manera establecer puntos de control y vecindad.

**Marcación de Transectos:** Se estableció una línea base, a partir de la cual se determinó los rumbos magnéticos para los cinco transectos y según el gradiente altitudinal, tuvieron una longitud variable entre los límites de la Reserva, el ancho fué de 1 metro y con 200 metros de separación entre ellos, se consideró abarcar todos los tipos de vegetación presentes en el área de estudio (Matteucci *et. al.*, 1982)

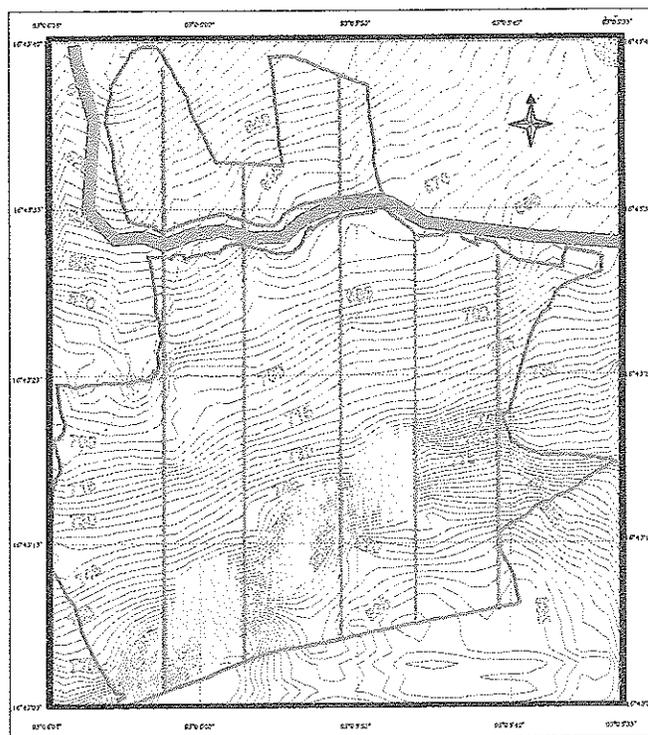


Figura 6.- Mapa de localización de los transectos en "El Zapotal"

**3.2.1.1 Elaboración de perfiles de vegetación:** Para conocer la topografía, tipo de vegetación, altura del dosel, tipo de suelo, arroyos y realizar la caracterización de la zona de estudio. se realizó recorridos para elaborar perfiles de la vegetación; y la instalación de puntos de referencia para la ubicación de las parcelas de muestreo.

### **3.2.1.2 Monitoreo de la regeneración**

#### **3.2.1.2.1 Tipo de muestreo**

La zona de estudio presenta estratos de bosque que representan tipos de vegetación, con variaciones ambientales entre micrositios, por variación de topografía, suelos, humedad. Considerando esto, se establecieron parcelas de medición en cada estrato con una distribución aleatoria, tratando de capturar la mayor variación de ambientes del área de estudio, determinando así un muestreo aleatorio estratificado.

De tal forma que a cada estrato tuviera seis parcelas de 50 x 50 m (0,25 ha), divididas en 25 subparcelas de 10 x 10 m. Este método fue descrito por Hutchinson (1993) y Pinelo (1998), para realizar estudios en bosques sucesionales de Costa Rica y en bosque peteneros de Guatemala respectivamente.

Synnott (1979) recomienda un sistema de cuadrícula, donde cada subparcela se ubica en la intersección de las cuadrículas o a una distancia fija de estas. Independientemente del muestreo utilizado, cada parcela de medición debe ser lo más homogénea al interior (en cuanto a condiciones de sitio y de vegetación) y mostrar una amplia variedad de condiciones entre parcelas.

#### **3.2.1.2.2 Tipos de parcelas de muestreo**

Se utilizaron dos tipos de parcelas para el estudio de la regeneración.

**Las Parcelas de Medición (PM)** para análisis de la vegetación. En estudios descriptivos, el conjunto de parcelas establecidas en rodales diferentes, permitió generalizar sobre el comportamiento del bosque en relación con ciertos parámetros, tales como el régimen de lluvia, tipo de suelo o actividades humanas.

**Las Subparcelas de Medición (SPM):** Se refiere a subparcelas instaladas para las mediciones por estrato a analizar brinzales, latizales y fustales, donde el conjunto de parcelas permite analizar diferentes condiciones y factores específicos, con un nivel de confianza estadística. Además permitió analizar la estructura del bosque.

### 3.2.1.2.3 Ubicación de las PM

La ubicación de la red de PM se realizó a partir de mapas, hojas cartográficas o fotografías aéreas. No es recomendable variar la posición de una parcela, si esta cae dentro de un parche de bosque localmente pobre, a no ser que tal tipo de bosque sea mapeado y excluido del área en estudio. Para describir la posición geográfica de las parcelas y facilitar su localización en el campo se estableció puntos de control y líneas de acceso que conectarán los puntos de control con las parcelas. Como se observa en el siguiente mapa:

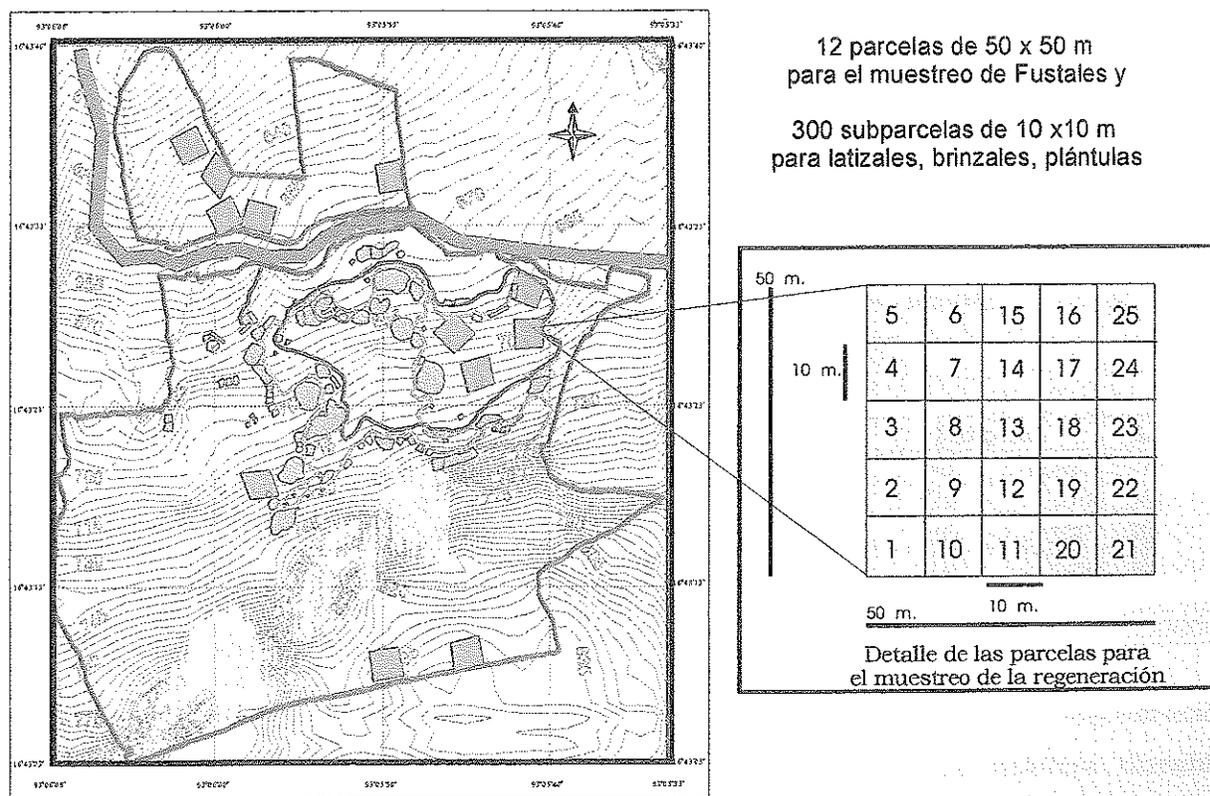


Figura 7.- Mapa de localización de las parcelas de medición para el monitoreo de la regeneración en "El Zapotal"

### 3.2.1.2.4 Instalación de parcelas y las subparcelas de muestreo

La demarcación del área efectiva de medición de una parcela de muestreo comenzó con un levantamiento topográfico de los linderos, utilizando distancias horizontales que fueron corregidas según la pendiente. En cada parcela de 50 x 50 m. se colocó una marca cada 10 metros en el terreno. Posteriormente, se trazan carriles de lado a lado de la parcela, demarcando de esta forma los linderos de las subparcelas. En todo este proceso se evitó la alteración de la vegetación de menor tamaño.

Cada subparcela llevó un número de identificación que se colocó en el poste de una esquina predeterminada; por lo general la esquina SO de cada subparcela. La numeración consistió en dígitos del 1 al 25, que identifican la línea vertical y la línea horizontal en parcelas de medición de 0.25 ha.

### 3.2.1.2.5 Tamaño de las parcelas y subparcelas

Por lo general, esta vegetación menor es muy numerosa y fué muestreada en unidades pequeñas, cuya superficie y número dependió de los recursos disponibles, de los objetivos del estudio y de la categoría de tamaño de la vegetación.

Cuadro 1. Categorías de regeneración y tamaño de las unidades de muestreo establecidas, en parcelas permanentes de 0.25 ha.

Categorías	Dimensiones	Tamaño	Parcelas		Area
			No.	Total	m <sup>2</sup>
<b>Plántula</b>	0,1 m a 0,3 m de altura	10 m x 10 m	25	300	30000
<b>Brinzal</b>	0,3 m a 1.50 m. de altura	10 m x 10 m	25	300	30000
<b>Latizal</b>	<b>Bajo</b> 1.50 m. altura a 4.9 cm diámetro	10 m x 10 m	25	300	30000
	<b>Alto</b> 5.0 cm a 9.9 cm de diámetro				
<b>Fustal</b>	10 cm a > de 90 cm de diámetro	50 m x 50 m	1	12	30000

La demarcación de las unidades de muestreo para el monitoreo de la regeneración fue permanente, para lo cual se usaron postes o estacas de madera durable, pintadas con un color llamativo en su extremo superior y revisadas de manera periódica. De especial importancia fue el cuidado y esfuerzo realizado por ocasionar un impacto mínimo sobre la vegetación de especies leñosas.

La marcación de los individuos en las categorías de latizal alto se realizó de la misma forma que los fustales sobre 10 cm dap. Los latizales bajos y brinzales fueron marcados con tarjetas amarradas al fuste.

Los individuos muertos pueden desaparecer sin dejar trazas, e incluso con una pérdida de la tarjeta de identificación, por lo que se realizó un esfuerzo por determinar los individuos muertos o presumiblemente muertos, así como la causa de muerte.

#### **3.2.1.2.6. Numeración de los árboles**

A los árboles de cada parcela se les asigna un número único, en caso de que el árbol desaparezca o muera entre mediciones, este número no debe utilizarse más. Cada árbol debe portar el número de subparcela y su número de identificación en una etiqueta de aluminio, plástico u otro material durable, pre-grabada o no, y fijada al árbol por medio de clavos, preferiblemente de aluminio. El levantamiento de árboles se hace en forma de zigzag, empezando en la esquina que porta el número de la subparcela. Los árboles localizados en la línea divisoria entre subparcelas o en el borde mismo de la parcela se incluyen si más de la mitad de su fuste se encuentra dentro de la subparcela.

#### **3.2.1.2.7. Ubicación de los árboles en las subparcelas**

La ubicación de los árboles en la subparcela por medio de un sistema de coordenadas XY permitió preparar mapas de la parcela y calcular índices de espaciamiento y niveles de competencia, los cuales resultan de gran utilidad para el desarrollo de modelos de crecimiento y rendimiento. Esta información es útil, además, para localizar los árboles en las mediciones subsiguientes. La esquina que lleva el número de identificación de la subparcela sirve como punto de origen para la medición de las coordenadas del árbol. Una precisión de un metro es adecuada para la mayoría de los estudios de bosques naturales.

### 3.2.1.2.8. Variables que fueron medidas

El estudio desarrollado permitió estimar con precisión las existencias de regeneración natural a través del cálculo de la abundancia, frecuencia y determinar su estado silvicultural en términos de iluminación y distribución en relación con las fases del bosque. Adicionalmente, permitió observar si la regeneración es suficiente o no para asegurar la sostenibilidad y sirve como guía para la aplicación de tratamientos silviculturales subsiguientes (Saenz y Finegan, 1996).

La abundancia indica la presencia de cada especie del total de árboles a registrarse en la parcela de estudio, es decir, corresponde al número de individuos por especie, en una unidad de área. La abundancia puede ser obtenida en forma absoluta (número de individuos por especie y por hectárea) o relativa, es decir en una proporción porcentual de cada especie con relación al total (Matteucci y Colma, 1982; Sáenz y Finegan, 1996).

La frecuencia es un concepto fitosociológico que determina la regularidad de la distribución de cada especie con base a la presencia o ausencia en las parcelas muestreadas de una comunidad vegetal y puede ser expresada en porcentaje. El patrón de distribución espacial de las especies se refiere a la forma como los individuos de las distintas especies se encuentran distribuidas en el espacio y a lo largo de su historia de vida. Las especies pueden presentar patrones de distribución aleatoria, agregada o regular (Matteucci y Colma, 1982).

Cuadro 2.- Las variables medidas están en relación con la categoría de regeneración monitoreada.

Variable	Categoría de regeneración			
	Plántula	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto
Conteo de individuos	X	X	X	X
Altura	X	X		
Diámetro a 1,3 m			X	X
Forma de fuste			X	X
Iluminación de copa		X*	X**	X**
Forma de copa				X
Infestación de lianas				X

\* Según Clark y Clark (1987); \*\* Según Dawkins (1958).

Tanto en latizales bajos como en brinzales, el diámetro de medición es muy pequeño para ser medido con una cinta diamétrica, por lo que se utilizó un vernier o calibrador de precisión. En el caso de los latizales altos, la medición se realizó con cinta diamétrica.

Cuadro 3.- Las variables medidas para Fustales.

Variable	Método
Altura	Clinómetro
Diámetro del árbol	Cinta diamétrica
Forma del fuste	Clases de fuste según la mejor troza (Hutchinson, 1987)
Diámetro de la copa	Cinta métrica.
Iluminación de la copa	Clases de iluminación (1,2,3,4,5) (Hutchinson, 1987)
Forma de la copa	Forma de la copa de (1 2,3,4,5) (Hutchinson, 1987)
Infestación de lianas	Clasificación grado de infestación de lianas (1,2,3,4)
Estado fitosanitario	1.- Sano; 2.- Atacado por plagas o enfermedades

**Altura del árbol.** Para caracterizar la altura del bosque se realizó la medición de la altura total de los árboles en cada parcela. La medición de la altura se realizó con clinómetro Suunto, que emplea principios trigonométricos para estimar alturas. De acuerdo con la precisión del instrumento de medición empleado, la altura del árbol se registra en decímetros o metros enteros (Alder y Synnott 1992).

**Diámetro del árbol.** El diámetro de referencia se midió sobre la corteza del árbol a 1.30 m del suelo (diámetro a la altura del pecho, dap) o a una distancia específica sobre las gambas u otra irregularidad en el fuste. Generalmente, esta distancia se ubicó a un metro sobre las gambas o en los primeros 30 cm sobre la irregularidad, donde el fuste fue uniforme y libre de excrecencias. En sitios de pendiente, el diámetro se midió del lado más alto de la pendiente. Si el fuste del árbol estuvo bifurcado por debajo de 1,3 m, se numera, marcaba y se midió cada eje por separado pero con el mismo número del árbol. Si la bifurcación era arriba de la altura de pecho, se registró un solo eje y se codifica el árbol como bifurcado. El punto de medición se marco en el árbol.

El instrumento utilizado en la medición fue la cinta diamétrica, graduada en centímetros y milímetros. Se recomienda seguir las siguientes pautas: no usar cintas desgastadas o en mal estado, no mezclar escalas en una misma medición, redondear al milímetro más cercano

### Forma del fuste

Para relizar esto se utilizó la clasificación de fuste según la mejor troza propuesta por Hutchinson, (1987). (Anexo 1).

Cuadro 4.- Criterios utilizados para las Clases de forma de fuste.

<b>Forma de fuste:</b> según la siguiente clasificación Hutchinson (1993)	<b>Código</b>
Maderable	1
Potencialmente maderable	2
Deformado, acanalado, lianas, corrugado	3
Dañado	4
Podrido	5

### Diámetro de la copa

Permitió definir el espacio de crecimiento del árbol. Entre los diversos métodos empleados para estimar las dimensiones de la copa, el más sencillo consiste en medir la proyección de dos puntos de su contorno o diámetros perpendiculares sobre el terreno. Esta medición se efectuó entre dos personas con una cinta métrica y el valor se reportó en metros.

### Clase de iluminación de copa

Fue determinada según clasificación descrita por Hutchinson (1987). Se fundamenta en los siguientes criterios. (Anexo 2)

Cuadro 5.- Criterios utilizados para las Clases de iluminación de copa.

<b>Clase</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>
<b>Copa completamente libre</b>	Recibe iluminación vertical y lateral plena. Árboles emergente, pequeño en claro	<b>1</b>
<b>Copa completamente libre hacia arriba</b>	Con iluminación vertical plena Árbol del dosel, árbol pequeño en un claro mediano	<b>2</b>
<b>Copa parcialmente libre hacia arriba</b>	Recibe poca luz directa vertical Árbol de subdosel, árbol pequeño en claro pequeño.	<b>3</b>
<b>Copa parcialmente cubierta</b>	Solo recibe luz directa oblicua Árbol de estrato arbóreo inferior cerca de un claro.	<b>4</b>
<b>Copa completamente cubierta</b>	No recibe luz directa Árbol del estrato arbóreo inferior.	<b>5</b>

**Forma de la copa:** Fué determinada según la clasificación de forma de copa de Hutchinson (1987). Se fundamenta en los siguientes criterios. (Anexo 3)

Cuadro 6.- Criterios utilizados para la Forma de copa.

Clase	Descripción	Código
<b>Copa de forma perfecta</b>	Círculo completo (copa densa, asimétrica, desarrollada sin perturbaciones)	1
<b>Copa de forma buena</b>	Círculo irregular (mas o menos simétrica, algunas ramas muertas, desarrollada en concurrencia con otros árboles)	2
<b>Copa de forma tolerable</b>	Media copa (asimétrica, tenue, pero se puede corregir si recibe más luz).	3
<b>Copa pobre</b>	Menos de media copa (muy asimétrica, pocas ramas vitales, pero puede sobrevivir).	4
<b>Copa de forma muy pobre</b>	Una o pocas ramas (degenerado, con daños irreversibles, árbol a morir)	5

**Grado de infestación de lianas:** según la siguiente clasificación de Hutchinson (1993). Se fundamenta en los siguientes criterios.

Cuadro 7.- Criterios utilizados para el grado de infestación de lianas.

Clase	Código
Sin lianas	1
Lianas en el fuste	2
Lianas en el fuste y en la copa, sin afectar el crecimiento	3
Lianas en el fuste y en la copa, que afectan el crecimiento	4

**Estado fitosanitario:**

Se refiere a la situación en que se encontró el árbol y si podía ser seleccionado como árbol semillero. 1) bueno; 2) atacado por plagas o enfermedades (moderado, severo).

### 3.2.1.3. Evaluación de las características de sitio

Una de las metodologías más utilizadas es la de Clark y Clark (1992) en la cual se hizo un reconocimiento del bosque según la fase del bosque en que se encontró, así como el índice de iluminación de las copas de la especie en estudio.

Además, debido a que el incremento diamétrico de los árboles varía con las condiciones del sitio, fue necesario incluir una descripción de la parcela, mismos indicadores que se evalúan a nivel de subparcela. Esta descripción fue actualizada cada cierto tiempo para detectar cambios en el sitio.

#### 3.2.1.3.1 Indicadores topográficos.

Se realizó la caracterización de la parcela en base a los siguientes parámetros:

**Altitud:** es la altura sobre el nivel del mar, medido con altímetro.

**Pendiente de la parcela:** medido con clinómetro, y posteriormente se agrupó en las siguientes categorías:

Cuadro 8.- Criterios utilizados para las clases de pendientes.

Clase	Código
Terrenos de 0 a 10%	1
Terrenos de 10 a 20	2
Terrenos con más de 20%	3

**La posición del terreno en la pendiente,** se realizó siguiendo este criterio:

Cuadro 9.- Criterios utilizados para la posición del terreno en la pendiente.

