



CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA -CONCYT-  
SECRETARIA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA -SENACYT-  
FONDO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA -FONACYT-  
FUNDACION NATURALEZA PARA LA VIDA –FNPV-

## **INFORME FINAL**

“ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE TRES ESPECIES MADERABLES (CAOBA, SANTA MARIA Y MANCHICHE)

**PROYECTO FODECYT No.07-07**

Fundación Naturaleza para la Vida

GUATEMALA, JUNIO DE 2012





## **AGRADECIMIENTOS**

La realización de este trabajo, ha sido posible gracias al apoyo financiero dentro del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología, -FONACYT-, otorgado por La Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología -SENACYT- y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -CONCYT-.

## **OTROS AGRADECIMIENTOS**

Gracias al apoyo de las directivas de Sociedad Civil Impulsores Suchitecos, y Sociedad Civil Laborantes del Bosque, al brindar su apoyo en la planificación, coordinación y los respectivos permisos para ingresar a las Unidades de Manejo Río Chanchich y Chosquitán, del bloque de concesiones de Melchor de Mencos.

Agradecimientos al Ing. Manuel Manzanero por su valiosa asistencia en el análisis estadístico de la información, además de agradecer al Lic. Amilcar Corzo, por su colaboración en ciertos análisis de la investigación.

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xi
SUMMARY .....	xii
PARTE I.....	1
I.1 INTRODUCCIÓN .....	1
I.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	3
I.2.1 Antecedentes en Guatemala.....	3
I.2.2 Justificación del trabajo de investigación.....	8
I.3 OBJETIVOS E HIPOTESIS .....	9
I.3.1 Objetivos.....	9
I.3.1.1 General.....	9
I.3.1.2 Específicos .....	9
I.3.2 Hipótesis .....	9
I.4 METODOLOGÍA .....	10
I.4.1 Localización .....	10
I.4.1.1 Unidad de Manejo Chosquitán .....	10
I.4.2 Unidad de Manejo Río Chanchich.....	12
I.4.2 Descripción del área de estudio:.....	14
I.4.3 Evaluación de la vegetación .....	17
I.4.4 Variables cuantitativas .....	18
I.4.5 Variables cualitativas .....	18
I.4.6 Muestreo de campo.....	19
I.4.7 Tamaño de la muestra.....	19
I.4.8 Tipo de muestreo .....	19

I.4.9 Selección de los árboles a evaluar .....	19
I.4.10 Establecimiento de línea base y monitoreo: .....	20
I.4.11 Toma de datos.....	21
I.4.11.1 Diámetro .....	21
I.4.11.2 Altura del fuste.....	21
I.4.11.3 Altura Comercial.....	21
I.4.11.4 Forma del fuste .....	21
I.4.11.5 Vigor de la copa.....	21
I.4.11.6 Iluminación de la copa .....	21
I.4.11.7 Presencia de lianas .....	21
I.4.12 Análisis Estadístico.....	22
I.4.12.1 Relación entre las variables .....	22
I.4.12 Registro de datos de campo.....	22
I.4.12.1 Formularios.....	22
I.4.12.2 Procesamiento de la información.....	22
I.4.12.3 Ordenación.....	22
I.4.12.4 Digitación .....	23
I.4.12.5 Impresión y revisión de los datos.....	23
I.4.12.6 Tabulación y depuración de datos.....	23
I.4.12.7 Análisis de la información.....	23
I.4.12.8 Distribución por clase diamétrica .....	23
I.4.12.9 Incremento .....	23
PARTE II .....	25
MARCO TEÓRICO (CONCEPTUAL) .....	25

PARTE III.....	44
III.1 RESULTADOS .....	44
III.1    Discusión de Resultados.....	56
PARTE IV.....	68
IV.1    CONCLUSIONES .....	68
IV.2    RECOMENDACIONES .....	71
IV.3    REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
IV.4    ANEXOS.....	75
V.1    INFORME FINANCIERO.....	72