Clase	Código
Cima	1
Ladera	2
Bajo o fondo del valle.	3

#### 3.2.1.3.2 Datos climáticos

**Precipitación:** se tomaron datos de estaciones meteorológicas cercanas al área.

### 3.2.1.3.3 Datos de hábitat

Se realizarón observaciones de indicadores que evalúen diferentes grados y tipos de disturbio que pueden haber modificado el desarrollo del bosque.

**Fase de bosque:** Se consideraron los claros formados por caídas naturales de árboles o por corta, en bosque en fase de reconstrucción y bosque en fase madura. (Clark y Clark, 1992).

Caminos o senderos.

Bosque intervenido

**Claros:** se consideró como la apertura del dosel cuya proyección vertical llega a dos metros del suelo o menos.

**Fase de construcción del bosque:** constituyendo un hábitat con vegetación mayor a 2 metros de altura, pero sus copas se encuentran o por debajo del promedio del dosel del bosque.

**Fase de bosque maduro:** son aquellos hábitats con vegetación con altura semejante a la altura del dosel existente en el área.

**Asociaciones vegetales** o presencia de especies de dosel superior.

**Perturbación del sotobosque:** consistió en detectar si existen factores que alteren el dosel inferior, o infraestructuras.

**Fauna:** Se realizarón observaciones para detectar la presencia de animales y su posible impacto sobre la especie en estudio, ya que pueden ser dispersores, consumidores o ramoneadores, también se detectarón la presencia de madrigueras y senderos.

**Regímenes de humedad:** Se detectó la presencia de ríos y arroyos que influyen en los niveles de humedad

**Fuego:** se detectó si han existido incendios en el área.

**Análisis de suelo:** se considera al suelo como un factor importante en la variación a nivel de micrositio, por lo tanto se analizaron los siguientes factores:

**Profundidad:** realizando cuadros de 1 m x 1 m x 1 m, analizando la profundidad de los perfiles (0,A,B,C).

**Color,** detectar la coloración presente

**Pedregosidad:** se observó la existencia de piedras en el terreno y su proporción. Y se clasificó en alta, media, nula

**Estructura:** Arena muy gruesa, arena gruesa, arena media, arena fina, arena muy fina, limo, arcilla.

**Drenaje:** Se refiere al drenaje interno del suelo que puede ser: 1.-muy lento, 2.-lento, 3.-medio, 4.-rapido y 5.-muy rápido.

**Textura.** a través de hacer una solución del suelo en una botella y se agita vigorosamente y se obtiene la composición de partículas. Se clasificó en porcentaje de Arena, Limo, Arcilla.

Se midió el **pH** con papel indicador y sumergiéndolo en la solución del análisis de textura del suelo.

Con base a todas estas características se realizó la determinación del tipo de suelo (Hernández , *et. al.* 1973).

#### **3.2.1.4. Formularios de campo:**

Los datos fueron anotados en Formularios de Campo, toda la información de características del sitio y los muestreos para el monitoreo de la regeneración para plántulas, brinzales, latizales y fustales. (Anexo 4)

### **3.2.1.5 Análisis de datos.**

#### **3.2.1.5.1.- Caracterización de la población a partir de la muestra.**

Una vez obtenidos los datos, se procedió a agruparlos por estrato para obtener histogramas de frecuencias, analizando su comportamiento. Uno de los supuestos importantes de la mayoría de las pruebas estadísticas es que los datos de la investigación se encuentran normalmente distribuidos. Las pruebas estadísticas asumen que aquellos datos que se encuentran normalmente distribuidos son del tipo paramétrico, puesto que la distribución se puede describir completamente en función de dos parámetros: la media y la varianza.

#### **3.2.1.5.2 Análisis comparativo de variables por estrato.**

Definida la población en estudio, se analizó si los datos para cada estrato y a nivel de variables independientes a través de tablas de contingencia. Seguidamente se analizó la asociación y se buscó el nivel de significancia de los estratos con las variables de sitio: altura, dap, humedad, sustrato, incidencia de luz, abundancia, etc. y según su caso se realizaron análisis de varianzas o pruebas de Chi cuadrado.

#### **3.2.1.5.3 Comparación entre las categorías de regeneración.**

Para comparar los tamaños de regeneración y las variables de sitio, se realizaron análisis univariados y análisis de discriminación canónica. Este análisis permitió discriminar las variables con respecto a los estratos de regeneración.

#### **3.2.1.5.4 Análisis de densidad, abundancia e índices de similitud.**

Se realizaron los análisis de densidad, abundancia y los índices de la diversidad de las parcelas se evaluó mediante el cálculo de los índices de Simpson y Shanon y por el valor de cociente de mezcla mostrado. El grado de similitud de composición entre las parcelas, será calculado por medio del coeficiente de Czkanowski.

#### **3.2.1.5.5. Propuesta de zonificación para manejo**

Se analizó la disponibilidad de áreas para restauración y las condiciones de los sitios de preferencia. Con base en estos resultados, se hará una propuesta de lineamientos de manejo y uso sostenible de esta especie, conociendo los factores que intervienen en la regeneración.

### 3.2.1.5.6 Método de análisis de las variables.

Cuadro 10.- Las variables medidas están en relación con la categoría de regeneración.

Variable	Categoría de regeneración					
	Plántula	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto	Fustal	Tipo de variable
Conteo de individuos	X	X	X	X	X	Cuantitativa
Altura	X	X			X	Cuantitativa
Diámetro a 1,3 m			X	X	X	Cuantitativa
Forma de fuste			X	X	X	Cualitativa
Iluminación de copa		X	X	X	X	Cualitativa
Forma de copa				X	X	Cualitativa
Infestación de lianas				X	X	Cualitativa
Diámetro de la copa					X	Cuantitativa
Estado fitosanitario					X	Cualitativa

Cuadro 11.-Guía de los análisis estadísticos según tipo de variable.

Variable	Tipo de variable	Unidad de medida	Pruebas	Análisis estadístico	Producto a obtener
Conteo de individuos	Cuantitativa	Individuo	T de student	Andeva	Densidad, abundancia
Altura	Cuantitativa	Decímetros	T de student	Andeva, regresión	Relación de altura. Altura - dap Dominancia
Diámetro a 1,3 m	Cuantitativa	Milímetros	T de student	Andeva	Area basal/superficie Crecimiento
Forma de fuste	Cualitativa	Clase	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Producción de mejor troza
Iluminación de copa	Cualitativa	Clase	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Crecimiento Regeneración Gremio
Forma de copa	Cualitativa	Clase	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Crecimiento
Infestación de lianas	Cualitativa	Clase	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Competencia
Diámetro de la copa	Cuantitativa	Centímetros	T de student	Andeva	Competencia Cobertura
Estado fitosanitario	Cualitativa	Clase	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> asociación	Competencia

### Los análisis de las condiciones de sitio son:

Cuadro 12.- Guía de análisis estadísticos para variables de indicadores topográficos.

Variable	Unidad	Tipo de variable	Pruebas	Análisis	Producto
Altitud	Metros	Cuantitativa	T de student	Andeva	Variación en altitud
Pendiente de la parcela	Porcentaje	Cuantitativa	T de student	Andeva	Variación en pendiente
La posición del terreno en la pendiente	Clase	Cualitativa	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	
Datos climáticos	Tipo de clima	Cualitativa	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Constante
Precipitación	Milímetros	Cuantitativa	T de student	Andeva	

Cuadro 13.- Guía de análisis estadísticos para las variables de datos de hábitat.

Variable	Unidad	Tipo de variable	Pruebas	Análisis	Producto
Fase de bosque (Claros, Fase de construcción del bosque, Fase de bosque maduro.	Fases	Nominal	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Estructura vertical
Asociaciones vegetales	Especies	Nominal	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Composición
Perturbación del sotobosque (infraestructuras. Caminos o senderos. Bosque intervenido)	Actividad humana	Nominal	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Impactos externos
Fauna (dispersores, consumidores)	Actividad Funcion Número	Nominal	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Dispersores Consumidores
Regímenes de Humedad	Gradientes	Nominal	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Distribución
Fuego	Presencia, ausencia	Nominal	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Impacto

Cuadro 14.- Guía de análisis estadísticos para las variables del tipo de suelo.

Variable	Unidad	Tipo de variable	Pruebas	Análisis	Producto
Profundidad	Centímetros	Cuantitativa	T de student	Andeva	
Color	Clases	Nominal	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Propiedad
Pedregosidad	Clases	Nominal	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Sustrato
Estructura	Clases	Nominal	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	Tipo de suelo
Drenaje	Clases	Nominal	Tablas de contingencia	Chi <sup>2</sup> , asociación	
Textura(Arena, Limo, Arcilla)	Porcentaje	Cuantitativa	T de student	Andeva	
pH	cantidad	Cuantitativa	T de student	Andeva	Capacidad de intercambio catiónico

**3.2.1.5.7 Estructura de las bases de datos.** La información obtenida de campo, será procesada con el programa excel, y sistematizada en las bases de datos diseñadas para ello. (Anexo 5)

### 4.- Resultados y Discusión

El estudio se realizó a partir del mes de marzo de 1999 a septiembre de 1999, realizando cinco transectos para la caracterización de la vegetación y 12 parcelas de 50 m. x 50 m. para el monitoreo de la regeneración de *Manilkara zapota*.

#### 4.1. Caracterización de la vegetación arbórea

Para conocer el grado de similitud de las parcelas de muestreo y establecer un agrupamiento, se analizó con el programa de computo Mulva-5, que mediante un análisis de conglomerados, permite establecer la secuencia de fusiones de similitud entre las parcelas de muestreo y se elaboró un Dendrograma:

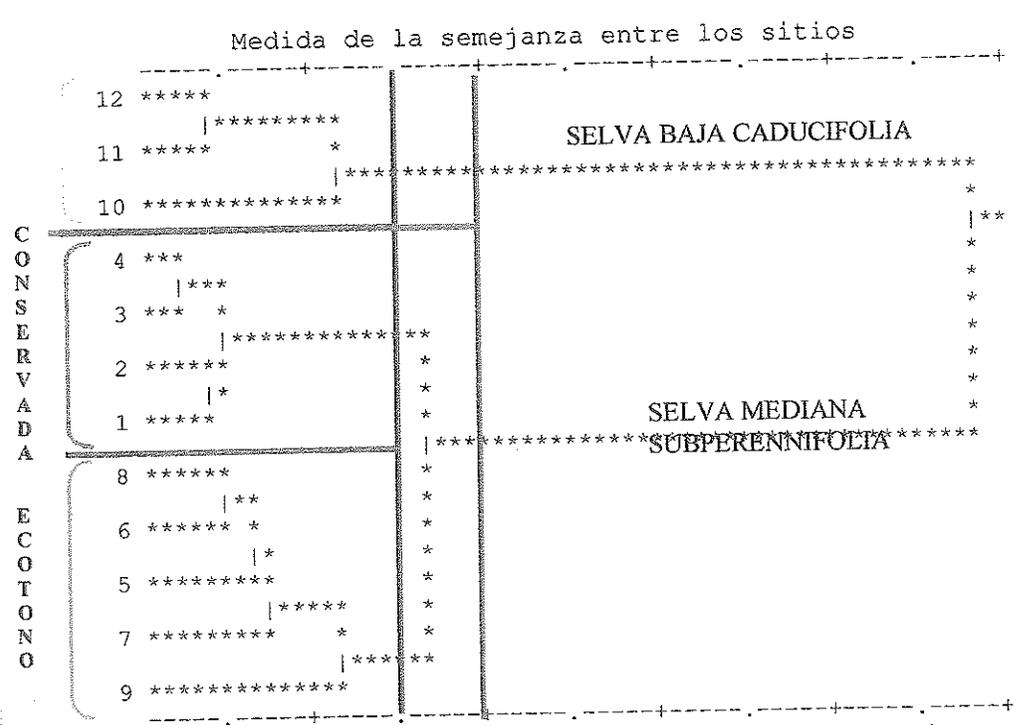


Figura 8 Dendrograma de similitud de la vegetación, resultante del análisis de conglomerados de los datos de las parcelas.

El Dendrograma indica que existe un agrupamiento o clasificación en dos estratos de vegetación: Las parcelas 10,11,12 con especies propias de selva baja caducifolia y las parcelas 1 a 9 pertenecientes a Selva mediana Subperennifolia;

Un análisis mas fino, indica que se encuentran tres grupos:

GRUPO I (parcelas 10,11,12);

GRUPO II (parcelas 1,2,3,4);

GRUPO III (parcelas 5,6,7,8,9).

Esto permite determinar diferencias en los estratos vegetacionales presentes en el área de estudio.

- Las parcelas 10,11,12 tienen especies únicamente de selva baja caducifolia;
- Las parcelas 5,6,7,8,9 presentan una composición de especies de ambos estratos y debido a eso se consideró como un ecotono o zona de transición entre estos tipos vegetacionales;
- Las parcelas 1,2,3,4 parcelas propias de selva mediana perennifolia con vegetación mas conservada.

Este análisis permite conocer la vegetación de el Zapotal, e indica que presenta variación en la composición de los diferentes tipos de bosques, esto puede ser debido a la altitud, pendiente, sustrato que son los principales ejes de variación ambiental. Los resultados obtenidos de clasificación son compatibles y complementarios, tal como lo plantean varios autores (Whitthaker, 1983, Matteucci y colma, 1982).

Para la ordenamiento de las especies de la vegetación, se realizó con el programa de computo Mulva-5. Una tabla de asociación fitosociológica que permitió analizar la composición florística y agrupamiento de las especies.

Este análisis consistió en una discriminación de las especies con base a la dominancia o índices de valor de importancia simplificado y con esto se logró una diferenciación entre las especies, se utilizó el rango de valores de F de Jancey (varianza mínima de valores de F).

Cuadro 15.- Tabla de asociación fitosociológica para la Reserva "El Zapotal". se presenta composición florística y agrupamiento de las especies, a través del método de varianza mínima. (Arboles con dap > 10 cm, IVIS (A%+D%), MAX 100% .)

Tipo de bosque	Selva baja caducifolia			Selva mediana subperennifolia								
	11	12	10	Ecotono				Conservada				
Parcela de muestreo	9	8	6	5	7	2	3	4	1			
<i>Psidium mole</i>	2.9	2.8										
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	5.4	7.8										
<i>Bursera instabilis</i>	15.8	5.2	2.2									
<i>Bursera excelsa</i>	15.0	20.9	7.3									
<i>Bursera bipinnata</i>	1.1	1.2	0.9									
<i>Gyrocarpus americanus</i>	3.3		0.8									
<i>Jacquinia macrocarpa</i>	1.2		0.7									
<i>Ceiba acuminata</i>	1.3		1.0									
<i>Colubrina ferruginosa</i>		1.3	0.8									
<i>Cassia emarginata</i>		1.5	7.6									
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	2.3	8.7		0.7								
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	2.6	4.9		1.1								
<i>Alvaradoa amorphoides</i>		1.4	22.0	4.6								
<i>Heliocarpus reticulatus</i>	15.3	11.2	4.0	0.7				0.6				
<i>Fraxinus purpusii</i>			2.2	0.6								
<i>Hippocratea excelsa</i>			2.1	2.5								
<i>Ficus cookii</i>	8.8			2.1								
<i>Leucaena leucocephala</i>	1.1	1.4	15.9	0.9	0.8		1.7					
<i>Simarouba glauca</i>		1.6			4.9	3.8	1.2	2.8				
<i>Styrax argenteus</i>				4.8		1.2	3.6	8.5				
<i>Acacia pennatula</i>			1.1	2.6	10.5	1.2	1.6	2.8	0.7	0.7	1.0	
<i>Cedrela mexicana</i>			5.6	1.9	10.8	36.3	22.7	3.3	17.5	17.4	22.9	22.6
<i>Zuelania guidonia</i>				4.9	4.9	1.2	0.9	1.7	9.9	9.3	19.4	2.5
<i>Ficus glabrata</i>				0.8	4.5		1.0	2.7	20.1	9.2	1.3	29.9
<i>Spondias mombin</i>					2.5	1.9	1.1	2.3		0.7	2.7	2.6
<i>Aphananthe monoica</i>						1.2			2.2	16.6	11.7	7.7
<i>Annona reticulata</i>						1.2	1.9		0.7	0.7	1.3	1.0
<i>Diospyros digyna</i>							34.1	4.2	34.8	13.4	2.5	4.4
<i>Pouteria sapota</i>									3.8		1.8	5.4
<i>Bursera simaruba</i>	8.3	8.8	10.0	1.3		1.2				0.9	0.9	2.3
<i>Daphnopsis bonplandiana</i>			3.5	4.7	2.5	1.4	1.0	4.3		2.0	6.5	
<i>Cecropia peltata</i>				0.7	2.0		5.1		1.2	1.0	2.0	4.7
<i>Acacia farnesiana</i>	2.4	1.2		0.6	0.8							0.6
<i>Annona purpurea</i>					0.8	2.4		2.7				1.9
<i>Brosimum alicastrum</i>						2.5			6.1	1.9	1.4	
<i>Diphysa robinoides</i>			0.7	3.8	0.9	1.3						
<i>Licania arborea</i>				2.8	2.4	1.2						1.0
<i>Mangifera indica</i>				1.1		1.7		23.0				1.0
<i>Annona squamosa</i>							0.9	0.8				0.6
<i>Leucaena doylei</i>			1.4	2.1					0.7			
<i>Leucaena esculenta</i>				1.7	1.7							0.8
<i>Swietenia humilis</i>			0.7	0.6				2.6				
<i>Acacia pringlei</i>				16.5					1.0			
<i>Astronium graveolens</i>								0.9		1.2		
<i>Ceiba pentandra</i>					3.5		2.2					
<i>Taxodium macronatum</i>					6.0		5.4					

De las especies identificadas en el estudio, 30 fueron utilizadas para el análisis y 17 especies no presentaron valores significativos, los resultados son los siguientes:

En la tabla de asociación fitosociológica, indica que existen tres estratos:

1. Existen especies de selva baja caducifolia y son: *Bursera excelsa*, *Alvaradoa amorphoides*, *Heliocarpus reticulatus*, *Cassia emarginata*, *Bursera bipinnata*, *Bursera instabilis*.
2. La vegetación de selva mediana subperennifolia presenta dos tipos variaciones:  
En las parcelas 5,6,7,8,9 existieron especies de selva baja caducifolia como: *Busera simarouba*, *Leucaena leucocephala*, *alvaradoa amorphoides*, *acacia pennatula*, *ficus cooki* y la presencia de especies de selva mediana como: *Manilkara zapota*, *Cedrela mexicana*, *Zuelania guidonia*, *Ficus glabrata*, *Diospyrus digyna*, esto indica que es una zona de transición o Ecotono.
3. En las parcelas 1,2,3,4 se encuentran las especies: *Cedrela mexicana*, *Ficus glabrata*, *Manilkara zapota*, *Aphananthe monoica*, *Diospyrus digyna*, *Zuelania guidonia*.

Este análisis de las especies, permite tener una visión mas clara de la clasificación de la vegetación, además realiza una ordenación de la dominancia y abundancia de las especies a nivel de parcelas individuales. De tal manera que el resultado es un análisis mas específico y permitió diferenciar los estratos a un nivel de especies.

Es importante señalar que para nuestro estudio, *Manilkara zapota* presenta altos valores de abundancia en las parcelas de la zona de transición con la selva baja caducifolia.

Los valores para *Manilkara zapota* en la selva mediana conservada son menores, debido a que existen otras especies, como *Cedrela mexicana*, *Ficus glabrata*, *Diospyrus digyna*. que limitar su crecimiento o compiten por espacio.