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Incrementos reportados para la especie Caoba en 12 publicaciones a partir de mediciones de parcelas permanentes en bosques latifoliados de Petén.....	4
Cuadro 2. Resumen de resultados de 12 publicaciones sobre incremento diamétrico de cuatro especies comerciales (Caoba, Cedro, Manchiche y Santa María) en bosques latifoliados.....	6
Cuadro 3. Coordenadas geográficas de la Unidad de Manejo “Chosquitan”.....	10
Cuadro 4. Coordenadas geográficas de la Unidad de Manejo “Río Chanchich”.....	12
Cuadro 5. Áreas donde se desarrollará el proyecto .....	14
Cuadro 6. Variables a medir.....	18
Cuadro 7. Selección de individuos por clase diamétrica a evaluar. ....	20
Cuadro 8. Volúmenes de especies con más demanda en la Región. ....	26
Cuadro 9. Distribución clases diamétricas.....	28
Cuadro 10. Entidades reguladoras oficiales y roles en materia de bosques naturales latifoliados.....	30
Cuadro 11. Mecanismos voluntarios de regulación relacionados con el manejo de bosques latifoliados en Guatemala .....	30
Cuadro 12. Diseños de parcelas utilizadas en los experimentos establecidos en los bosques latifoliados de Guatemala .....	31
Cuadro 13. Incremento diamétrico anual (cm) a partir de árboles $\geq 10$ cm, San Miguel..	35
Cuadro 14. Incremento diamétrico anual (cm) de las especies $\geq 10$ cm dap, registradas en Suchitán.....	37
Cuadro 15. Incremento diamétrico anual (cm) de las especies $\geq 10$ cm dap, registradas en San Miguel .....	37
Cuadro 16. Incremento diamétrico anual (cm) de las especies $\geq 10$ cm dap, registradas en Bio Itzá.....	38
Cuadro 17. Incremento diamétrico anual (cm) de las especies $\geq 10$ cm dap, registradas en Arcas .....	38



Cuadro 18. Incrementos medio, mediano y cuartiles por especie .....	39
Cuadro 19. Análisis de turno en relación al IMA y DMC .....	40
Cuadro 20. Tiempo de rotación o regreso a las mismas AAA, con DMC de 60 cm.....	41
Cuadro 21. Tiempo de rotación o regreso a las mismas AAA, con DMC de 55 cm.....	41
Cuadro 22. Número de árboles por clase diamétrica.....	48
Cuadro 23. Frecuencia de individuos por especie .....	48
Cuadro 24. Frecuencia de individuos por especie y Clase diamétrica -CD-.....	49
Cuadro 25. Incremento diamétrico medio anual por especie (cm).....	50
Cuadro 26. Incremento promedio por Clase diamétrica -CD- .....	51
Cuadro 27. Estadísticos descriptivos .....	52
Cuadro 28. Prueba de normalidad .....	55
Cuadro 29. Incrementos con relación a las clase diamétricas .....	57
Cuadro 30. Coeficientes de correlación de rangos de Spearman entre el incremento, calidad de fuste, forma de la copa, iluminación y lianas y calidad de fuste en árboles > 10 cm dap, por sitios de estudio. ....	58
Cuadro 31. Estadísticos descriptivos para Calidad de fuste .....	59
Cuadro 32. Prueba de Kruskal wallis para la Calidad de fuste .....	60
Cuadro 33. Prueba de tukey para la calidad de fuste.....	61
Cuadro 34. Resultados de la prueba de tukey para calidad de fuste.....	61
Cuadro 35. Estadísticos descriptivos para la forma de la copa .....	62
Cuadro 36. Prueba de Kruskal Wallis para la forma de copa .....	62
Cuadro 37. Estadísticos descriptivos para la Iluminación .....	63
Cuadro 38. Prueba de Kruskal Wallis para la iluminación.....	64
Cuadro 39. Estadísticos descriptivos de condición Lianas .....	64
Cuadro 40. Prueba de Kruskal Wallis para la condición Lianas.....	65

Cuadro 41. Prueba de Tukey para la condición lianas .....	66
Cuadro 42. Resultados de la prueba de Tukey para calidad de condición lianas.....	67

### **LISTA DE FOTOGRAFÍAS**

Fotografía 1. Marcación de árboles medidos .....	44
Fotografía 2. Árbol de caoba.....	45
Fotografía 3. Medición del DAP .....	45
Fotografía 4. Toma de datos en campo .....	46
Fotografía 5. Marcación de límites de las Áreas de Aprovechamiento.....	47

### **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Estudio sucesional Carmelita (1999). .....	35
Figura 2. Incrementos de caoba en tres sitios .....	36
Figura 3. Ejemplo proyección de caoba turno de 150 años, ciclo de ciclo de corta 40 años, tasa de crecimiento 0.4 cm/año. ....	42
Figura 4. Proyección de caoba turno de 90 años, de ciclo de corta 30 años, tasa de crecimiento 0.67 cm/año .....	42
Figura 5. Ejemplo proyección de caoba turno de 75 años, ciclo de ciclo de corta 25 años, tasa de crecimiento 0.8 cm/año . ....	43
Figura 6. Grafico de probabilidad normal.....	54
Figura 7, Histograma de normalidad .....	54
Figura 8. Prueba de T pareada.....	57

## LISTA DE ABREVIATURAS

### GLOSARIO

- **RBM:** Reserva de la Biósfera Maya.
- **ZUM:** Zona de Usos Múltiples de la Reserva de la Biósfera Maya
- **ZAM:** Zona de Amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Maya.
- **AREA BASAL:** Es al área en metros cuadrados del corte transversal de un árbol a la altura del pecho, es decir, a 1,30 m.
- **POA:** Plan Operativo Anual.
- **ILUMINACIÓN DE COPA:** Consisten en calificar la exposición de la copa a los rayos lumínicos del sol.
- **PPM:** Parcela en Permanente Muestreo.
- **FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura.
- **DMC:** Diámetro Mínimo de Corta.
- **AAA:** Áreas de Aprovechamiento Anual.
- **ALTURA DE FUSTE:** La altura del fuste se considera desde el nivel del suelo, hasta donde se inicia la copa o sea, considerando el tronco principal.
- **FORMA DE FUSTE:** Esta se clasificará utilizando códigos tomados de los cuales son fuste deformado, dañado y podrido.
- **VIGOR DE COPA:** Se entiende como copa la porción superior de un árbol, que contienen el sistema principal de ramas y follaje.
- **UM:** Unidad de Manejo.
- **CONAP:** Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
- **CITES:** Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. (Sus siglas en Inglés)
- **APÉNDICES CITES:** Apéndices I, II y III de la Convención son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva.
- **FNPV:** Fundación Naturaleza Para la Vida.
- **CUDEP:** Centro Universitario de Petén.

- **USAC:** Universidad de San Carlos de Guatemala.
- **INAB:** Instituto Nacional de Bosques.
- **FSC:** Consejo Mundial Forestal.
- **BAREN:** Comercializadora de Productos Forestales de Petén.
- **IARNA:** Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente.
- **CAP:** Corta Anual Permisible.
- **CC:** Ciclo de Corta.
- **IC:** Intensidad de Corta.
- **PMF:** Plan de Manejo Forestal.
- **DAP:** Diámetro a la altura del pecho.
- **ICA:** Incremento Corriente Anual.
- **IPA:** Incremento Periódico Anual.
- **IP:** Incremento Periódico.
- **IMA:** Incremento Medio Anual.
- **ACTCOM:** Especies Maderables, actualmente comerciales pero de un valor menor a las de mercado internacional.
- **CATIE:** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- **ARCAS:** Centro de Rescate y Rehabilitación de animales Silvestres
- **AFISAP:** Asociación Forestal Integral de San Andrés Petén.
- **HA:** Hectárea.
- **EFC:** Empresa Forestal Comunitaria.

## RESUMEN

El presente documento es un estudio técnico enfocado en el incremento diamétrico de 3 especies forestales comerciales, *Swietenia macrophylla*, Caoba; *Calliophyllum brasiliense*, Santa María y *Lonchocarpus castilloi*, Manchiche, en la Zona de Usos Múltiples –ZUM- de la Reserva de Biosfera Maya –RBM-, al norte del departamento de Petén, Guatemala.