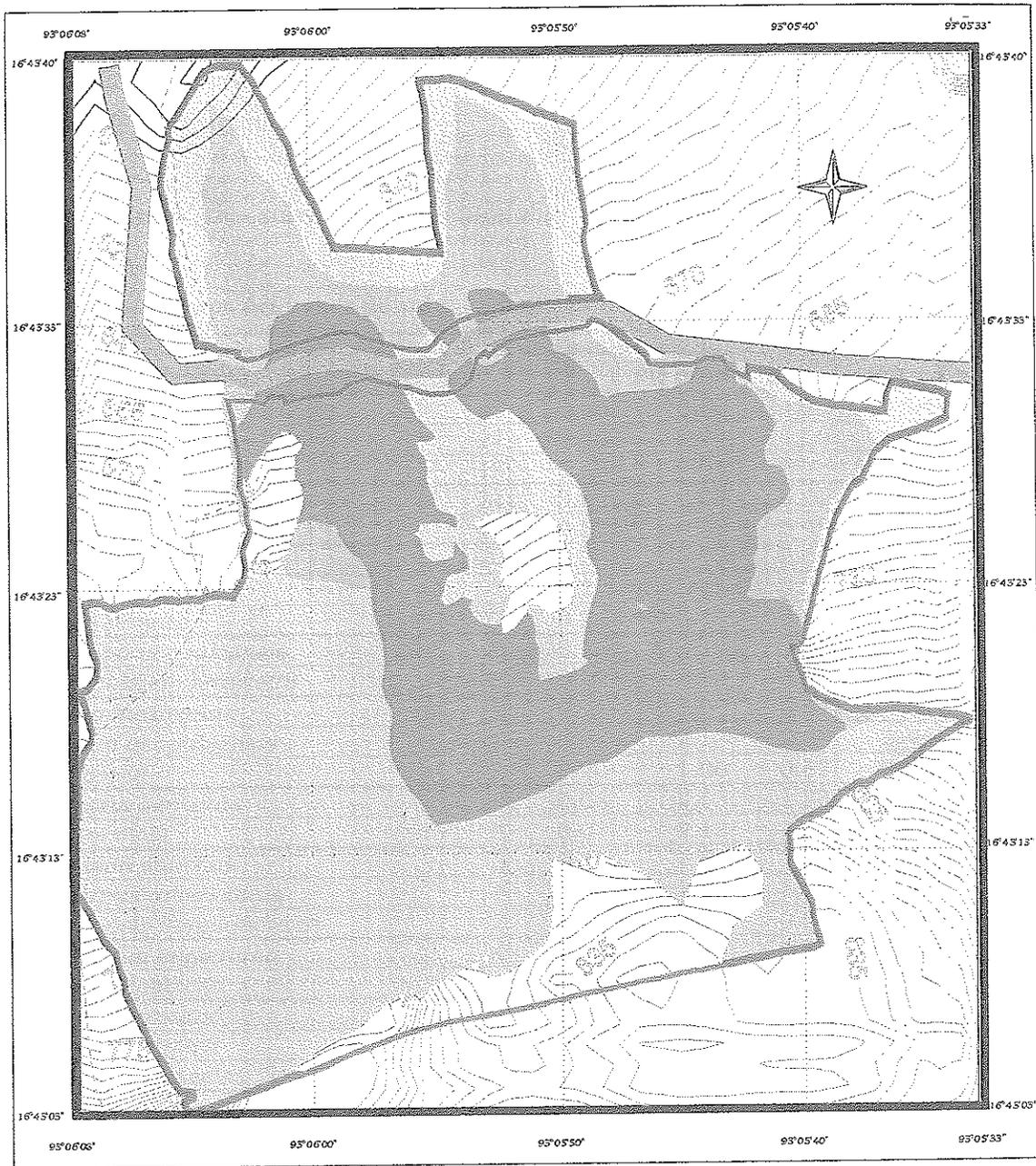


Figura 9.- Mapa de vegetación de la reserva.

Una vez realizada la caracterización de la vegetación, y de acuerdo a los transectos realizados se obtiene la siguiente clasificación de la vegetación:

TIPOS DE VEGETACION	
<input type="checkbox"/>	Selva baja caducifolia
<input type="checkbox"/>	Selva Mediana Subperennifolia (zona de transición ó ecotono)
<input type="checkbox"/>	Selva Mediana Subperennifolia (Conservada)
<input type="checkbox"/>	Aguantocales ( <i>Curatococcus andiparvulus</i> )

#### 4.1.1.- Cálculo del índice de valor de importancia ecológica

Para conocer las relaciones existentes en los tipos de vegetación, se realizó el cálculo del índice de valor de importancia ecológica, para conocer la densidad, dominancia y frecuencia de ocurrencia de los individuos de cada especie en el estrato de vegetación y se obtuvieron los siguientes resultados:

En el estrato de selva baja caducifolia se identificaron 39 especies en 231 individuos.

Cuadro 16.- Valores del índice de valor de importancia para la selva baja caducifolia.

Especie	Valores absolutos			Valores relativos		
	A	D	FR (%)	AR	DR	%IVI
<i>Bursera excelsa</i>	33	0.56	13.83	14.29	11.64	13.25
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	27	0.46	9.04	11.69	9.46	10.06
<i>Heliocarpus reticulatus</i>	19	0.48	9.04	8.23	10.00	9.09
<i>Leucaena leucocephala</i>	21	0.32	9.04	9.09	6.62	8.25
<i>Bursera simaruba</i>	15	0.57	6.38	6.49	11.75	8.21
<i>Bursera instabilis</i>	20	0.24	6.92	8.66	4.98	6.85
<i>Cassia emarginata</i>	7	0.22	3.19	3.03	4.65	3.63
<i>Randia armata</i>	7	0.21	3.19	3.03	4.33	3.52
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	9	0.16	3.19	3.90	3.28	3.46
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	8	0.12	3.72	3.46	2.39	3.19
<i>Cedrela mexicana</i>	2	0.21	1.06	0.87	4.31	2.08
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	6	0.07	2.13	2.60	1.44	2.06
<i>Ficus cookii</i>	2	0.20	1.06	0.87	4.22	2.05
<i>Wimmeria serrulata</i>	4	0.08	2.13	1.73	1.75	1.87
<i>Psidium mole</i>	4	0.07	2.13	1.73	1.41	1.76
<i>Guaiacum sanctum</i>	3	0.11	1.60	1.30	2.37	1.75
<i>Girocarpus americanus</i>	4	0.04	2.13	1.73	0.89	1.58
<i>Daphnopsis bonplandiana</i>	2	0.11	1.06	0.87	2.34	1.42
<i>Comocladia engleriana</i>	4	0.05	1.60	1.73	0.93	1.42
<i>Bursera bipinnata</i>	3	0.04	1.60	1.30	0.74	1.21
<i>Acacia farnesiana</i>	2	0.05	1.06	0.87	1.13	1.02
<i>Fraxinus purpusii</i>	2	0.05	1.06	0.87	1.09	1.01
<i>Hippocratea excelsa</i>	3	0.03	1.06	1.30	0.63	1.00
16 especies más con ivi menor de < 1.00						

Lease en columnas: A = # individuos; D = Dominancia= Area basal en m<sup>2</sup>;

F = Frecuencia= porcentaje de subparcelas donde aparece la especie

En el estrato de Selva baja caducifolia la especie que presento mayor índice de valor de importancia son: *Bursera excelsa* (13.25%), *Alvaradoa amorphoides* (10.06%), *Heliocarpus reticulatus* (9.09%), *Leucaena leucocephala* (8.25%), *Bursera simarouba* (8.21%), *Bursera instabilis* (6.85%). *Manilkara zapota* no se encuentra en esta zona (Figura 10).

En la selva mediana subperennifolia se identificaron 46 especies en 662 ejemplares. El cálculo del valor de importancia se realizó para el ecotono y para el bosque conervado, los resultados son los siguientes:

Cuadro 17.- Valores del índice de valor de importancia para la zona de tansición de los tipos de vegetación.

Especie	VALORES ABSOLUTOS			VALORES RELATIVOS		
	A	D	FR (%)	AR	DR	%IVI
<i>Manilkara zapota</i>	76	15.54	19.41	22.22	37.09	26.24
<i>Cedrela mexicana</i>	29	9.27	8.79	8.48	22.12	13.13
<i>Diospyrus digyna</i>	17	5.50	4.76	4.97	13.11	7.62
<i>Mangifera indica</i>	12	2.76	3.30	3.51	6.60	4.47
<i>Acacia pennatula</i>	20	0.69	5.50	5.85	1.64	4.33
<i>Acacia pringlei</i>	21	0.67	4.03	6.14	1.59	3.92
<i>Zuelania guidonia</i>	18	0.26	5.86	5.26	0.62	3.92
<i>Stirax argenteus</i>	16	0.91	4.76	4.68	2.17	3.87
<i>Daphnopsis bonplandiana</i>	16	0.38	4.76	4.68	0.91	3.45
<i>Simarouba glauca</i>	11	0.63	3.66	3.22	1.50	2.79
<i>Diphysa robinoides</i>	8	0.15	2.93	2.34	0.35	1.87
<i>Taxodium macronatum</i>	2	1.74	0.73	0.59	4.14	1.82
<i>Ficus glabrata</i>	7	0.61	1.83	2.05	1.46	1.78
<i>Licania arborea</i>	8	0.14	2.56	2.34	0.33	1.75
<i>Spondias mombim</i>	6	0.47	2.20	1.75	1.13	1.69
<i>Cecropia peltata</i>	8	0.26	1.47	2.34	0.62	1.47
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	7	0.13	1.83	2.05	0.30	1.39
<i>Anona purpurea</i>	6	0.09	2.20	1.75	0.22	1.39
<i>Ceiba pentandra</i>	5	0.28	1.47	1.46	0.66	1.20
23 especies más con % de ivi menor que 1.00 = 11.9%						

Lease en columnas: A = # individuos; D = Dominancia= Area basal en m<sup>2</sup>:

F = Frecuencia= porcentaje de subparcelas donde aparece la especie

En el estrato de selva mediana subperennifolia (ecotono o zona de transición) las especies que presentaron mayor índice de valor de importancia son: *Manilkara zapota* (26.24%), *Cedrela mexicana* (13.13%), *Diospyrus digyna* (7.62%), *Mangifera indica* (4.47%), *Acacia pennatula* (4.33%), *Acacia pringlei* (3.92%), *Zuelania guidonia* (3.92%). En esta zona *Manilkara zapota* es dominante y *Cedrela mexicana* es codominante (Figura 11). Barrera 1992, determinó que en bosques de yucatán, *Manilkara zapota* es una de las especies más abundantes en la zona, con una densidad de 77.5 árboles por hectárea de los cuales la gran mayoría mayores de 45 cm de dap. y se realiza extracción de Latex. y está asociada con: *Diospyrus digyna*, *Jacaratia mexicana*, *Brosimum alicastrum*, *Parementiera edulis*, *pouteria campechiana*, *Talisia olivaeformis* y *Spondias mombim*.

Pennington, et. al. (1998). Indica que *Manilkara zapota* es codominante en selvas altas perennifolias y medianas subperennifolias de *Terminalia amazonia*, *Guatteria anomala*, *Dialium guianense* en el sur de Veracruz; con *Brosimum alicastrum*, *Mirandaceltis monóica*, *Carpodiptera ameliae* en el norte de Veracruz y Puebla y de *Brosimum alicastrum*, *Bucida buceras*, *Talisia olivaeformis*, *Switenia macrophylla* en la península de Yucatán.

Cuadro 18.- Valores del índice de valor de importancia para la Selva mediana subperennifolia conservada.

Especie	Valores absolutos			Valores relativos		
	A	D	FR (%)	AR	DR	%IVI
<i>Cedrela mexicana</i>	52	8.25	15.32	16.25	22.41	17.99
<i>Diospyrus digyna</i>	52	5.10	13.62	16.25	13.85	14.57
<i>Ficus glabrata</i>	14	10.27	5.11	4.38	27.91	12.47
<i>Zuelania guidonia</i>	55	1.55	15.32	17.19	4.22	12.24
<i>Manilkara zapota</i>	29	6.14	9.36	9.06	16.69	11.70
<i>Aphananthe monoica</i>	44	1.82	13.19	13.75	4.94	10.63
<i>Brosimum alicastrum</i>	13	0.37	4.68	4.06	1.01	3.25
<i>Daphnopsis bonplandiana</i>	12	0.27	3.83	3.75	0.73	2.77
<i>Pouteria sapota</i>	5	1.39	2.13	1.56	3.77	2.49
<i>Cecropia peltata</i>	8	0.52	2.98	2.50	1.42	2.30
<i>Spondias mombim</i>	6	0.30	2.13	1.88	0.82	1.61
<i>Annona reticulata</i>	5	0.09	2.13	1.56	0.24	1.31
<i>Bursera simaruba</i>	4	0.17	1.70	1.25	0.47	1.14
14 especies más con % ivi menor que 1.00 y representa						5.53

Lease en columnas: A = # individuos; D = Dominancia= Area basal en m<sup>2</sup>:

F = Frecuencia= numero de subparcelas donde aparécen un individuo de la especie

En el estrato de selva mediana subperennifolia (conservada) las especies que presentaron mayor índice de valor de importancia son: *Cedrela mexicana* (17.99%), *Diospyrus digyna* (14.57%), *Ficus glabrata* (12.47%), *Zuelania guidonia* (12.24%), *Manilkara zapota* (11.70%), *Aphananthe monoica* (10.63%). Se observa claramente que la especie dominante es *Cedrela mexicana*, y las demás son codominantes. (Figura 12).

Ramírez (1991) reporta que en las selvas de Quintana Roo, *Manilkara zapota* se encuentra en asociada a *Brosimum alicastrum*, *Bucida buceras*, *Talisia olivaeformis*, *Swietenia macrophylla*, *Metopium brownei*, con una densidad que varia de 17.7 , 30.3 a 50.3 ind/ha.

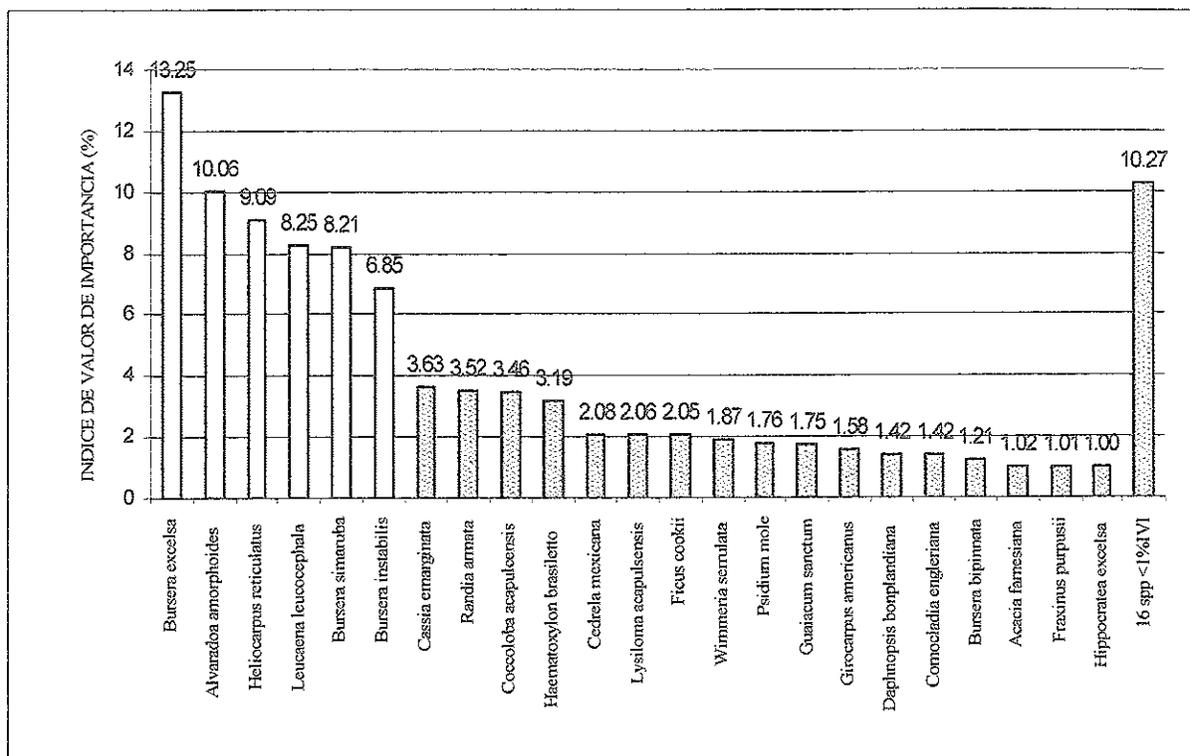


Figura 10.- Porcentaje de índice de valor de importancia de las especies presentes en selva baja caducifolia.

En el estrato de Selva baja caducifolia la especie que presenta mayor índice de valor de importancia son: *Bursera excelsa* (13.25%), *Alvaradoa amorphoides* (10.06%), *Heliocarpus reticulatus* (9.09%), *Leucaena leucocephala* (8.25%), *Bursera simarouba* (8.209%), *Bursera instabilis* (6.852%).

En esta área de la reserva, la cantidad de especies de bosque seco tienen mayor abundancia, el sustrato es arcilloso, pedregosidad alta, acompañado de la variación topográfica y falta de humedad, provocan que *Manilkara zapota* no se encuentre en este tipo de vegetación de la reserva.

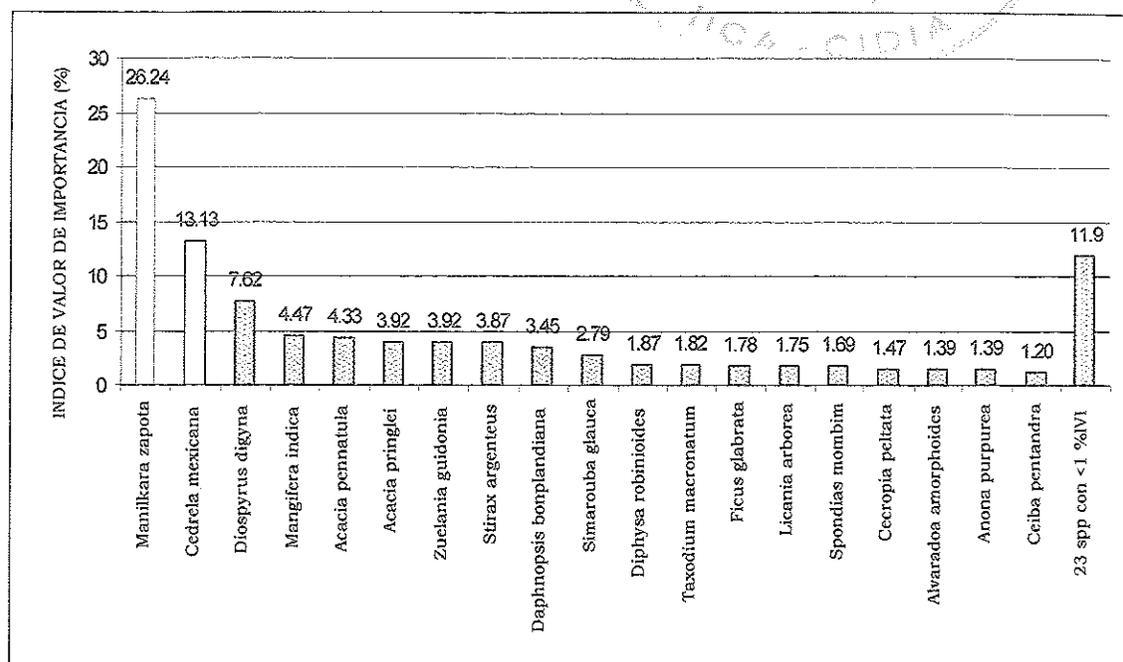


Figura 11.- Porcentaje de índice de valor de importancia de las especies en la zona de transición.

En la zona de transición ó ecotono, de los dos tipos de vegetación *Manilkara zapota* es dominante y está asociada a *Cedrela mexicana*, *Diospyrus digyna*, *Manguifera indica*, *Acacia pennatula*, *Acacia pringlei*, *Zuelania guidonia*.

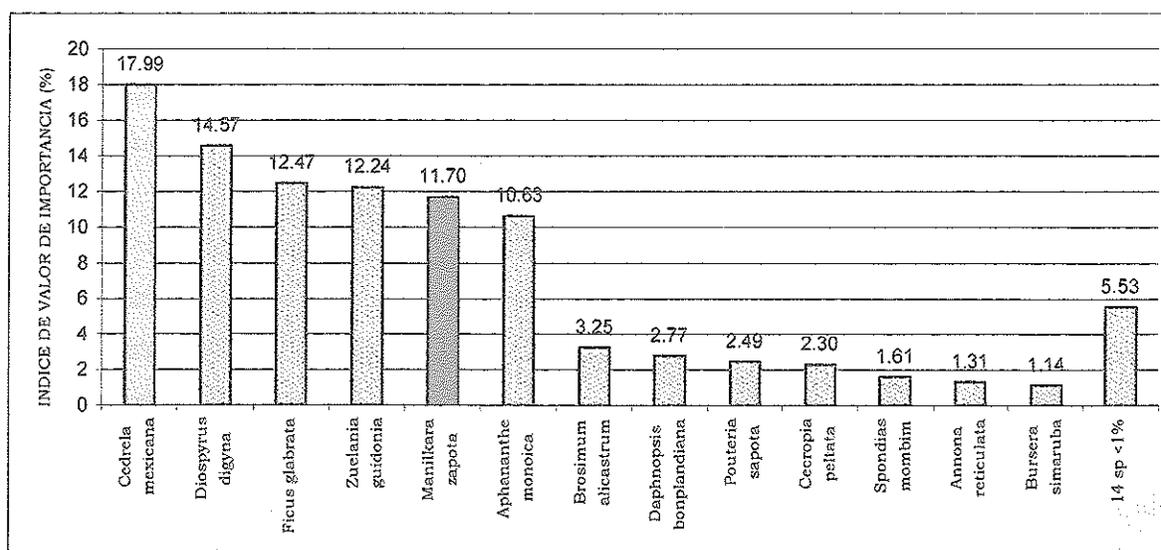


Figura 12.- Porcentaje de índice de valor de importancia de las especies presentes en selva mediana subperennifolia (conservada).