La muestra total fue de 1206 individuos ubicados en los POA's 2006, de las Unidades Río Chanchich y Chosquitán, muestra representada por 569 árboles de la especie caoba, 390 Santa marías y 247 manchiches, los cuales se midieron a partir de 20 cm de diámetro hasta individuos mayores a 90 cm, realizando 2 mediciones, para obtener el incremento diamétrico en el periodo de un año

El incremento promedio de las 3 especies bajo investigación fue de 0.374 cm, al analizar por especie la caoba presentó el mayor incremento con 0.445 cm/año, con relación a la especie santa maría que presentó un incremento promedio de 0.309 mm y manchiche 0.309 cm/año

Para los análisis de la intensidad de corta de las concesiones de la de Zona de Usos Múltiples, se ha utilizado como un indicador el incremento de 0.4 cm y 0.5 cm, medidas que tienen relación con el obtenido en el presente estudio que fue de 0.445.

Al realizar el análisis de normalidad se determinó que los datos no son normales existe mucha variación en los incrementos a partir de árboles de 20 cm de diámetro a mayores a 90cm. y por lo cual no se pueden realizar operaciones aritméticas y por lo tanto se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis, en base a lo cual se determinó que al relacionar el incremento con la Calidad de fuste y la presencia de lianas, existe diferencia significativa al 95%, lo que indica que estas condiciones influyen en el crecimiento diamétrico de las especies.

## SUMMARY

This paper is a technical study focused on the increase diameter of 3 commercial forest species, *Swietenia macrophylla*, Mahogany; *Calliophyllum brasiliense*, Santa Maria and *Lonchocarpus castilloi*, Manchiche in the Multiple Use Zone -ZUM- of the Maya Biosphere Reserve - RBM-, northern department of Petén, Guatemala.

The total sample of 1206 individuals at the PAO's 2006, Units Rio Chanchich and Chosquitán, sample represented by 569 trees of the Mahogany species, 390 Santa Marias, and 247 manchiches, which were measured from 20 cm in diameter to individuals over 90 cm, making 2 measurements to obtain the diameter increase in the period of one year.

The average increase of the 3 species under investigation was 0.374 cm, in the analyzes by species, Mahogany had the highest increase with 0.445 cm / year, compared to Santa Maria species presented an average increase of 0.309 mm and 0.309 manchiche cm / year.

For the analysis of the intensity of the cut by the concessions of the Multiple Use Zone, has been used as an indicator increase of 0.4 cm and 0.5 cm, measurements that relate to the findings in this study that was of 0.445.

In conducting the analysis of normality was determined that the data are not normal, there is a variation in the increase from trees of 20 cm diameter to bigger than 90cm. and thus cannot perform arithmetic operations and therefore was applied the Kruskal-Wallis, based on which it was determined that by linking the increase to quality of the trunk and the presence of lianas, there are significant difference at 95%, indicating that these conditions influence the diameter growth of species.

## PARTE I

### I.1 INTRODUCCIÓN

La historia de aprovechamiento maderable tiene una larga historia en las tierras bajas tropicales de Guatemala. Esta tomó importancia económica con la extracción de la especie de caoba a partir de 1,870. De 1,900 a 1,956 se cortó un promedio de 37,500 m<sup>3</sup> anuales. A partir de 1944, la cifra subió hasta 100,000 m<sup>3</sup> al año. Para 1,970, la FAO le advirtió a Guatemala que los frágiles bosques del país eran más aptos para la extracción controlada de madera y para la explotación de productos forestales no maderables (CoP12 Inf. 33, 2002).

A esta se han sumado otras especies, de mayor demanda siendo, Santa María, (*Callophyllum brasiliense*), Manchiche, (*Lonchocarpus castilloi*). En los últimos años se han extraído más de 40,000 m<sup>3</sup>, las que la ubica en el segundo y tercer lugar respectivamente.

Entre 1,986 y 1,993 la extracción de madera en Guatemala fue caótica y sin control. Se hicieron decomisos de más de 10,000 m<sup>3</sup> de caoba anuales. A partir de 1,994 se inició un proceso novedoso donde las zonas de usos múltiples de las áreas protegidas son manejadas por las comunidades locales y por empresas privadas.

Los ciclos de corta en la RBM-ZUM, los intervalos de retorno en las mismas áreas de aprovechamiento oscilan entre 25, 30 y 40 años. El ciclo de corta prevé o supone que se puede lograr un flujo sostenible de madera dividiendo el área total de corta permisible entre los años de duración del ciclo de corta.

Los datos de incrementos diamétricos que se han utilizado a la fecha en el aprovechamiento de las Concesiones forestales de la Zona de usos Múltiples, proceden del monitoreo de la Red de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPM) en bosques tropicales de la región en base a lo cual se determina la intensidad de corta y corta anual permisible (CAP), de las especie comerciales, los incrementos utilizados a la fecha son 0.4 cm y 0.5 cm/año.

Las implicaciones de la inclusión del Caoba en el Apéndice II es que presiona a los gobiernos a supervisar la industria y las extracciones forestales de las especies seleccionadas por la CITES, facilitando información e indicadores que les permiten apreciar sus progresos hacia el objetivo del uso racional y sostenible del recurso.

En este contexto, Guatemala, tiene varios compromisos pendientes respecto a presentar informes acerca de los avances que se han realizado por hacer un uso sostenido

del recurso. La debilidad que existe al respecto es que se han realizado estudios acerca de la distribución y estado actual del recurso y poco se ha enfocado en hacer estudios orientados a fortalecer el manejo de la especie.

Debido al diseño y al tamaño de las PPM, no abarcan suficiente área para contar con mayor número de repeticiones de las especies de interés comercial, razón por la cual se presenta el siguiente proyecto que fundamenta su ejecución en base a la medición de mayor cantidad de individuos en Planes Operativos Anuales (POA), de las áreas de Río Chanchich y Chosquitan, administrados por las Sociedad Civil Impulsores Suchitecos y Sociedad Civil Laborantes del Bosque respectivamente.

Las tres especies bajo estudio son las de mayor demanda en la actualidad y es sobre ellas la presión del aprovechamiento y manejo del bosque en las concesiones de Petén, para poder realizar la medición de variables cuantitativas: diámetro y cualitativas: forma del fuste, forma de la copa, iluminación y presencia de lianas, con el propósito de conocer la relación que exista de estas con el desarrollo de los árboles de estas especies.

Basados en el diseño propuesto por Hutchinson (1993), se establecen unidades de muestreo de 50 x 50 m, cada una de las cuales a su vez, se subdivide en 25 subparcelas de 10 \* 10 m, en donde se registra la información sobre cada uno de los árboles. La cantidad de árboles incluidos en estos análisis es de 3,953, por lo que el presente estudio es el primero en su categoría al estudiar dos Áreas de Aprovechamiento Forestal, con un total de 1206 repeticiones para las especies caoba, manchiche y santa maría, muestra muy representativa, en base a la cual se genero una línea base para obtener resultados de los incrementos de las especie bajo investigación.

La investigación forestal específicamente en el incremento y desarrollo ecológico de los bosques tropicales, es muy compleja, requiere de recursos económicos constantes para obtener información fidedigna y periódica, en el mediano y largo plazo, en vista de que estudios al corto plazo solamente serán útiles para comparaciones con otras investigaciones que tiene años de aplicación.

Con la siguiente investigación se esta estableciendo una nueva metodología, en el mundo de la investigación del incremento diamétrico de las especies de interés comercial, abarcando mas área y por lo tanto mayor frecuencia de individuos comerciales, lo cual la hace interesante para su aplicación en otras áreas experimentales.



## **I.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **I.2.1 Antecedentes en Guatemala**

La historia del aprovechamiento maderable tiene una larga historia en las tierras bajas tropicales de Guatemala. Esta tomó importancia económica con la extracción de la especie de caoba a partir de 1,870. De 1,900 a 1,956 se cortó un promedio de 37,500 m<sup>3</sup> anuales. A partir de 1944, la cifra subió hasta 100,000 m<sup>3</sup> al año. Para 1,970, la FAO le advirtió a Guatemala que los frágiles bosques del país eran más aptos para la extracción controlada de madera y para la explotación de productos forestales no maderables (CoP12 Inf. 33, 2002).

Los datos de incrementos diamétricos que se han utilizado a la fecha en el aprovechamiento de las Concesiones forestales de la Zona de usos Múltiples, proceden del monitoreo de la Red de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPM) en bosques tropicales de la región en base a lo cual se determina la intensidad de corta y corta anual permisible (CAP), de las especie comerciales, los incrementos utilizados a la fecha son 0.4 cm y 0.5 cm/año.

Las implicaciones de la inclusión del Caoba en el Apéndice II es que presiona a los gobiernos a supervisar la industria y las extracciones forestales de las especies seleccionadas por la CITES, facilitando información e indicadores que les permiten apreciar sus progresos hacia el objetivo del uso racional y sostenible del recurso.