En selva mediana subperennifolia (conservada) *Cedrela mexicana* es dominante y está asociada a *Diospyrus digyna*, *Ficus glabrata*, *Zuelania guidonia*, *Manilkara zapota* y *Aphananthe monoica*.

#### 4.1.2.- Indices Shanon, Simpson y Equitabilidad

A nivel de estrato de vegetación presenta: una pequeña diferencia de índices de diversidad se Shanon y en la escala inversa de Simpson y en la equitabilidad es mayor en la selva baja caducifolia.

Cuadro 19.- Valores de los índice de similitud de Simpson y shanon y Equitabilidad para los tipos de vegetación.

<b>Estrato</b>	<b>Selva Mediana Subperenifolia</b>	<b>Selva Baja Caducifolia</b>
<b>Total de individuos</b>	662	231
<b>Total de especies</b>	46	39
<b>Indice de Shanon</b>	4.345	4.421
<b>Indice de Simpson</b>	0.075	0.065
<b>Indice de Equitabilidad</b>	0.787	0.837

Los índices de diversidad indican que existe una mayor diversidad en la selva baja caducifolia, debido a que en pocos individuos existe mayor numero de especies y en la selva mediana subperennifolia, existe menor diversidad de especies.

La equitabilidad, indica la uniformidad con la que los individuos se distribuyen entre las especies de una comunidad, se observa que es mayor en selva baja caducifolia, y menor en selva mediana subperennifolia, debido a que existe dominancia de ciertas especies como *Cedrela mexicana*, *Manilkara zapota*, *Diospyrus digyna*, *Zuelania guidonia*.

Esto indica que existen gran variación en las composición florística y variaciones ambientales que producen fuertes cambios en el tipo de vegetación; como son: la altitud, gradientes de humedad, pendiente, vientos dominantes y el sustrato, que generan estas variaciones.

Ramírez (1991) Indica que los suelos de Quintana Roo son de naturaleza caliza, similares a los de "El zapotal" con buen drenaje. y *Manilkara zapota* es codominante con otras especies.

Cuadro 20.- Valores de los índice de similitud de Simpson y shanon y Equitabilidad a nivel de parcelas

Tipo de Vegetación	Selva mediana subperennifolia								Selva baja caducifolia			
	Conservada				Ecotono							
Parcela	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
dap maximo	228	102	146	95	161	106.5	92.5	116	105	37.7	44	37.7
Total de individuos	54	83	88	95	57	44	63	72	106	103	65	63
Total de especies	16	13	15	19	17	16	16	19	27	26	18	18
Índice de shanon	3.51	2.781	3.063	3.376	3.294	2.924	3.515	3.612	4.056	3.73	3.658	3.647
Índice de simpson	0.1	0.192	0.14	0.134	0.128	0.204	0.1	0.108	0.08	0.114	0.091	0.089
Índice de equitabilidad	0.88	0.752	0.784	0.795	0.806	0.731	0.879	0.85	0.853	0.794	0.877	0.875

Como se observa la parcela 9 presenta un índice de Shannon de 4.056 siendo la parcela con mayor diversidad, y la parcela 2 presenta el menor índice con 2.781. El índice de Simpson con la escala inversa varía de 0 a 1, es decir, que a valores próximos a 0 la diversidad es mayor y un valor próximo a 1 la diversidad es menor, con base a lo anterior, la parcela 9 tiene la mayor diversidad y la parcela 6 tiene la menor diversidad, esto debido a que el índice de Simpson es más sensible a la presencia de especies dominantes.

Aquí se explica las diferencias encontradas en la tabla de asociación fitosociológica donde se indica que las parcelas 9, 6 y 2 presentan una variación la riqueza de especies.

Esto indica que existen variaciones nivel de micrositio, se debe a que existen diferencias en las especies y los factores como pendiente, humedad, tipo y profundidad de suelo, que generan la existencia de especies dominantes y la variación en la composición florística.

#### 4.1.3.- Categorías diamétricas de las especies.

Se observa que la mayoría de las especies se concentran en las clases de 10 a 40 cm y las especies: *Manilkara zapota*, *Cedrela mexicana*, *Disopyrus digyna*, *Ficus glabrata* se presentan en clases diamétricas superiores; las especies dominantes en el estrato arbóreo son *Manilkara zapota*, *Cedrela mexicana*, *Disopyrus digyna*.

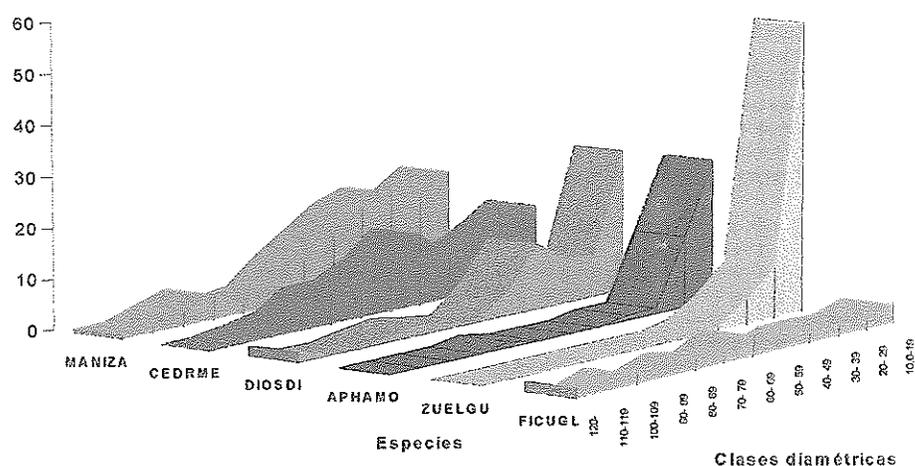


Figura 13.- Distribución diamétrica de individuos de las especies dominantes en la selva mediana subperennifolia.

Según Barrera (1992) en bosques de Yucatán, los árboles de *Manilkara zapota* de 25 a 35 cm de dap los que producen la mayor parte de chicle.

Según García et al. (1992), El Incremento Medio Anual de *Manilkara zapota* es de 0.28 a 0.29 cm, considerándose así una especie de lento crecimiento. Presenta una distribución de tipo al azar y una densidad de 35 ind/ha. El Incremento Medio Anual de *Manilkara zapota* es de 0.28 a 0.29 cm,

En el centro experimental Forestal "Ing. Eduardo Sangri Serrano" (El tormento). Segovia et al. (1982) elaboraron una tabla de producción de latex de chicozapote en función de la categoría diamétrica.

Cuadro 21.- Tabla de producción de látex de Chicozapote en función de la categoría diamétrica. (Segovia et al. 1982).

Categoría diamétrica (cm)	Rendimiento real (g)	Rendimiento Ajustado (g)
20	1.106	1,012.74
25	1.106	1,213.44
30	1.442	1,414.14
35	1.556	1,644.84
40	1.804	1,815.54
45	1.99	2,016.24
50	2.098	2,216.94
55	2.428	2,417.64
60	2.537	2,618.34
65	2.778	2,819.04
70	3.233	3,019.74
75	3.254	3,220.44
80	3.375	3,421.14

Un árbol de *Manilkara zapota* produce en promedio 695 g de latex y la producción de resina aumenta con el diámetro, la producción neta por hectárea en Yucatán, la zona es de 40,721.00 g y la producción neta por árbol es de 1,046 g/árbol.

#### 4.1.4.- Categoría de iluminación de las especies.

En la selva mediana subperennifolia, la mayoría de las especies reciben tipos de iluminación 1,2,3, destacan *Manilkara zapota* y *Cedrela mexicana* porque son dominantes y reciben luz directa; en el estrato medio se encuentran *Diospyrus digyna* y *Zuelania guidonia* y requieren luz de 1 a 4 no son muy específicas, ya que pueden coexistir en el estrato inferior.

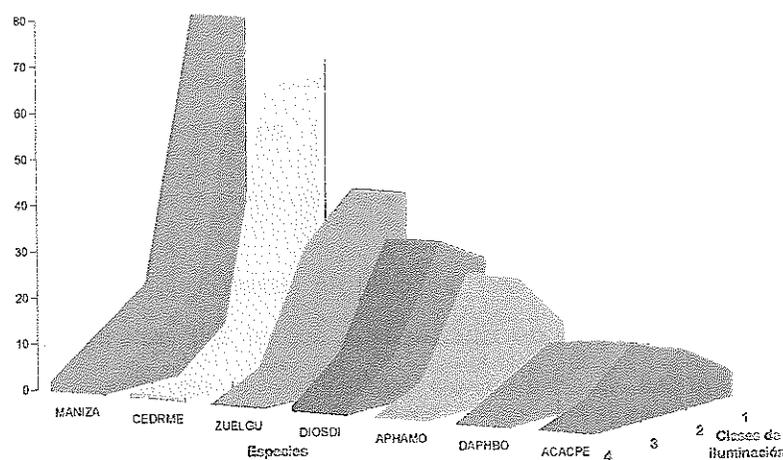


Figura 14.- Número de individuos por categoría de iluminación de las especies de selva mediana subperennifolia.

#### 4.1.5.- Efecto del gradiente altitudinal en la vegetación.

El gradiente altitudinal en la reserva varía de 600 msnm hasta 850 msnm y en una distancia horizontal de 1100 metros, motivo por el cual es necesario conocer la distribución de la especie en estudio. En la selva mediana se observó que existen especies que habitan en altitudes bajas y otras en altitudes mayores.

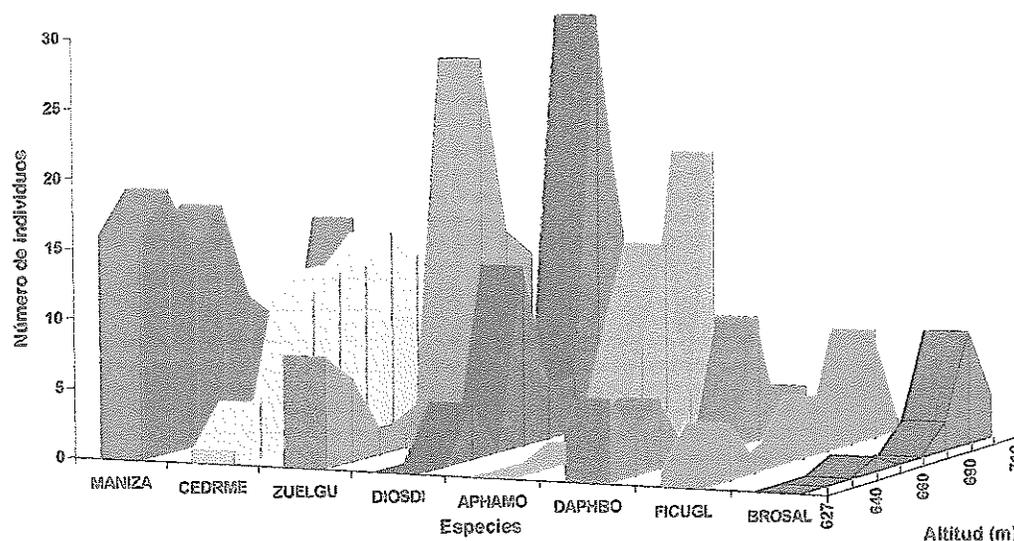


Figura 15.- Distribución de las especies por gradiente altitudinal selva mediana subperenifolia

Los individuos de *Manilkara zapota* se encuentran en mayor cantidad a altitudes bajas, *Cedrela mexicana* se presentan en un rango altitudinal amplio y con un alto número de individuos; además *Zuelania guidonia*, *Diospyrus digyna* tienen mayor abundancia a altitudes mayores. Otras especies presentan una distribución más uniforme.

Es necesario señalar que para *Manilkara zapota*, esta variación es debido a condiciones de pendiente del terreno, variación en profundidad y tipo de suelo, la rocosidad la variación en el gradiente de humedad estos factores limitan su crecimiento.

#### 4.2. Caracterización de la regeneración de *Manilkara zapota*

Se realizó el muestreo de los individuos de la población de *Manilkara zapota*, presentes en las 12 parcelas de muestreo, y se clasificó con base a las categorías de regeneración, obteniéndose los siguientes resultados:

El total de individuos de *Manilkara zapota* fue de 3,360; Fustales =105; Latizal alto= 68; Latizales bajos= 938; Brinzales=1745, plántulas= 504. Los índices de valor de importancia demuestran que *Manilkara zapote* es dominante, los fustales tienen una abundancia de 46.66 ind/ha, para los estratos inferiores son: latizal alto= 34 ind/ha; latizal bajo=375.21 ind/ha; brinzal=698 ind/ha; plantulas=224 ind/ha.

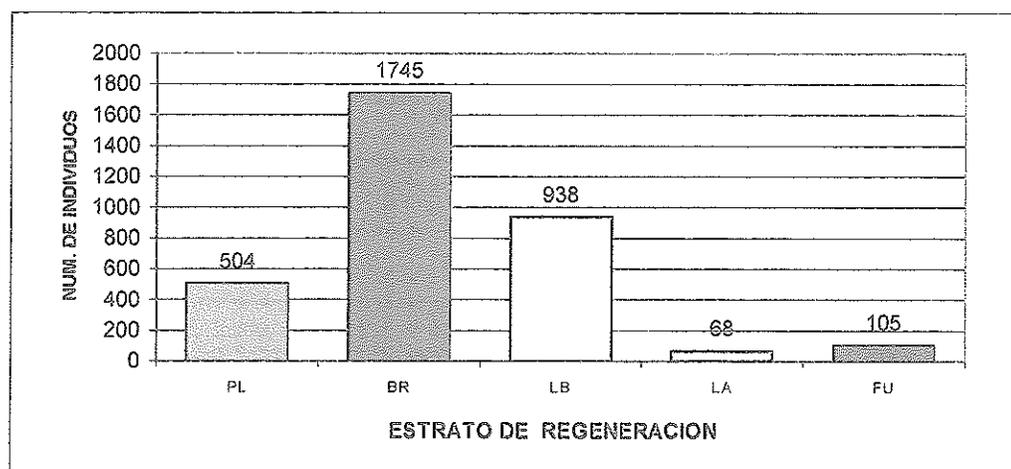


Figura 16.- Distribución del número de individuos por estrato de regeneración.

En la gráfica indica una tendencia poisson de los individuos de la población de *Manilkara zapota*, esto se debe, a que en las plantulas el muestreo fue al inicio de la época de lluvias en la cual la densidad de plantulas es baja.

En los estratos superiores se observa una tendencia a disminuir debido a que es el comportamiento típico de "j" invertida del número de individuos de la población, esto indica que existe una disminución debido a los requerimientos espaciales y establecimiento de la población arborea.

A nivel de estratos de regeneración de *Manilkara zapota* se calcularón los siguientes parámetros silviculturales de la población:

Cuadro 22.- Datos demográficos por estrato de regeneración de *Manilkara zapota*..

ESTRATO DE REGENERACION	PLANTULA	BRINZAL	LATIZAL BAJO	LATIZAL ALTO	FUSTALES
Total general (N)	504	1745	938	68	105
Area de las parcelas (ha)	2.25	2.5	2	2.25	2.5
Densidad (ind/ha)	224	698	375.21	34	46.66
Cobertura (m <sup>2</sup> /ha)			0.005	0.066	0.053
Cobertura de copas (diamcopa/área)	67.2	415.92	611.14	117.98	538.377

La densidad de individuos de *Manilkara zapota* disminuye conforme incrementan en tamaño, esto debido a los requerimientos espaciales de los árboles, de igual forma se incrementa el área basal por estrato de regeneración.

Cuadro 23.- Datos de altura por estrato de regeneración de *Manilkara zapota*..

ALTURA POR ESTRATO	PLANTULA	BRINZAL	LATIZAL BAJO	LATIZAL ALTO	FUSTALES
Máxima (m)	0.3	1.5	8.5	12.4	30.7
Mínima (m)	0.1	0.3	1.5	3.3	6
Promedio (m)	0.2	0.7	2.9	7.3	15.9
Desviación estandar	0.05	0.3	1.2	1.5	5.7
Varianza	0.003	0.1	1.6	2.2	32.7

Cuadro 24.- Datos de DAP por estrato de regeneración de *Manilkara zapota*..

DIAMETRO (ALTURA DEL PECHO)	PLANTULA	BRINZAL	LATIZAL BAJO	LATIZAL ALTO	FUSTALES
Máximo (cm)	-	-	4.9	9.8	135
Mínimo (cm)	-	-	0.4	5	10
Promedio (cm)	-	-	1.842	6.776	43.704
Desviación estándar	-	-	0.994	1.371	26.954
Varianza	-	-	0.988	1.880	726.527

Con la regeneración se observó que el patrón de la distribución es agrupado y al azar, se realizaron Mapas con el programa surfer para la ubicación de la distribución de plantulas y además de los requerimientos de luz de las plantas. Se determinó que están asociadas a pequeños claros. Esto se corrobora con lo expresado por Clark y Clark 1987.

#### 4.2.1. Número de individuos por altura.

El número de individuos por altura presenta una típica "J" invertida que caracteriza la población de *Manilkara zapota*, existen gran cantidad de individuos pequeños y disminuyen en forma gradual de un estrato a otro, de esta manera garantizan la incorporación de nuevos individuos al estrato arbóreo.

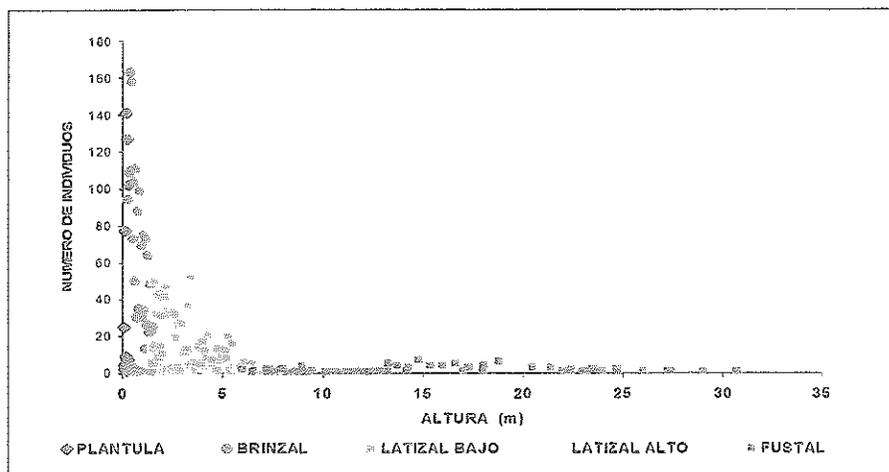


Figura 17.- Número de individuos de *Manilkara zapota* por altura (m.)

#### 4.2.2. Número de individuos por diámetro según estrato de regeneración.

El número de individuos por clase diamétrica es un parámetro muy importante, indica cual es la cantidad de individuos en cada estrato de regeneración y además permite identificar si existen individuos en los estratos inferiores que garanticen el ingreso de nuevos individuos al estrato superior o arbóreo.

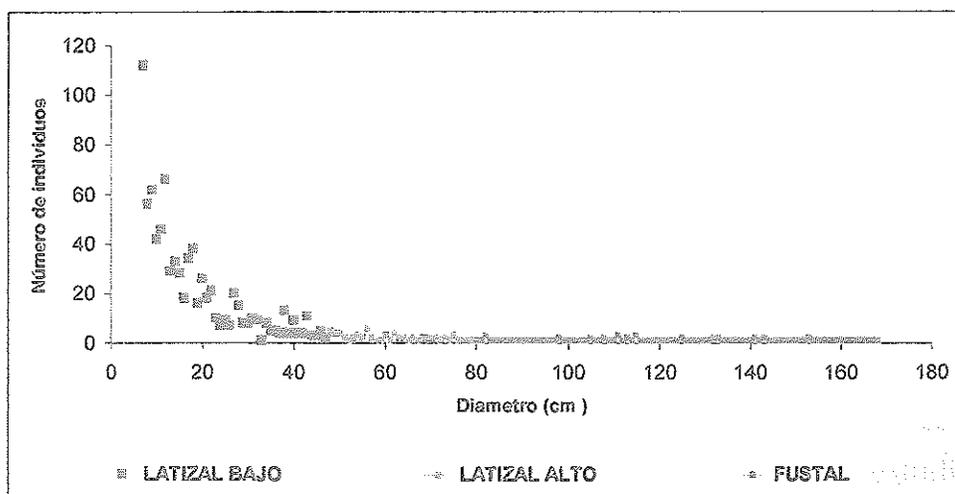


Figura 18.- Número de individuos de *Manilkara zapota* por clase diamétrica (cm.)