La dinámica del bosque y el incremento de las especies comerciales se ha conocido en base a los estudios periódicos que se han realizado en la Red de Parcelas Permanentes de Muestreo –PPM- de los bosques tropicales de Guatemala.

Debido al diseño y al tamaño de las Parcelas Permanentes de Muestreo –PPM-, no abarcan suficiente área para contar con el mayor número de repeticiones de individuos de las especies de interés comercial, razón por la cual se presenta el siguiente investigación que fundamenta su ejecución en base a la medición de mayor cantidad de individuos en 2 Planes Operativos Anuales (POA), de la Unidad de Manejo Río Chanchich y la Unidad de Manejo Chosquitan.

Se han identificado 13 publicaciones en los cuales se presentan resultados de incrementos a nivel de especies individuales. Las publicaciones son muy diferentes entre sí, algunas se enfocan en un solo experimento mientras otras abarcan diversos experimentos. Se ha realizado un extracto de los incrementos reportados para las especies comerciales más importantes, siendo ellas: Caoba, Cedro, Manchiche y Santa María.

Los incrementos reportados varían significativamente, especialmente para la especie Caoba (*Swietenia macrophylla*). El mayor incremento para esta especie se reporta en ARCAS y San José con incrementos medios anuales de 11.4 mm y 11.2 respectivamente, reportados por Pinelo y Louman (la muestra fue de 2, respectivamente 4 árboles). Los incrementos más bajos se reportan en Bethel con un incremento de 2 mm/año (la muestra fue de 4 árboles) y en Uaxactún en donde se reporta un incremento de 1.0 mm, en este caso no se menciona el tamaño de muestra. Tanto los reportes de mayor como el de menor incremento provienen de muestras muy pequeñas.

Los resultados provenientes de los experimentos con una mayor muestra para Caoba presentan incrementos más moderados y confiables. Contreras Reynoso, *et. al.*, reportan para Carmelita, un incremento medio de 4 mm/año con una muestra de 104 árboles. BAREN reporta un incremento para Caoba de 7.6 mm en bosque aprovechado y 7.5 mm en bosque no aprovechado, en un experimento con una muestra de 214 árboles en bosque aprovechado y 179 en bosque no aprovechado. Otro experimento con buen número de árboles es Río Chanchich. Pinelo reporta, para el experimento de Río Chanchich, un incremento medio de 4.4 mm con una muestra de 38 árboles de Caoba. En el Cuadro 1 se presenta un resumen de estos resultados.

**Cuadro 1. Incrementos reportados para la especie Caoba en 12 publicaciones a partir de mediciones de parcelas permanentes en bosques latifoliados de Petén**

Fuente	Sitios	General (mm)	Tratadas (mm)	No tratados (mm)
Pinelo Morales, G. 2000.	San José	(13) 5.6/4.1		
	ARCAS	(2) 11.4/11.4		
	Río Chanchich	(38) 4.4/4.3		
Louman, <i>et. al.</i> 2001.	San José	(4) /9.6	(3) /11.2	
Sosa Gómez. 2001.	Bethel		(4) 2/	(1) 1/
Contreras, <i>et. al.</i> 2001.	Carmelita	(104) 4/4.5	(69) 5.2-4.9/4.2-4.5	
BAREN	La Gloria		(214) 7.6/	(179) 7.5/
Morales Cancino, J. 2003.	San Miguel	(6) 4.86/4.44		
Pinelo Morales. 2001.	La Istancia	(8) 10.8/10.6	(6) 13.1/12.9	

Fuente	Sitios	General (mm)	Tratadas (mm)	No tratados (mm)
Morales Cancino y Herrera López. 2008.	La Colorada Chosquitán San Miguel San José Río Chanchich		(49) 6.63/6.16	(61) 3.98/2.97
Solís Carrera, S. 2009.	San Andrés	(56) 0.44/		
Trujillo, D. 2007.	Uaxactún		() 5/;	() 1/
Perea Carrera, 2009.	Suchitán-1	(31) 4.34/3.87		
	Suchitán-2	(6) 6.59/7.81		

Fuente: Diagnostico PPM, CATIE-Finnfor

**Nota:** Los números entre paréntesis indican el tamaño de la muestra o cantidad de árboles medidos. El número sobre la diagonal es la media y el número bajo la diagonal es la mediana. Los datos donde dice “General” son reportes donde los árboles no se clasifican por algún tipo de tratamiento.