#### 4.2.3.- Efecto de la altitud por estrato de regeneración

Existen mayor número de individuos en altitudes bajas que en altitudes elevadas, esto es para los estratos de plántula, brinzal y latizal bajo, en el caso de latizal alto y arboles se presentan en forma constante pero a bajas densidades.

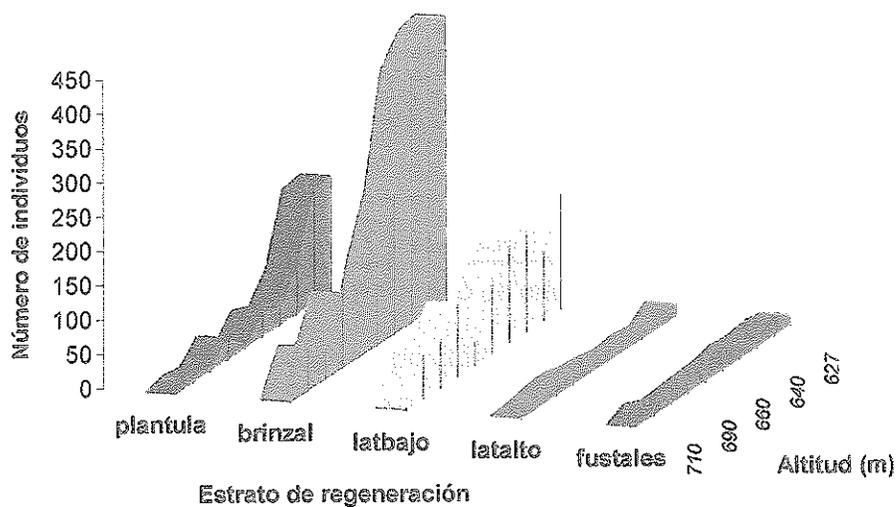


Figura 19.- Número de individuos según la altitud para la regeneración de *Manilkara zapota*

A menor altitud, existe mayor humedad, suelos profundos, tipo migajón y en la zona alta, la humedad es menor y los suelos son someros, arcillosos y presentan mayor pedregosidad.

Es necesario señalar que la zona de baja altitud corresponde a la zona de transición de los tipos de vegetación, y *Manilkara zapota* es dominante; mientras que a mayor altitud existen otras especies dominantes y que podrían competir con ella.

La regeneración de *Manilkara zapota* tiene una respuesta favorable a los disturbios de los huracanes y prueba de ello son los bosques de Quintana Roo, México. Según García et al. (1992), la población de chicozapote ha aumentado y se ha visto recuperado y tiene regeneración buena en Central Vallarta y estudian como establecer el manejo.

#### 4.2.4. Efecto del tipo de suelo por estrato de regeneración

Con referencia al tipo de suelo podemos observar que la mayoría de los individuos se encuentran en suelos tipo migajón:

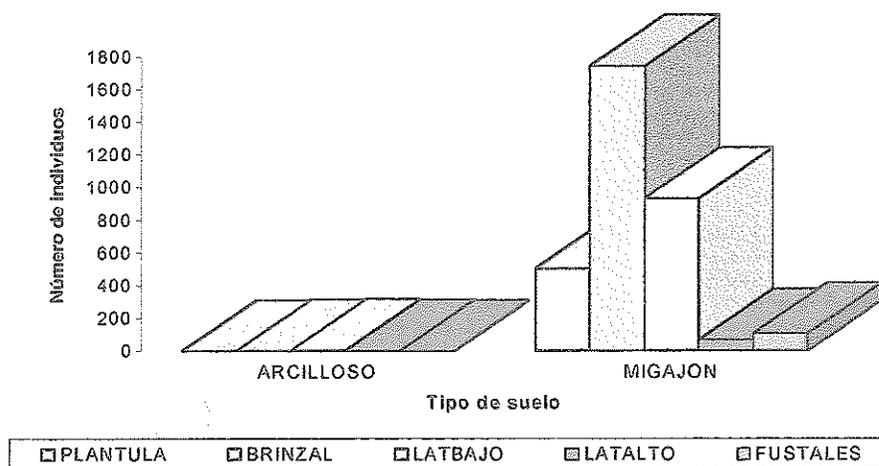


Figura 20.- Número de individuos según tipo de suelo para los estratos de regeneración.

Manilkara zapota prefiere suelos tipo migajón con un contenido de limo y arcilla en cantidades similares, coloración café oscuro, presenta todos los horizontes 0,A,B,C; una profundidad promedio de 130 cm; además de ser terrenos bien drenados.

#### 4.2.5 Análisis del gradiente de humedad por estrato de regeneración.

Con referencia a la humedad se observa que los individuos se encuentran en zonas con alta condición de humedad, en la proximidad de los arroyos que se encuentran en la reserva y en suelos de tipo migajón.

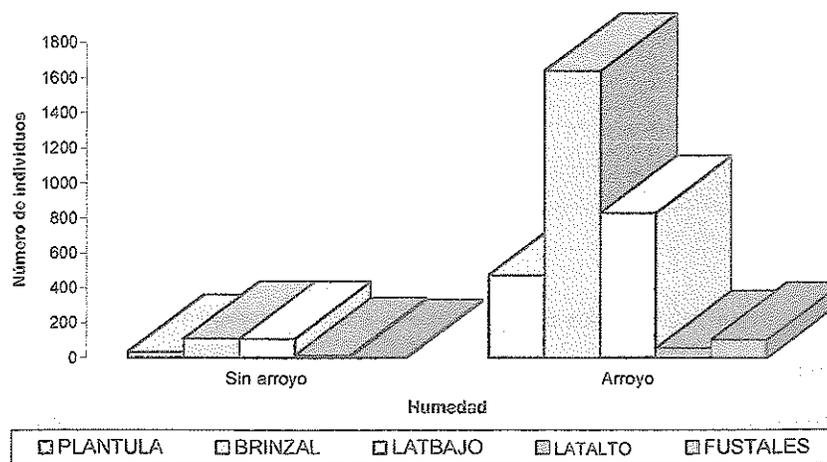


Figura 21.- Número de individuos según la humedad para los estratos de regeneración

#### 4.2.6. Análisis de clase de iluminación por estrato de regeneración

La iluminación es un factor importante en la regeneración y presenta una estratificación por tipo de regeneración.

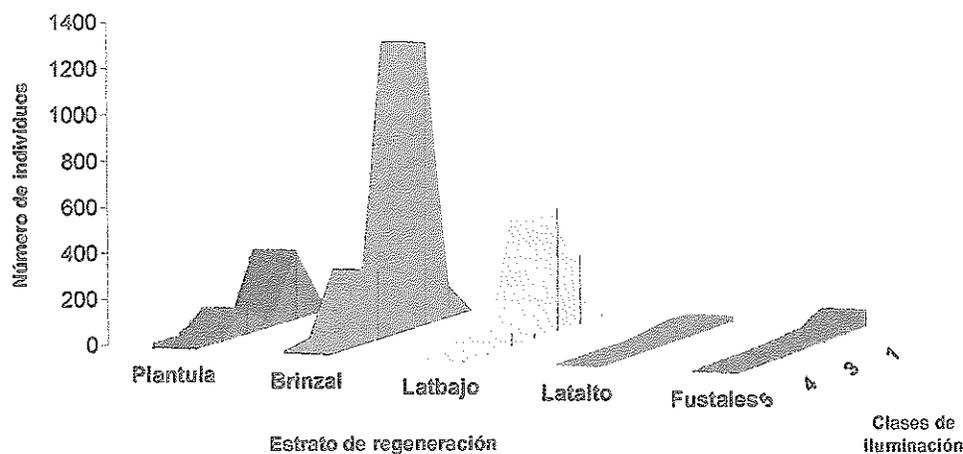


Figura 22.- Clases de iluminación para los estratos de regeneración de *Manilkara zapota*

Para conocer más el tipo de categoría de iluminación de los estratos se tiene lo siguiente: En los fustales se observó que prefieren iluminación 1 y 2; en latizal alto prefiere 1,2 para latizal bajo tolera 3, 4; en brinzales 2,3,4 y en plantillas 3,4,5.

Cuadro 25.- Clase de iluminación por estrato de regeneración.

Clase de iluminación	Estrato de regeneración.				
	Fustales	Latizal alto	Latizal bajo	Brinzal	Plántula
1	75	23	9	0	0
2	18	31	307	140	60
3	10	12	542	1248	306
4	2	2	77	320	111
5	0	0	3	37	27
Total	105	68	938	1745	504

Determinándose que la especie tolera el dosel y se establece bajo el dosel para crecer y exige luz directa para pasar de fuste joven a fuste maduro, por los requerimientos de luz en los estratos superiores; con base en esto se considera que es una especie Esciófita parcial.

#### 4.2.7. Análisis del Estado fitosanitario.

El porcentaje de individuos con plagas o enfermedades fue bajo, únicamente se encontraron problemas de hongos, hormigas y una plaga de frutos que no se pudo identificar.

Cuadro 26.- Resultados del muestreo de estado fitosanitario de los estratos de regeneración.

REGENERA	Estado fitosanitario			
	Bueno	Plagas	Porcentaje	Total general
FUSTAL	102	3	2.94	105
LATIZAL ALTO	67	1	1.49	68
LATIZAL BAJO	928	10	1.07	938
BRINZAL	1742	3	0.17	1745
Total general	2839	17	5.67	2856

Como se observa el porcentaje de individuos con plagas fue bajo y únicamente se encontraron problemas de hongos, hormigas y una plaga de frutos que no se pudo identificar.

Hernández-O. *et al.* (1993) indica que *Manilkara zapota* sirve como hospedero de la mosca de la fruta *Anastrepha sp* (díptera: Tephritidae); Parvathi C. *et al.* (1994) estudio los daños estacionales de la mariposa *Anarsia achrasella* (Lepidoptera: Gelechiidae) en el norte de la India y Pakistán. Sandhu G. *Et al.* Registro a *Nephopteryx eugraphella* Ragonot (lepidoptera: Pyralidae) en la India.



#### 4.2.8. Efecto de la interacción con otras especies.

De igual forma se presentaron interacciones de especies de fauna con los individuos de *Manilkara zapota* y se obtuvo lo siguiente:

Cuadro 27.- Número de individuos por especie de fauna que presentó interacción.

Animal	Actividad	Núm. de individuos observados	Frecuencia
GUAQUEQUE	Semillivoro	69	11
CHACHALACA	Frugívora	46	11
MONOS	Dispersión, Frugívora	45	8
ARDILLA	Semillívoro	15	7
VENADO	Ramoneo	13	7
ARMADILLO	Dispersión	6	4
OCOFAISAN	Frugívora	6	3
ABEJAS	Polinización	5	4
CONEJO	Herbívoro	2	1
ZORRA	Depredador	1	1
<b>Total general</b>			

Se observa que la mayor interacción fue con guaqueques, chachalacas y monos esto debido a que *Manilkara zapota* proporciona alimento como: frutos, semillas, follaje, también brinda refugio contra depredadores y la lluvia. En menor proporción se encuentran otras especies, como los venados que realizan un ramoneo y marcaje en latizales.

Existió una interacción alta de guaqueques y es importante por la depredación de semillas que realizan, debido a esto se considera necesario la realización de estudios intensivos de dispersión y depredación de semillas para evaluar el impacto de la fauna en estos procesos.

### 4.3. Análisis estadísticos.

En cuanto a las variables de sitio; se procedió a analizar la relación de las variables con los estratos de regeneración, para ello se realizó análisis de tablas de contingencia para conocer el grado de asociación y con las pruebas de probabilidad de Chi cuadrado determinar el nivel de significancia, los resultados fueron los siguientes:

Cuadro 28.- Resultados obtenidos de las pruebas de Chi cuadrado y en el nivel de significancia de cada una de las variables de sitio.

Variable	Grados de libertad DF	Valores Chi <sup>2</sup>	Probabilidad P(X <sup>2</sup> <sub>c</sub> > X <sup>2</sup> <sub>t</sub> )	Nivel de Significancia
A nivel de individuo				
Altura total	16	8505.354	0.001	Alto
Estado fitosanitario	8	27.015	0.001	Alto
Forma de copa	16	466.275	0.001	Alto
Forma de fuste	8	428.221	0.001	Alto
Exposición de copa	24	2349.591	0.001	Alto
Lianas	4	6.485	0.166	No significativo
A nivel de sitio				
Altitud	36	472.159	0.001	Alto
Humedad	4	45.806	0.001	Alto
Pedregrosidad	4	12.130	0.016	Medio
% de Pendiente	32	455.809	0.001	Alto
pH	8	132.122	0.001	Alto
Posición de la pendiente	4	12.130	0.016	Medio
Profundidad del suelo	36	472.159	0.001	Alto
Textura del suelo	8	88.396	0.001	Alto
Tipo suelo	4	3313.648	0.001	Alto

De las 15 variables de sitio analizadas, 12 son altamente significativas y están asociadas a los estratos de regeneración, pero este análisis es muy general y se consideró necesario realizar un análisis discriminante canónico de las variables.

Este análisis canónico sirvió para determinar cuáles de las variables de sitio ó combinaciones lineales de estas resumen de mejor manera la variación entre los diferentes estratos de regeneración (fustales, latizales, brinzales, plántulas). O sea para identificar cuáles variables de sitio separan o diferencian mejor a los estratos de regeneración.

Cuadro 29.- Pruebas de F (Univariado) por variable individual para comparar los estratos de regeneración.

Variable	F	Análisis 12 var.
		probabilidad
Altura total	4405.9220	0.0001
Exposición de copa	320.9572	0.0001
Forma de copa	33.5766	0.0001
Estado fitosanitario	5.1413	0.0004
Altitud	69.1011	0.0001
% de Pendiente	6.8139	0.0001
Posición de la pendiente	3.0390	0.0164
Humedad	11.5925	0.0001
Tipo suelo	3.0390	0.0164
Profundidad del suelo	8.0973	0.0001
Textura del suelo	22.5187	0.0001
pH	6.4389	0.0001

Cuadro 30.- Prueba de F tomando las 12 variables en conjunto (Multivariado) para comparar los estratos de regeneración.

Estadístico	Grados de libertad	F	Pr > F
Lambda de Wilks	44	199.269	0.0001

Tanto en forma univariada (tabla 29) como en la forma multivariada (tabla 30) los estratos de regeneración presentan diferencias en las variables de sitio.

Cuadro 31.- Resultados del análisis Discriminante Canónico.

Estrato de regeneración	Correlación canónica	Valor propio	Proporción	Acumulado
Fustal	0.918520	5.3971	0.9736	0.9736
Latizal alto	0.314767	0.1100	0.0198	0.9934
Latizal bajo	0.165806	0.0283	0.0051	0.9985
Plántula	0.090211	0.0082	0.0015	1.0000

La primer variable canónica explica el 97.36% de la variabilidad entre los estratos de regeneración.

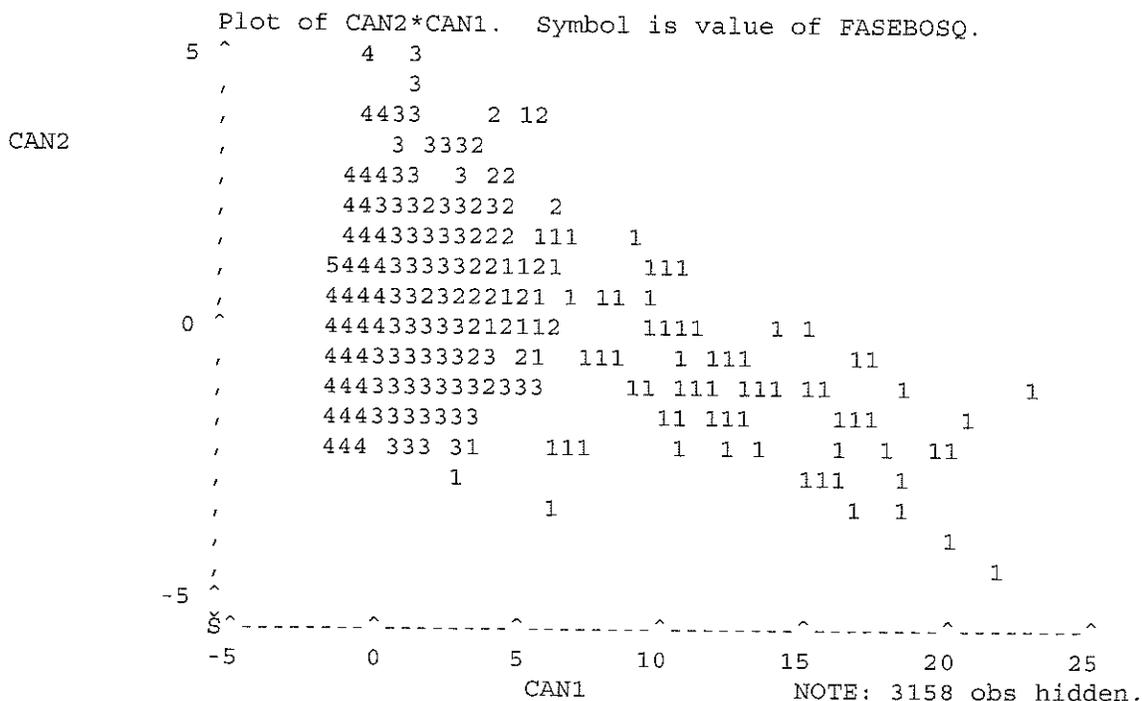
Cuadro 32.- Correlación de las variables de sitio con la primer variable canónica.

Variable	Variable canónica 1*
Altura total	0.997744
Exposición de copa	-0.558261
Forma de copa	-0.165723
Estado fitosanitario	0.075450
Altitud	0.190288
Pendiente	-0.031768
Posición de la pendiente	-0.023729
Arroyos	-0.038576
Tipo de suelo	-0.023729
Profundidad de suelo	0.030516
Textura	-0.064997
.pH	-0.090366

\* coeficiente de correlación de pearson (vs)

La variable canónica 1 sugiere que el contraste entre la altura total contra exposición de copa es lo que mejor me diferencia o separa a los estratos de regeneración.

Figura 23.- Gráfica de Análisis canónico con 12 variables



El estrato de regeneración de fustales, tiene la mayor altura media y mejor exposición de copa en contraste con los otros estratos de regeneración. indicando que existen una gran relación con la altura del individuo con respecto a los factores de sitio.

Una vez realizados los análisis se observó que las variables de altura total, altitud, exposición de copa, sustrato; son las variables que tienden a explicar el 99.36 % por ciento de la distribución y son las más importantes para la caracterización del sitio de *Manilkara zapota*.

El análisis de las condiciones de sitio para las categorías de regeneración nos indica que las condiciones requeridas para *Manilkara zapota* son: una altitud que varía de 600 a los 720, con pendiente promedio de 10 %, requiere suelos tipo migajón, profundos y con alta humedad y pedregosidad nula.

Las variables de: altura total, exposición de copa, altitud, Forma de copa, profundidad de suelo, textura, pendiente son las variables que pueden incidir por sí solas o en conjunto y tienden a explicar la variación de los grupos de regeneración y son las que influyen en el crecimiento y distribución de la especie.

## 5.- Conclusiones y recomendaciones.

El Centro Ecológico y Recreativo el Zapotal, tiene dos tipos de vegetación: selva baja caducifolia y selva mediana subperennifolia, además existen áreas donde se mezclan las especies de ambos estratos, formando una zona de transición o Ecotono.

En el estrato de Selva baja caducifolia la especie que presento mayor índice de valor de importancia son: *Bursera excelsa* (13.25%), *Alvaradoa amorphoides* (10.06%), *Heliocarpus reticulatus* (9.09%), *Leucaena leucocephala* (8.25%), *Bursera simarouba* (8.21%), *Bursera instabilis* (6.85%). *Manilkara zapota* no se encuentra en esta zona

En el estrato de selva mediana subperennifolia (Ecotono o zona de transición) las especies que presentaron mayor índice de valor de importancia son: *Manilkara zapota* (26.24%), *Cedrela mexicana* (13.13%), *Diospyrus digyna* (7.62%), *Manguera indica* (4.47%), *Acacia pennatula* (4.33%), *Acacia pringlei* (3.92%), *Zuelania guidonia* (3.92%). En esta zona *Manilkara zapota* es dominante y *Cedrela mexicana* es codominante.

En el estrato de selva mediana subperennifolia (conservada) las especies que presentaron mayor índice de valor de importancia son: *Cedrela mexicana* (17.99%), *Diospyrus digyna* (14.57%), *Ficus glabrata* (12.47%), *Zuelania guidonia* (12.24%), *Manilkara zapota* (11.70%), *Aphananthe monoica* (10.63%). Se observa claramente que la especie dominante es *Cedrela mexicana*, y las demás son codominantes.

Los índices de Simpson y Shanon indican que la selva baja caducifolia presenta mayor diversidad de especies, pero la equitabilidad fue mayor en la selva mediana subperennifolia; la mayoría de las especies de selva mediana se concentran en las categorías diamétricas de 10 a 40 cm, y en la selva baja se encuentran en la categorías de 10 a 20 cm.

Las especies de selva baja caducifolia demandan mayor requerimientos luminosos, mientras que en selva mediana subperennifolia existen especies que pueden existir bajo dosel y son tolerantes a la sombra.

Los requerimientos de altitud varían de una especie a otra, está relacionada a factores como: el sustrajo, humedad y la pendiente del terreno, estos pueden determinar la distribución de las especies, de esta manera existen especies que habitan en zonas semiplanas en altitudes bajas, otras especies están adaptadas a pendientes fuertes y altitud elevada.

La población de *Manilkara zapota* en la Reserva, tiene una abundancia de 47 árboles/ha, y para los estratos inferiores son latizal alto = 34 ind/ha, latizal bajo = 375 ind/ha. Brinzal = 698 ind/ha plantillas = 224 ind/ha.

La población de *Manilkara zapota* presenta una distribución típica de "J" invertida, esto indica que existe una disminución debido a los requerimientos espaciales y de establecimiento de los individuos. La caracterización por clases diamétricas de la regeneración, indican que existen individuos suficientes para poder asegurar la regeneración de *Manilkara zapota*.

Existieron muy pocas plantillas, pero tal vez debido a la época del año, ó quizás sea debido a que no existen suficiente germinación o disponibilidad de semilla, es importante señalar que existen en la Reserva ejemplares de guaqueque (*Dasiprocta mexicana*), que presenta una frecuencia elevada, alta densidad y se alimentan de frutos y semillas de *Manilkara zapota*, existen individuos de mono aullador (*Alouatta palliata*) y de Chachalaca (*Ortalis vetula*) que realizan una importante dispersión de semillas de diversas especies, el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) realiza un marcaje en los brinzales y latizales bajos durante su época de apareamiento; produciendo la muerte de estos individuos, por el descortezamiento. Es conveniente realizar un estudio sobre la dispersión y depredación de semillas de *Manilkara zapota*, para conocer los efectos de la fauna en este aspecto.

Con relación a las variables de sitio se determinó que la altitud afecta la distribución de la especie y la regeneración es abundante en altitudes bajas. La variación en pendiente, si interfiere con los estratos de regeneración de latizal bajo, brinzal y plántula. Los estratos de regeneración requieren suelos profundos, de tipo migajón, con alta humedad.

La iluminación es un factor importante en la regeneración y presenta una estratificación por tipo de regeneración, en los fustales se observó que prefieren iluminación 1 y 2; en latizal alto 1,2,3, para latizal alto 2,3,4; en brinzales 2,3,4 y en plántulas 3,4,5; observándose con esto que la especie requiere de dosel para regenerarse y claros para crecer por los requerimientos de luz en los estratos superiores. Estas características permiten clasificar a *Manilkara zapota* como Esciófita parcial.

Los análisis para caracterizar las variables de sitio fueron altamente significativos y mediante un análisis de correlación canónica para discriminar las variables y se obtuvo que las variables de altura total, exposición de copa, altitud, forma de copa, profundidad de suelo, textura, pendiente son las variables más importantes para la caracterización del sitio de *Manilkara zapota*. Estas variables tienden a explicar la variación de los grupos de regeneración y son las que influyen en el crecimiento y distribución de la especie.

Es importante continuar con el monitoreo de la regeneración de otras especies para poder establecer conocer las características de micrositio y poder establecer métodos de manejo de bosques basados en la regeneración natural.

Integrar programas de educación ambiental en las áreas aledañas a la reserva, brindar asesoría técnica para realizar proyectos de sistemas agroforestales o de producción de madera para leña con los pequeños propietarios de terrenos colindantes con la reserva, para reducir la extracción de madera y disminuir el impacto en la Reserva, en la zona existen ejemplares de *Manilkara zapota* y *Cedrela mexicana* con alto potencial genético, lo cual representa una buena fuente para obtener semillas para proyectos de enriquecimiento del bosque ó establecer bancos de germoplasma.

## 6.- BIBLIOGRAFIA.

- Alder, D.; Synnott T. 1992. Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. Oxford forestry Institute. 124 p.
- Alvarez del Toro, M. 1975. Panorama ecológico de Chiapas. XVIII. Serie de mesas redondas. Chiapas y sus recursos naturales renovables. IMERNAR. México, D.F. 3-19 pp.
- Alvarez del Toro, M. 1993. Chiapas y su biodiversidad. Serie Chiapas Eterno. .Gobierno. del Estado. Tuxtla Gtz. México. 152 p.
- Aus der Beek, R. Saenz, G. 1992. Manejo forestal basado en la regeneración natural del bosque: Estudio de caso en los robledales de altura de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Colección silvicultura y manejo de bosques naturales No. 6. CATIE/COSUDE. Turrialba, Costa Rica. 45 p.
- Barrera A.; Gómez -Pompa A.; Vázquez-Yanes C. 1977.El manejo de las selvas por los Mayas: sus implicaciones silvícolas y agrícolas. México,DF. Biotica 2(2):47-61.
- Budowski, G. 1965. Sistemas de regeneración de los bosques de bajura en la América Tropical. Caribbean Forester (P.R.) 17(3-4):53-75.
- Clark, D. A.; Clark, D.B.1987. Análisis de la regeneración de los árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical; aspectos teóricos y prácticos. In Clark, D.A., Dirzo, R.; Fetcher, N. (eds). Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos. Revista biología Tropical (C.R.) 35, (Suplemento 1):41-54.
- Clark, D. A.; Clark, D.B.1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. Ecological Monographs. 62(3). 315-344.
- Dawkins, H. C. 1958. The management of natural tropical high forest with special reference of Uganda. Imperial forestry institute (G.B). papre no. 34. 155 p.
- Denslow, J. S. 1987. Tropical rain forest gaps and tree species diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst. 18:431-451.
- Etherington, J. 1982. Environment and plant ecology. Chichester, N.Y., EE.UU., John Wiley, 201 p.
- Finegan, G.B. 1991. Bases ecológicas de la silvicultura y la agroforestería. Curso intensivo Internacional de silvicultura y manejo de bosque naturales tropicales (4,1991, turrialba, C. R.) CATIE. s.p.

- García E. 1988. Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Köppen. 5a. Edic. Inst. de Geografía, UNAM. México. 92-96, 208-212 p.
- Gomez-Pompa, A. T.C. Whitmore and M.Hadley.1991. Rain forest regeneration and management. UNESCO. Man and biosphere series. France. 457 p.
- Hartshorn, G. 1980. Neotropical forest dynamics. Biotrópica. 12 (suplemento): 23-30
- Hartshorn, G. S. 1972. The ecology life history and population dynamics of *Pentacletra maculosa*, a tropical west forest dominant and *Stryphodendron excelsum* an occasional associate. Thesis doctor.S.I. EE.UU. University of Washington. 119p.
- Hernández, S. R; Sánchez, C. J. 1973. Guía para la descripción y muestreo de suelos de áreas forestales. Boletín divulgativo No. 13. SAG-INIF. México, D. F. 87 p.
- Huerta, C.j.; Becerra M. J. 1976. Anatomía macroscópica y algunas características físicas de diecisiete maderas tropicales mexicanas. Boletín Divulgativo No. 46. SAG-INIF. México, D. F. 61 p.
- Hutchinson, Ian D. 1987. The management of humid tropical forests to produce wood. In conference on management of Tropical American forests: Prospects and Technologies, institute of Tropical Forestry, USDA forest Service, San Juan, 121-155 p.
- Hutchinson, Ian D. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para al silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Trad. R. Luján. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 204. Colección de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales no. 7. 32 p.
- INEGI. 1984. Carta de Efectos Climáticos Regionales Mayo-Octubre-Abril. E15-11. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Esc. 1:250,000. México. D.F.
- INEGI. 1985. Carta Edafológica. E15-11. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Esc. 1:250,000. México. D.F.
- INEGI. 1985. Carta Geológica. E15-11. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Esc. 1:250,000. México. D.F.
- INEGI. 1985. Carta topográfica. E15-11. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Esc. 1:250,000. México. D.F.
- Lognman, K.A.; Jenik, J. 1987. Tropical forest and its environment. EE.UU. Gustav Fischer Verlag. 513 p.

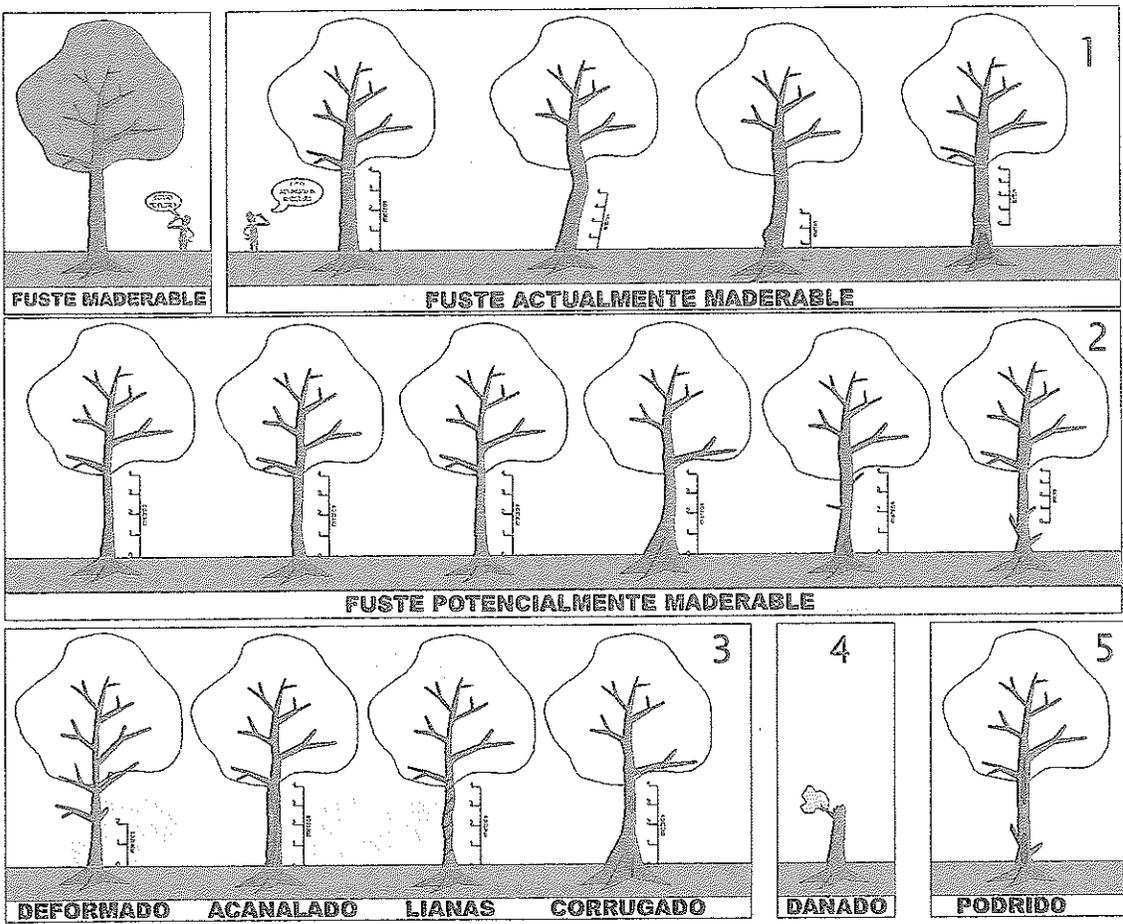
- Martinez -Ramos, M. 1985. Claros y ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. In. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Eds. A. Gómez-Pompa, S. Del amo. México, Editorial alhambra mexicana. V.2. 421 p.
- Matteucci, S.; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, D.C. OEA. 168 p.
- Pedroni, L. 1991. Conservación y producción forestal: Aspectos para su conciliación en el marco de un manejo sostenible. El Chasqui (Costa Rica) no. 27: 7-22.
- Pennington, T. D.; Sarukan, J. 1998. Árboles tropicales de México. INIFAD, México, D. F. 413 p.
- Ramírez A. G. A. 1991. Aprovechamiento de látex de chicozapote (*Manilkara zapota* L. Van royen) y potencial productivo en Quintana Roo. Tesis profesional Universidad Juárez del Estado de durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Venecia, Durango. 72 p.
- Root, R. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. Ecological Monographs 37(4): 317-350 p.
- Roussel, L. M. 1972. Photologie Forestière, París, Francia. 144 p.
- Saénz, G. P. 1990. Densidad y dinámica de plántulas de *Quercus copeyensis* bajo dosel y en aperturas en el primer año después de la germinación en los robledales de Villa Mills, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 83 p.
- Saénz, G. P.; Finegan, G.B. 1996. Monitoreo de la regeneración natural con fines de manejo forestal. Puntos de partida para el desarrollo de una metodología práctica. Turrialba, Costa Rica, CATIE/PROSIBONA. 15 P.(mimeografiado).
- Schütz, J.P. 1984. Vorlesung Waldökologie Technische Hochschule, Abt. Forstwirtschaft, Zurich (Suiza), s.p.
- Sterringa, J. 1974. Escogencia de la regeneración más apropiada. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 17-70 p.
- Sterringa, J. 1974. Factores ambientales importantes para la regeneración natural. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 9 p.

- Swaine, M. D.; Whitmore, T. C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetatio* 75:81-86.
- Synnott, T. J. 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rain forest. Commonwealth forestry Institute. Tropical forestry papers no. 14. 67 p.
- Whitmore, T.C. 1984. Tropical rain forest of the Far East. 2. Ed. Oxford, G.B., Clarendon Press. 352 p.

**7.- ANEXOS**

Anexo 1.- Forma de fuste

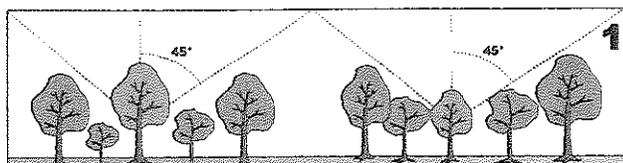
Clasificación del fuste según la mejor troza (Hutchinson, 1987)



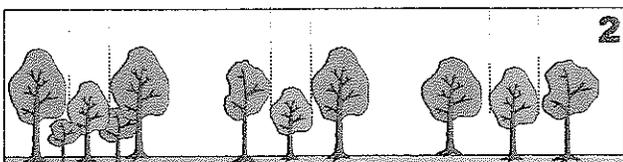
## Anexo 2.- Iluminación de copa

## Clases de iluminación

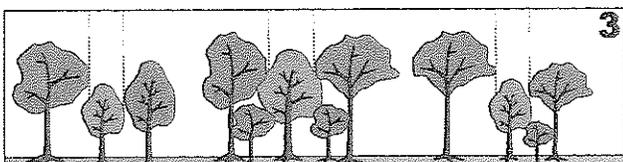
(Clark y Clark, 1992; adoptado de Dawkins, 1978.)



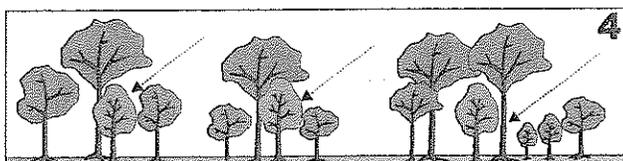
**1** ILUMINACION VERTICAL Y HORIZONTAL PLENA  
COPA COMPLETAMENTE LIBRE  
(emergente, árbol pequeño en un claro)



**2** ILUMINACION VERTICAL PLENA  
COPA COMPLETAMENTE LIBRE HACIA ARRIBA  
(árbol del dosel, árbol pequeño en un claro mediano)

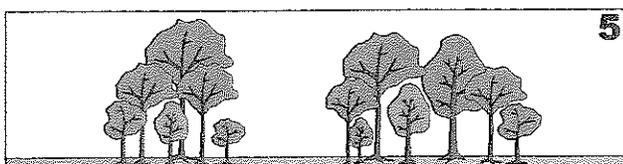


**3** ILUMINACION VERTICAL PARCIAL  
COPA PARCIALMENTE LIBRE HACIA ARRIBA  
(árbol del subdosel, árbol pequeño en un claro pequeño)



**4** ILUMINACION OBLICUA UNICAMENTE  
COPA PARCIALMENTE CUBIERTA  
(árbol del estrato arbóreo inferior cerca de un claro)

(Clark y Clark, 1992) { Luz lateral alta 3.5  
Luz lateral media 4.0  
Luz lateral baja 4.5



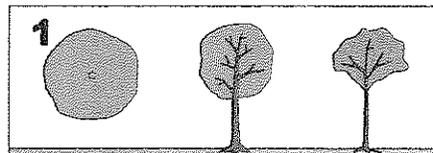
**5** SIN NINGUNA ILUMINACION DIRECTA  
COPA COMPLETAMENTE CUBIERTA  
(árbol del estrato arbóreo inferior)

## Anexo 3.- Forma de copa

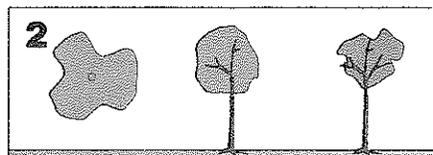
### Forma de la copa

(Adoptado de Dawkins, Plan de investigación silvicultural. Uganda. 1959-1963.)

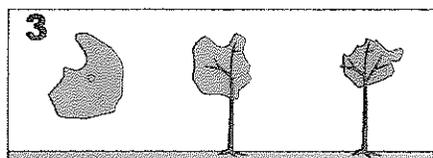
**COPA DE FORMA PERFECTA**  
Círculo completo  
(Copa densa, simétrica, desarrollada  
sin perturbaciones)



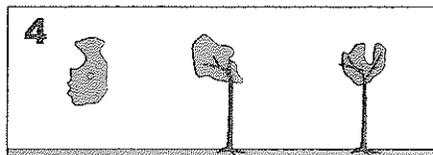
**COPA DE FORMA BUENA**  
Círculo irregular  
(Más o menos simétrica, algunas ramas muertas,  
desarrollada en concurrencia con otros árboles)



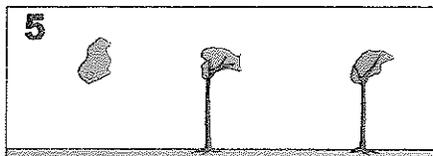
**COPA DE FORMA TOLERABLE**  
Media copa  
(Asimétrica, tenue, pero se puede corregir  
si recibe más luz)



**COPA DE FORMA POBRE**  
Menos de media copa  
(Muy asimétrica, pocas ramas vitales;  
peropuede sobrevivir)



**COPA DE FORMA MUY POBRE**  
Una o pocas ramas  
(Degenerado, con daños irreversibles;  
árbol a morir)



## Anexo 4.- Formularios de campo

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
 INSTITUTO DE HISTORIA NATURAL  
 PROYECTO: MONITOREO DE LA REGENERACION DEL CHICOZAPOTE

Análisis del sitio	PARCELA DE 50 X 50 .m.
--------------------	------------------------

Cod. País: _____	Núm. de sitio: _____	Fecha: _____
Estrato: _____	Parcela: _____	Subparcela: _____
Identificador: _____	Medidor: _____	Anotador: _____

### Indicadores topográficos y climáticos.

Altitud: \_\_\_\_\_ Pendiente: \_\_\_\_\_ Posición en pendiente: \_\_\_\_\_  
 Precipitación: \_\_\_\_\_ Temperatura: \_\_\_\_\_

### Datos de hábitat:

Fase de bosque: Claro: \_\_\_\_\_ Construcción: \_\_\_\_\_ Maduro: \_\_\_\_\_  
 Camino: \_\_\_\_\_ Ríos: \_\_\_\_\_ Arroyos: \_\_\_\_\_ Fuego: \_\_\_\_\_

### Asociaciones vegetales:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Perturbación del sotobosque:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Fauna:

Especies: \_\_\_\_\_  
 Número de madrigueras: \_\_\_\_\_  
 Actividad: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Análisis de suelo

**Tipo de suelo:** \_\_\_\_\_

**Profundidad:** Horizonte 0: \_\_\_\_\_, Horizonte A: \_\_\_\_\_  
 Horizonte B: \_\_\_\_\_, Horizonte C: \_\_\_\_\_

**Color:** \_\_\_\_\_

**Textura:** Arcilla \_\_\_\_\_ limo: \_\_\_\_\_, arena: \_\_\_\_\_

**Estructura:** Arena muy gruesa: \_\_\_\_\_, arena gruesa: \_\_\_\_\_,  
 arena media: \_\_\_\_\_ arena fina: \_\_\_\_\_ arena muy fina: \_\_\_\_\_  
 limo: \_\_\_\_\_, arcilla: \_\_\_\_\_

**Drenaje:** muy lento \_\_\_\_\_, lento \_\_\_\_\_, medio \_\_\_\_\_,  
 rápido \_\_\_\_\_, muy rápido \_\_\_\_\_

**Composición:** Arcilla \_\_\_\_\_ limo: \_\_\_\_\_, arena: \_\_\_\_\_

**Ph:** \_\_\_\_\_ **Pedregosidad:** \_\_\_\_\_











### Anexo 5.- Estructura de las bases de datos.

Base de datos: PARCELAS.DBF  
Descripción: Condiciones de la parcela

No.campo	Nombre	Tipo	Tamaño	Definición	Descripción
1	ESTRATO	Character	2	Estrato del bosque	SA = Selva alta, SB = Selva baja, MA = Matorral
2	NSPARC	Numeric	5	Número serial de la parcela	
3	SUBPARC	Numeric	3	Número serial de la subparcela	
4	ALTITUD	Numeric	5	Altitud en metros	Msnm
5	PENDIENTE	Numeric	3	Porcentaje de la pendiente	Porcentaje
6	POS_PEND	Numeric	1	Posición de la pendiente:	1 = cima, 2 = ladera, 3 = valle
7	PREC	Numeric	5	Precipitación en mm	Mm
8	TEMP	Numeric	5	Temperatura en grados	Grados
9	FASE_BOS	Numeric	1	Fase de bosque	1 = Claro 2 = Construcción 3 = Maduro
10	CAMINO	Numeric	1	Existencia de caminos	1 = si, 0 = No
11	ARROYOS	Numeric	1	Existencia de arroyos	1 = si, 0 = No
12	FUEGO	Numeric	1	Existencia de fuego	1 = si, 0 = No
13	PERT SOBO	Character	30	Perturbación del sotobosque	
14	SP FAUNA	Character	30	Especies de fauna	Nombre de especies
15	MADRIGUERA	Numeric	3	Número de madrigueras	
16	ACTIVIDAD	Character	11	Actividad realizada por fauna	
17	TIPO SUELO	Character	30	Tipo de suelo	Clase
18	HO 0	Numeric	3	Profundidad del horizonte 0	Cm
19	HO A	Numeric	3	Profundidad del horizonte A	Cm
20	HO B	Numeric	3	Profundidad del horizonte B	Cm
21	HO C	Numeric	3	Profundidad del horizonte C	Cm
22	COLOR	Character	20	Color de suelo	Tablas de munsel
23	TEXTURA	Character	10	Textura del suelo	Arcilla Limo Arena
24	ESTRUCTURA	Character	15	Estructura del suelo	Arena muy gruesa Arena gruesa Arena media Arena fina Arena muy fina Limo Arcilla
25	DRENAJE	Character	15	Drenaje del suelo	Muy lento Lento Medio Rapido Muy rapido
26	PH	Numeric	2	Acidez o basicidad del suelo	Escala 1-14

Base de datos: FUSTALES.DBF  
Descripción: Fustales de la parcela

No.campo	Nombre	Tipo	Tamaño	Definición	Descripción
1	ESTRATO	Character	2	Estrato del bosque	SA = Selva alta, SB = Selva baja, MA = Matorral
2	NSPARC	Numeric	5	Número serial de la parcela	
3	SUBPARC	Numeric	3	Número serial de la subparcela	
4	COESPEC	Character	6	Código de la especie	
5	NSARB	Numeric	3	Numero serial del árbol	
6	NSEJE	Numeric	1	Número serial del árbol	
7	CX	Numeric	3	Coordenadas en X	
8	CY	Numeric	3	Coordenadas en y	
9	ALTTOT	Numeric	3	Altura total del árbol	dm.
10	DAP	Numeric	5	Diametro a la altura del pecho	mm.
11	FORMFUSTE	Numeric	1	Forma del fuste	1 = maderable 2 = potencialmente maderable 3 = pequeña deformación 4 = Dañado 5 = Podrido
12	DIAMCOPA	Numeric	5	Diametro de la copa	cm.
13	EXPCOPA	Numeric	1	Exposición de copa	1 = Copa completamente libre 2 = Copa completamente libre hacia arriba 3 = Copa parcialmente libre hacia arriba 4 = copa parcialmente cubierta 5 = Copa completamente cubierta
14	FORMCOPA	Numeric	1	Forma de la copa	1 = Copa perfecta 2 = Copa buena 3 = Copa tolerable 4 = Copa pobre 5 =Copa muy pobre
15	LIANAS	Numeric	1	Presencia de lianas	1 Sin lianas 2 Lianas en fuste 3 Lianas en fuste y copa sin afectar crecimiento 4 Lianas en fuste y copa afectan crecimiento
16	EST_FITO	Numeric	1	Estado fitosanitario	1 Bueno 2 Ataca por plagas
17	OBS	Character	20	Observaciones	

Base de datos: REGNAT.DBF  
 Descripción: Regeneración natural de la parcela

No.campo	Nombre	Tipo	Tamaño	Definición	Descripción
1	ESTRATO	Character	2	Estrato del bosque	SA = Selva alta, SB = Selva baja, MA = Matorral
2	NSPARC	Numeric	5	Número serial de la parcela	
3	SUBPARC	Numeric	3	Número serial de la subparcela	
4	TIPO_VEG	Character	2	Tipo de regeneración	LA = Latizal alto LB = Latizal bajo BR = Brinzal PL = Plantillas
5	NSARB	Numeric	3	Numero serial del árbol	
6	NSEJE	Numeric	1	Número serial del árbol	
7	CX	Numeric	3	Coordenadas en X	
8	CY	Numeric	3	Coordenadas en y	
9	ALTTOT	Numeric	3	Altura total del árbol	dm.
10	DAP	Numeric	5	Diametro a la altura del pecho	mm.
11	FORMFUSTE	Numeric	1	Forma del fuste	1 = maderable 2 = potencialmente maderable 3 = pequeña deformación 4 = Dañado 5 = Podrido
12	DIAMCOPA	Numeric	3	Diametro de la copa	cm.
13	EXPCOPA	Numeric	1	Exposición de copa	1 = Copa completamente libre 2 = Copa completamente libre hacia arriba 3 = Copa parcialmente libre hacia arriba 4 = copa parcialmente cubierta 5 = Copa completamente cubierta
14	FORMCOPA	Numeric	1	Forma de la copa	1 = Copa perfecta 2 = Copa buena 3 = Copa tolerable 4 = Copa pobre 5 =Copa muy pobre
15	LIANAS	Numeric	1	Presencia de lianas	1 Sin lianas 2 Lianas en fuste 3 Lianas en fuste y copa sin afectar crecimiento 4 Lianas en fuste y copa afectan crecimiento
16	EST_FITO	Numeric	1	Estado fitosanitario	1 Bueno 2 Atacado por plagas
17	OBS	Character	20	Observaciones	

## Anexo 6.- Listas de especies

Lista de especies del tipo de vegetación: Selva Mediana Subperennifolia se identificaron 46 especies con 662 individuos y son:

Especie	Codigo de especie	No. De Ind.
<i>Acacia farnesiana</i> Wild. (Mimosáceas)	ACACFA	3
<i>Acacia pennatula</i> (S. & C.) Benth. (Mimosáceas)	ACACPE	23
<i>Acacia pringlei</i> Rose (Mimosáceas)	ACACPR	22
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Lieb. (Simarubáceas)	ALVAAM	7
<i>Annona reticulata</i> L. (Anonáceas)	ANNORE	8
<i>Annona squamosa</i> L. (Anonáceas)	ANNOSQ	3
<i>Annona purpurea</i> M. et S. (Anonáceas)	ANNOPU	9
<i>Aphananthe monoica</i> (Hemsl.) Leroy (Ulmáceas)	APHAMO	45
<i>Astronium graveolens</i> Jacq. (Anacardiáceas)	ASTRGR	2
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. (Gramíneas)	BAMBVU	1
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. (Moráceas)	BROSAL	14
<i>Bursera simaruba</i> L. & Sarg. (Burseráceas)	BURSSI	7
<i>Cecropia peltata</i> Bertol. (Moráceas)	CECRPE	16
<i>Cedrela mexicana</i> Roem. (Meliáceas)	CEDRME	81
<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn. (Bonbacáceas)	CEIBPE	5
<i>Cocos nucifera</i> L. (Palmas)	COCONU	1
<i>Chlorophora tinctoria</i> Gaud. (Moráceas)	CHLOTI	2
<i>Daphnopsis bonplandiana</i> St. (Tímeleáceas)	DAPHBO	28
<i>Diospyrus digyna</i> Jacq. (Ebenáceas)	DIOSDI	69
<i>Diphysa robinoides</i> Benth. (Papilionadas)	DIPHRO	8
<i>Enterobium ciclocarpum</i> GR. (Mimosáceas)	ENTECE	1
<i>Ficus cookii</i> Stadl. (Moráceas)	FICUCO	3
<i>Ficus glabrata</i> (Moráceas)	FICUGL	21
<i>Fraxinus purpusii</i> Brandeg. (Oleáceas)	FRAXPU	1
<i>Haematoxylon brasiletto</i> Karst. (Cesalpiniáceas)	HAEMBR	1
<i>Heliocarpus reticulatus</i> Rose (Tiliáceas)	HELIRE	2
<i>Hippocratea excelsa</i> HBK (Hipocratéáceas)	HIPPEX	4
<i>Koanophyllum albicaule</i>	KOANAL	3
<i>Leucaena doylei</i> Br. Et R. (Mimosáceas)	LEUCDO	4
<i>Leucaena esculenta</i> (M. & S. Ex. A. DC.) Benth. Ssp. <i>collinsi</i> (B. & R.)	LEUCES	5
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De wit (Mimosáceas)	LEUCLE	4
<i>Licania arborea</i> Seem. (Rosáceas)	LICAAR	9
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn Sm. (Papilionadas)	LONCMI	2
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth. (Mimosáceas)	LYSIAC	1
<i>Manguera indica</i> L. (Anacardiáceas)	MANGIN	13
<i>Manilkara zapota</i> L. Van Royen (Sapotáceas)	MANIZA	105
<i>Persea americana</i> Mill. (Lauráceas)	PERSAM	1
<i>Pimienta dioica</i> Merr. (Mirtáceas)	PIMIDI	4
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn. (Sapotáceas)	POUTSA	5
<i>Simarouba glauca</i> DC. (Simaroubáceas)	SIMAGL	11
<i>Spondias mombim</i> L. (Anacardiáceas)	SPONMO	12
<i>Stirax argenteus</i> Presl. (Estirácáceas)	STIRAR	16
<i>Swietenia humilis</i> Zucc. (Meliáceas)	SWIEHU	4
<i>Taxodium macronatum</i> Ten. (Taxodiáceas)	TAXOMA	2
<i>Tectona grandis</i>	TECTGR	1
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw) Britt. & Millsp. (Flacurtiáceas)	ZUELGU	73
<b>Total en Selva mediana subperennifolia</b>	<b>46 especies</b>	<b>662</b>

Lista de especies del tipo de vegetación: Selva Baja Caducifolia se identificaron 39 especies con 231 individuos.

Especie	Codigo de especie	No. de individuos
<i>Acacia farnesiana</i> Wild. (Mimosáceas)	ACACFA	2
<i>Acacia pennatula</i> (S. & C.) Benth. (Mimosáceas)	ACACPE	1
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Lieb. (Simarubáceas)	ALVAAM	27
<i>Bursera bipinnata</i> L. Van Royen (Sapotáceas)	BURSBI	3
<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engler (Burseráceas)	BURSEX	33
<i>Bursera instabilis</i> Mc Vaugh & Rzed. (Burseráceas)	BURSIN	20
<i>Bursera simaruba</i> L.& Sarg. (Burseráceas)	BURSSI	15
<i>Byrsonima crassifolia</i> HBK. (Malpigiáceas)	BYRSCR	2
<i>Cassia emarginata</i> L. (Cesalpiniáceas)	CASSEM	7
<i>Cedrela mexicana</i> Roem. (Meliáceas)	CEDRME	2
<i>Ceiba acuminata</i> Rose (Bombacáceas)	CEIBAC	2
<i>Coccoloba acapulcensis</i> (Poligonáceas)	COCCAC	9
<i>Colubrina ferruginosa</i> Brongn. (Ramnáceas)	COLUFE	2
<i>Comocladia engleriana</i> Loes. (Anacardiáceas)	COMOEN	4
<i>Daphnopsis bonplandiana</i> St. (Timeleáceas)	DAPHBO	2
<i>Diphysa robinoides</i> Benth. (Papilionadas)	DIPHRO	1
<i>Exostema caribaeum</i> R. et Sch. (Rubiáceas)	EXOSCA	1
<i>Ficus cookii</i> Stadl. (Moráceas)	FICUCO	2
<i>Ficus padifolia</i> HBK (Moráceas)	FICUPA	2
<i>Fraxinus purpusii</i> Brandeg. (Oleáceas)	FRAXPU	2
<i>Girocarpus americanus</i> Jacq. (Hernandiáceas)	GIROAM	4
<i>Gliricida sepium</i> Steud. (Papilionáceas)	GLIRSE	1
<i>Guaiacum sanctum</i> L. (Cigofiláceas)	GUAISA	3
<i>Guazuma tomentosa</i> HBK. (Esterculiáceas)	GUAZTO	1
<i>Haematoxylon brasiletto</i> Karst. (Cesalpiniáceas)	HAEMBR	8
<i>Heliocarpus reticulatus</i> Rose (Tiliáceas)	HELIRE	19
<i>Hippocratea excelsa</i> HBK (Hipocratéaceas)	HIPPEX	3
<i>Jacquinia macrocarpa</i> Cham. (Teofrastáceas)	JACQMA	2
<i>Leucaena doylei</i> Br. Et R. (Mimosáceas)	LEUCDO	2
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De wit (Mimosáceas)	LEUCLE	21
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth. (Mimosáceas)	LYSIAC	6
<i>Montanoa seleriana</i> Rob. Et Gr. (Compuestas)	MONTSE	2
<i>Pithecellobium pachypus</i> Pitt. (Mimosáceas)	PITHPA	1
<i>Psidium mole</i> Bert. (Mirtáceas)	PSIDMO	4
<i>Randia armata</i> DC, (Rubiáceas)	RANDAR	7
<i>Simarouba glauca</i> DC. (Simaroubáceas)	SIMAGL	1
<i>Swietenia humilis</i> Zucc. (Meliáceas)	SWIEHU	1
<i>Vernonia triflosculosa</i> HBK (Compuestas)	VERNTR	2
<i>Wimmeria serrulata</i> Radlk. (Celastráceas)	WIMMSE	4
<b>Total en Selva baja caducifolia</b>	<b>39 especies</b>	<b>231</b>

Especies presentes en ambos tipos de vegetación. Debido a la proximidad de estos ambientes se identificaron especies presentes en ambos tipos de vegetación y son 16 especies con un total de 224 individuos.

Especie	Codigo de especie	SB	SM	Total general
<i>Acacia farnesiana</i> Wild. (Mimosáceas)	ACACFA	2	3	5
<i>Acacia pennatula</i> (S. & C.) Benth. (Mimosáceas)	ACACPE	1	23	24
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Lieb. (Simarubáceas)	ALVAAM	27	7	34
<i>Bursera simaruba</i> L. & Sarg. (Burseráceas)	BURSSI	15	7	22
<i>Daphnopsis bonplandiana</i> St. (Timeleáceas)	DAPHBO	2	28	30
<i>Diphysa robinoides</i> Benth. (Papilionadas)	DIPHRO	1	8	9
<i>Ficus cookii</i> Stadl. (Moráceas)	FICUCO	2	3	5
<i>Fraxinus purpusii</i> Brandeg. (Oleáceas)	FRAXPU	2	1	3
<i>Haematoxylon brasiletto</i> Karst. (Cesalpiniáceas)	HAEMBR	8	1	9
<i>Heliocarpus reticulatus</i> Rose (Tiliáceas)	HELIRE	19	2	21
<i>Hippocratea excelsa</i> HBK (Hipocratéaceas)	HIPPEX	3	4	7
<i>Leucaena doylei</i> Br. Et R. (Mimosáceas)	LEUCDO	2	4	6
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De wit (Mimosáceas)	LEUCLE	21	4	25
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth. (Mimosáceas)	LYSIAC	6	1	7
<i>Simarouba glauca</i> DC. (Simaroubáceas)	SIMAGL	1	11	12
<i>Swietenia humilis</i> Zucc. (Meliáceas)	SWIEHU	1	4	5
<b>Total</b>	<b>16 especies</b>	<b>113</b>	<b>111</b>	<b>224</b>

#### DATOS DASOMETRICOS PROMEDIOS DE LAS ESPECIES IDENTIFICADAS.

Nombre científico	Promedios de							
	Alt. total	dap	area basal	iluminacion	Form Fuste	Diam copa	Alt max.	Alt. min.
<i>Acacia farnesiana</i> Wild. (Mimos ceas)	6.7	14.1	0.018	1.2	2.4	6.4	8.2	4.2
<i>Acacia pennatula</i> (S. & C.) Benth. (Mimos ceas)	9.9	19	0.032	1.9	2.7	8.6	16	6
<i>Acacia pringlei</i> Rose (Mimos ceas)	10.6	19.1	0.034	1.5	2	6.2	14	7
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Lieb. (Simarub ceas)	7.8	14.2	0.017	2.2	2.5	5.9	13.5	4.8
<i>Anona purpurea</i> M. et S. (Anon ceas)	9.5	13.4	0.015	1.9	2	7	14	6
<i>Annona reticulata</i> L. (Anon ceas)	9.8	13.8	0.015	2.4	2.9	5.9	13.8	5.5
<i>Annona squamosa</i> L. (Anon ceas)	5.7	10.8	0.009	2	2.7	5.4	6.2	5
<i>Aphananthe monoica</i> (Hemsl.) Leroy (Ulm ceas)	11.6	19.6	0.041	1.8	2.2	6.8	32.7	5.8
<i>Astronium graveolens</i> Jacq. (Anacardi ceas)	13.7	28.6	0.073	1.5	1.5	6.4	14.3	13
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. (Gr mineas)	12	19	0.028	1	1	6	12	12
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw. (Mor ceas)	9.8	19.4	0.046	1.7	2.4	6.4	21.4	5.3
<i>Bursera bipinnata</i> L. Van Royen (Sapot ceas)	5.6	12.1	0.012	1.3	2.3	4.7	8.3	2.6
<i>Bursera excelsa</i> (Kunth) Engler (Burser ceas)	6.4	13.9	0.017	1.2	2	4.3	8.8	4.2
<i>Bursera instabilis</i> Mc Vaugh & Rzed. (Burser c)	5.2	12.2	0.012	1.2	2.1	3.5	5.9	3.5
<i>Bursera simaruba</i> L. & Sarg. (Burser ceas)	8	19.6	0.035	1.7	2.2	6.3	12.7	5.5
<i>Byrsonima crassifolia</i> HBK. (Malpigi ceas)	2.9	12.1	0.012	1	2.5	4.2	2.9	2.9
<i>Cassia emarginata</i> L. (Cesalpini ceas)	8.1	18.6	0.032	1.4	2.6	6.3	11.9	5.8
<i>Cecropia peltata</i> Bertol. (Mor ceas)	13.5	23.9	0.049	1.1	2.4	6.4	22.4	8
<i>Cedrela mexicana</i> Roem. (Meli ceas)	19.1	46.3	0.214	1.2	1.4	11.6	34.8	5.3

Nombre científico	Promedios de							
	Alt. total	dap	area basal	iluminacion	Form Fuste	Diam copa	Alt max.	Alt. min.
<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn. (Bonbac ceas)	14.3	25.4	0.055	1.2	1.8	7.2	18	9.3
<i>Chlorophora tinctoria</i> Gaud. (Mor ceas)	10	20	0.037	1	1.5	7.6	12	8
<i>Coccoloba acapulcensis</i> (Poligon ceas)	7.3	14.4	0.018	1	2.1	5.9	8.6	5.3
<i>Cocos nucifera</i> L. (Palmas)	17.9	27.6	0.06	1	3	6.5	17.9	17.9
<i>Colubrina ferruginosa</i> Brongn. (Ramn ceas)	6.1	12.2	0.012	1.5	2.5	4.3	6.3	5.8
<i>Comocladia engleriana</i> Loes. (Anacardi ceas)	5.7	11.9	0.011	1.3	2	4.4	6.5	4.8
<i>Daphnopsis bonplandiana</i> St. (Timele ceas)	10	17.1	0.025	1.8	2	5.8	27.4	4.2
<i>Diospyrus digyna</i> Jacq. (Eben ceas)	13.3	34.5	0.154	1.8	2.6	8.8	27	5.8
<i>Diphysa robinoides</i> Benth. (Papilionadas)	10.1	14.6	0.018	1.8	2.2	5.3	14.8	5.5
<i>Enterolobium ciclocarpum</i> GR. (Mimos ceas)	18	43.4	0.148	1	1	11.2	18	18
<i>Exostema caribaeum</i> R. et Sch. (Rubi ceas)	8.3	19	0.028	2	2	5.9	8.3	8.3
<i>Ficus cookii</i> Stadl. (Mor ceas)	8.7	24.2	0.055	1	2.4	8.5	10.8	7.3
<i>Ficus glabrata</i> (Mor ceas)	14.7	64	0.518	1.3	2.1	13.2	22.5	9
<i>Ficus padifolia</i> HBK (Mor ceas)	6.3	14.9	0.019	1	2	5.2	6.3	6.3
<i>Fraxinus purpusii</i> Brandeg. (Ole ceas)	7.7	16.2	0.021	2	2.3	6.3	9.8	6.5
<i>Girocarpus americanus</i> Jacq. (Hernandi ceas)	5.8	11.6	0.011	1.3	2	4.7	6.8	5.1
<i>Gliricida sepium</i> Steud. (Papilion ceas)	6.3	17	0.023	2	3	6.4	6.3	6.3
<i>Guaiacum sanctum</i> L. (Cigofil ceas)	8.3	21.2	0.038	1.7	2.3	7.2	9.8	6.8
<i>Guazuma tomentosa</i> HBK. (Esterculi ceas)	9.3	23	0.042	1	2	11.3	9.3	9.3
<i>Haematoxylon brasiletto</i> Karst. (Cesalpini cea)	4.8	13.7	0.015	1.1	3	5.1	6.5	3.3
<i>Heliocarpus reticulatus</i> Rose (Tili ceas)	6.7	16.4	0.025	1.1	2.2	5	11	4.8
<i>Hippocratea excelsa</i> HBK (Hipocrat,aceas)	8.1	12.5	0.013	2.3	2.6	4.5	14.3	5.8
<i>Jacquinia macrocarpa</i> Cham. (Teofrast ceas)	3.8	11.5	0.01	1.5	2.5	3.5	4.1	3.5
<i>Koanophyllum albicaule</i>	9.7	14.4	0.017	1.3	1.7	6.9	10.4	8.5
<i>Leucaena doylei</i> Br. Et R. (Mimos ceas)	7.9	14.4	0.017	1.8	2.8	5.2	12.3	3.6
<i>Leucaena esculenta</i> (M:&S. Ex.A. DC.) Benth. S	11.3	18.9	0.03	1.2	2.4	5.9	12.8	10
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De wit (Mimos ce)	8.2	14	0.016	1.8	2.4	6.2	11	5.4
<i>Licania arborea</i> Seem. (Ros ceas)	9	14.2	0.017	1.8	1.9	5.5	11.9	7.5
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn Sm. (Papiliona)	8	11.8	0.011	2	3	4.1	8	8
<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth. (Mimos c	6.4	14.4	0.019	1	2.7	3.9	11	4
<i>Manguera indica</i> L. (Anacardi ceas)	20.2	48.5	0.214	1.3	1.7	10.9	32.1	9.2
<i>Manilkara zapota</i> L. Van Royen (Sapot ceas)	16	43.7	0.207	1.4	1.5	11.5	30.7	6
<i>Montanoa seleriana</i> Rob. Et Gr. (Compuestas)	5.9	11.5	0.01	1	2	3.8	6.3	5.5
<i>Persea americana</i> Mill. (Laur ceas)	21.4	32.7	0.084	2	2	10.9	21.4	21.4
<i>Pimienta dioica</i> Merr. (Mirt ceas)	9.1	12.5	0.013	1.3	2.3	6.3	11.2	6.3
<i>Pithecellobium pachypus</i> Pitt. (Mimos ceas)	6.1	10.5	0.009	1	3	3.7	6.1	6.1
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore & Stearn. (	15.2	53	0.277	1.4	2.2	13.1	22.5	9
<i>Psidium mole</i> Bert. (Mirt ceas)	6	14.4	0.017	1	2.8	6.6	7.6	4.9
<i>Randia armata</i> DC, (Rubi ceas)	5.3	18.3	0.03	1	2.6	4.7	6.6	4
<i>Simarouba glauca</i> DC. (Simaroub ceas)	12.5	23.6	0.054	1.8	2.2	9.2	17	5.5
<i>Spondias mombim</i> L. (Anacardi ceas)	13.1	27.1	0.065	1.6	2.2	8	18.4	7
<i>Stirax argenteus</i> Presl. (Estir caceas)	11.8	23.7	0.057	1.7	2.1	7.7	22.4	6.8
<i>Swietenia humilis</i> Zucc. (Meli ceas)	9.4	12	0.012	1.6	2.2	4.8	13.8	7
<i>Taxodium macronatum</i> Ten. (Taxodi ceas)	32.2	104.5	0.868	1	1	18.1	37	27.4
<i>Tectona grandis</i>	14.8	24	0.045	2	2	7.2	14.8	14.8
<i>Vernonia triflosculosa</i> HBK (Compuestas)	6.7	10.9	0.009	2	2.5	4.4	6.8	6.5
<i>Wimmeria serrulata</i> Radlk. (Celastr ceas)	7.1	15.7	0.021	1	2	5.5	8.6	6.3
<i>Zuelania guidonia</i> (Sw) Britt. & Millsp. (Flac	10.7	16.5	0.025	1.5	1.6	5	20.5	5.8

## Anexo 7.- Cuadros de iluminación

Para conocer mas el tipo de categoria de iluminación que requieren los fustales se presenta lo siguiente

Grado de iluminación de copa en fustales por categoría de diámetro.

ESTRATO	Clase de iluminación	Categoría diamétrica (cm)						Total general
		10-24.9	25-49.9	50-74.9	75-99.9	100-124.9	125-149.9	
FUSTAL	1	9	32	19	10	4	1	75
	2	10	8					18
	3	7	2	1				10
	4	1	1					2
Total FUSTAL		27	43	20	10	4	1	105

Se observa que la mayoría de los fustales requieren iluminación 1 y e concentran en la clase diametrica de 25.0- 49.9 cm, y los individuos que requieren luz de tipo 2 y 3 es porque se encuentran en dosel medio y en asociación con otras especies.

Grado de iluminación de copa en latizal alto por categoría de diámetro.

ESTRATO	Clase de iluminación	Categoría diamétrica (cm)					Total general
		5.0-5.9	6.0-6.9	7.0-7.9	8.0-8.9	9.0-9.9	
LATIZAL ALTO	1	7	4	4	4	4	23
	2	8	8	8	4	3	31
	3	7	2	3			12
	4	1		1			2
Total LATIZAL ALTO		23	14	16	8	7	68

En los latizales altos el mayor número de individuos e concentra en la clase 2 y 1, como se ve requieren de luz para su crecimiento y pasar a la clase superior, tambien se observa que los individuos se encontraron en clases diamétricas bajas.

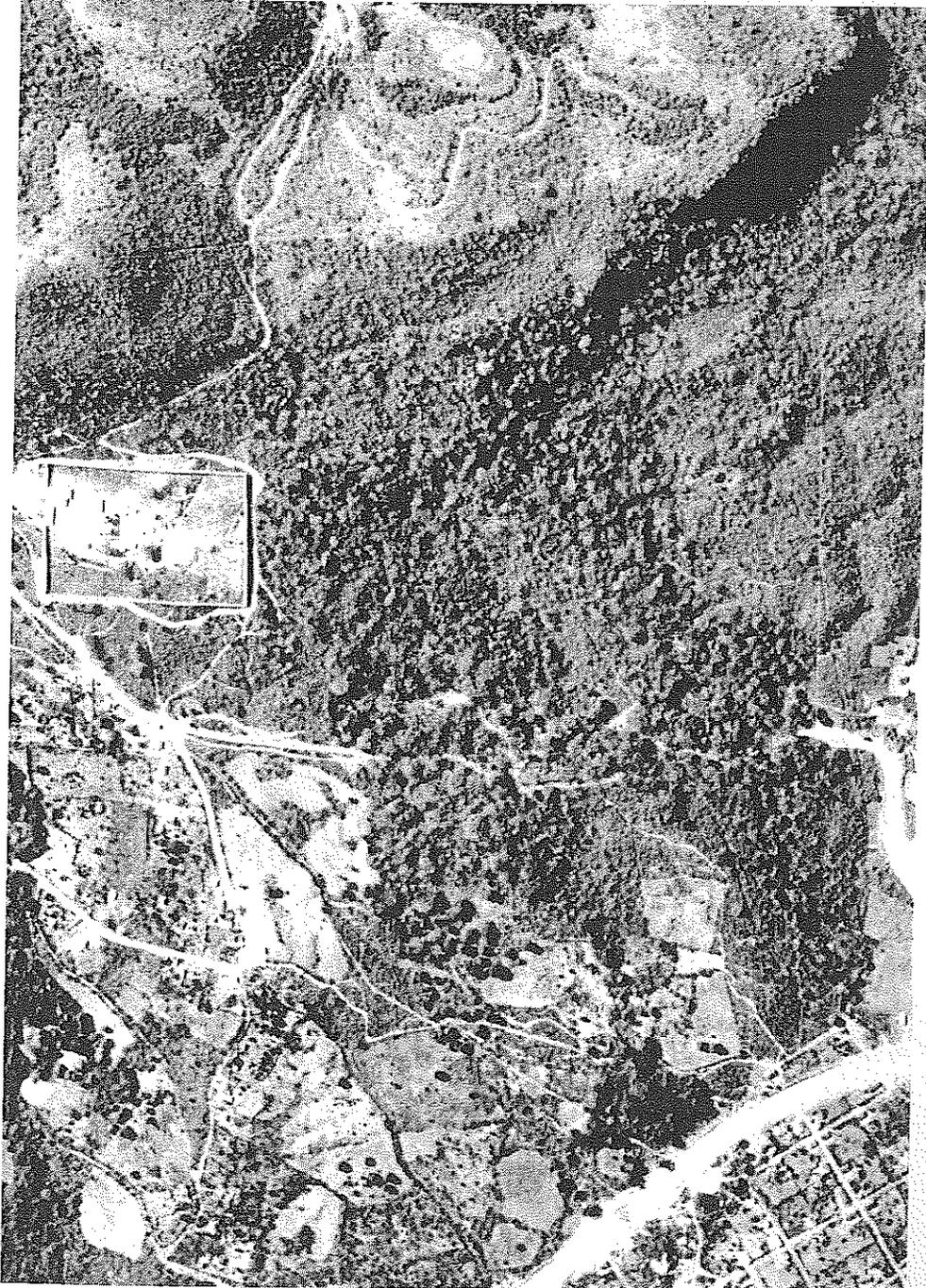
Grado de iluminación de copa en latizal bajo por categoría de diámetro.

ESTRATO	Clase de iluminación	Categoría diamétrica (cm)					Total general
		0.4-0.9	1.0-1.9	2.0-2.9	3.0-3.9	4.0-4.9	
LATIZAL BAJO	1		4		2	3	9
	2	28	141	70	34	34	307
	3	68	315	96	44	19	542
	4	13	29	20	13	2	77
	5		3				3
Total LATIZAL BAJO		109	492	186	93	58	938

Para latizal bajo el mayor número de individuos se concentra en la clase 3 y 2, como se observa son tolerantes a la sombra y pueden crecer bajo dosel, pero requieren de luz para su crecimiento y pasar a la clase superior, tambien se observa que la mayoría de individuos se encontraron en clases diamétricas bajas.

**Anexo 8.- Efecto de recuperación con fotos aéreas.**

En las fotografías aéreas de la zona de estudio en 1974 cuando la reserva no existía, ni estaba decretada, se observa que existía un uso excesivo de los recursos, debido a que los pobladores realizaban extracción de leña, aprovechamiento de madera, los frutos, además era un paseo recreativo y familiar para disfrutar de un pequeño balneario.



En 1991 la vegetación se ha recuperado dentro de la reserva, principalmente en la cercanía de los pequeños arroyos, la parte superior derecha presenta bosque seco,



En 1994, se presenta una mayor cantidad de cobertura vegetal y esto indica que despues de 14 años, la vegetación ha incrementado su cobertura, existe vegetación arborea cercana a los arroyos y la zona de selva baja se encuentra más uniforme y se ha recuperado notablemente.

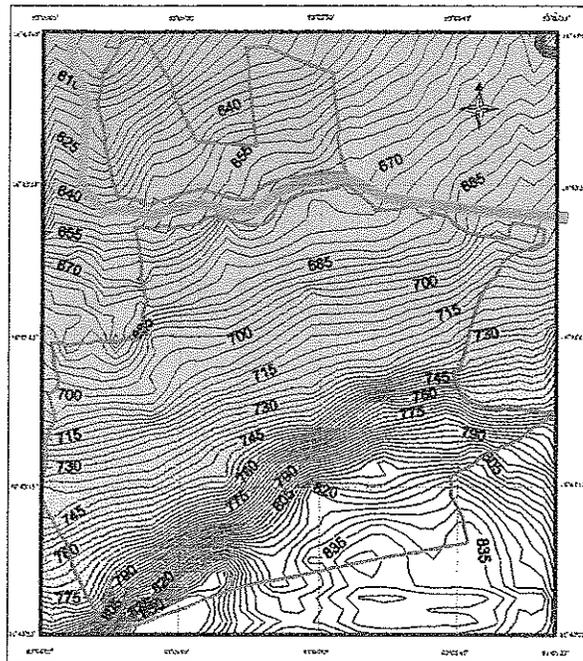


Actualmente se desea trabajar en la zona de amortiguamiento de la reserva  
Para ello se tiene la siguiente zonificación.



Dentro de las acciones que se pretenden desarrollar son: coordinar proyectos de reforestación en los alrededores de la Reserva, además de fomentar los sistemas agroforestales con los pequeños propietarios, o bien realizar esquemas de plantaciones de *Bursera excelsa*, *Leucaena leucocephala*, debido a que tienen un importante mercado en la región. Dentro de la Reserva será conveniente desarrollar un sistema de enriquecimiento del bosque con especies como *Manilkara zapota*, *Cedrela mexicana*, *Diospyrus digyna* y *Ficus glabrata*, entre otras.

## Mapa Topográfico del Centro Ecológico y Recreativo el Zapotal Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.



### Mapa Topográfico

El área de estudio se localiza en la depresión central de Chiapas

Latitud Norte: 16°43'03" y 16°43'40".  
Longitud Oeste: 93°05'33" y 93°05'08".

Altitud varía de: 600 a 850 m.s.n.m.

Se localiza a 5 km de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

**Coordenadas:**

Norte: Ejido Francisco I. Madero  
Sur: P.P. San Antonio Buenavista  
Este: Penal de Cerro Hueco  
Oeste: Fracciones de Coquelexquizar

\* La reserva fue decretada por el Gobierno del Estado de Chiapas en 1980, con una superficie de 100 hectáreas.

\* En 1990 se decreta una zona de amortiguamiento de 92 hectáreas

\* Desde 1985, inició el manejo y operación por el Instituto de Historia Natural

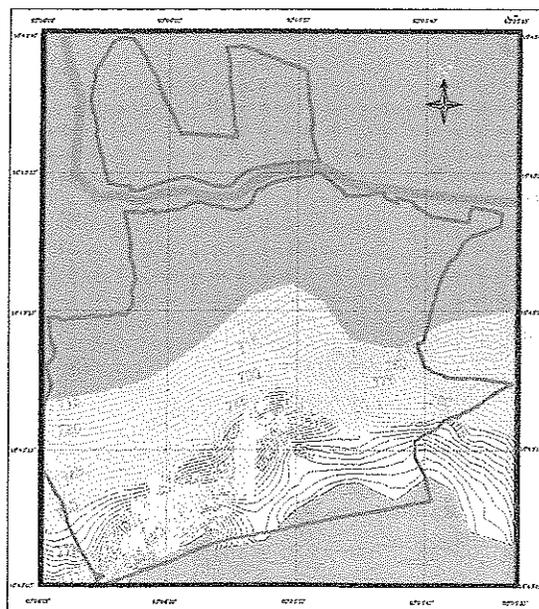
\* En el interior están las instalaciones del Zoológico Regional "Miguel Álvarez del Toro"

**Simbología**

- Límite de la reserva
- Curvas de nivel acotada
- Carretera de acceso
- Arroyo intermitente

Fuente: Levantamiento topográfico D.C.H. y Guardado por el I.H.N.  
Carta Topográfica 815269 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Esc. 1:50 000, INEGI.

## Mapa Edafológico del Centro Ecológico y Recreativo el Zapotal Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.



### Mapa Edafológico

El suelo presenta variación dependiendo de su origen, así se tienen:

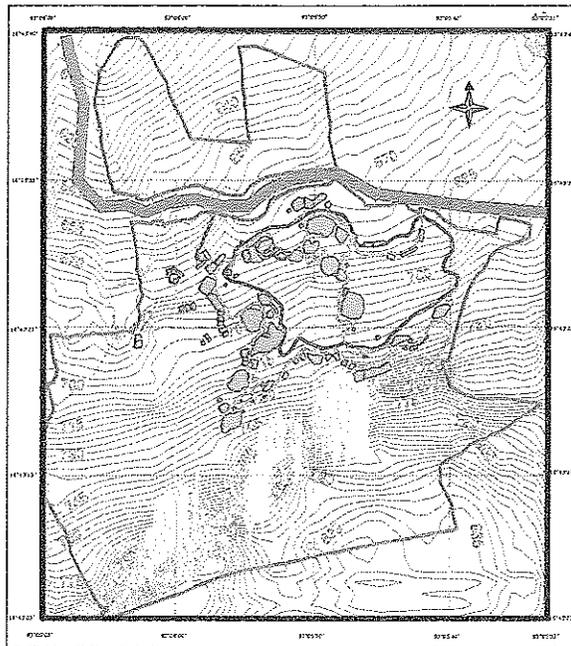
- Regosol:** (Regosol calcárico) Del griego Rhegos=cubierto, material suelto, Suelos sin o débil desarrollo. Exclusivo de depósitos aluviales recientes o arenas ferrálicas. Sin horizontes de diagnóstico. A veces presentan un horizonte A pálido. Poco profundos
- Litosol:** Del griego Litos=piedra, Suelos con roca dura y somera. Presentan una capa coherente e ininterrumpida y roca dura con un espesor de 25 cm. El Litosol puede ser subdividido en base a su pH de la capa superficial y la composición de la roca subyacente.
- Rendzina:** Del nombre polaco, Suelos pegajosos y someros que están sobre calizas. Estos suelos presentan un horizonte A melánico, posiblemente tengan un B cimblico; el primero no tiene más de 50 cm. de espesor y de inmediato subyace sobre la roca o material calcáreo, el cual tiene más del 40% de carbonato de calcio. La caliza no se presenta dentro de los primeros 25 cm de la superficie. Puede presentar pedacera de material calizo en todo el perfil.

Fuente: Levantamiento topográfico D.C.H. y Guardado por el I.H.N.  
Carta Edafológica 815269 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Esc. 1:50 000, INEGI.  
Manual de Clasificación de Suelos. INO-UNG 020 1970.  
Perfil de calizas de Tuxtla de Coque. DCH.

**Simbología**

- Límite de la reserva
- Curvas de nivel acotada
- Carretera de acceso
- Arroyo intermitente

**Mapa de Instalaciones del Zoológico Regional  
"Miguel Álvarez del Toro"  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.**



**Mapa Hidrológico del Centro Ecológico y Recreativo el Zapotal  
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.**