Para las especies de Cedro (*Cedrela odorata*), Manchiche (*Lonchocarpus castilloii*) y Santa María (*Calophyllum brasiliense*), se reportan igualmente diversos datos. En el Cuadro 2 se presenta un resumen de los resultados para estas especies.

**Cuadro 2. Resumen de resultados de 12 publicaciones sobre incremento diamétrico de cuatro especies comerciales (Caoba, Cedro, Manchiche y Santa María) en bosques latifoliados**

Fuente	Año de publicación	Incrementos reportados
Pinelo Morales, G.	2000	<p><b>Bio-Itzá (mm)</b>            Caoba: general (13) 5.6/4.1            Cedro: general (1) 0.3            Manchiche: general (1) 1.1            Santa María: general (8) 4.4/4.7</p> <p><b>San Miguel (mm)</b>            Cedro: general (3) 5.5/6.5            Manchiche: general (3) 6.2/6.0            Santa María: general (6) 3.1/2.6</p> <p><b>ARCAS (mm)</b>            Caoba: general (2) 11.4/11.4            Cedro: general (2) 4.4/4.4            Manchiche: general (13) 1.7/1.2</p> <p><b>Río Chanchich (mm)</b>            Caoba: general (38) 4.4/4.3            Cedro: general (3) 2.3/1.6            Manchiche: general (22) 2.4/2.2            Santa María: general (85) 3.1/2.7</p>
Louman, et al	2001	<p><b>San José (cm)</b>            Caoba: General (4) / 0.96; Liberados (3) /1.12            Santa María: General (4) 0.44/ ; liberados: 0.49/</p> <p><b>ARCAS</b>            Manchiche General (5) 0.19/; liberados (3) 0.33/</p> <p><b>San Miguel</b>            Santa María: Liberados (4) 0.29/</p>
Sosa Gómez	2001	<p><b>Bethel (cm)</b>            Caoba: Tratadas (4) 0.2/, Testigo (1) 1.0 /            Cedro: Tratadas (4) 0.9/, Testigo (1) 0.6 /            Manchiche: Tratadas (1) 0.5 /            Santa María: Tratadas (3) 0.2, Testigo (6) 0.5 /</p>
Gálvez Ruano	1995	<p><b>Yarché (mm)</b>            Caoba, Santa María, Malerio colorado y otras sp: general (17) /1.4-4.2            Cedro, Malerio blanco y otras sp: general (12) / 0.7-2.1</p>

Fuente	Año de publicación	Incrementos reportados
Contreras, <i>et. al.</i>	2001	<b>Carmelita (mm)</b> Caoba: General (104) 4/4.5; Liberados (69) 5.2-4.9/4.2/4.5; No liberados (32) 4.4-1.9/4-1.8 Manchiche: General (5) 2.0/1.8 Santa María: General (6) 5.1/5.9
BAREN	2008	<b>La Gloria (cm)</b> Caoba: tratadas (214) 0.76/ ; testigo (179) 0.75/ Santa María: tratadas (88) 0.74/; testigo (45) 0.73/ Manchiche: tratadas (65) 0.45/ ; testigo (84) 0.53/ Malerio blanco: tratadas (31) 0.19/ ; testigo (35) 0.18/
Morales Cancino, J.	2003	<b>Yarché (mm)</b> Caoba: general (6) 4.86/4.44 Cedro: general (6) 2.84/2.92 Manchiche: general (4) 8.38/8.2 Santa María: general (6) 4.0/3.5
Pinelo Morales, G. Ortiz Kreiss, S.	2001 2004	<b>La Istancia (mm)</b> Caoba: pre-incendio (8) 10.8/10.6 ; post-incendio (6) 13.1/12.9 Cedro: pre-incendio (1) 1.8 ; post-incendio (1) 12.9 Santa María: pre-incendio (1) 7.5 ; post-incendio (1) 5.2
Morales Cancino y Herrera López.	2008	<b>La Colorada, Chosquitán, San Miguel, San José y Río Chanchich</b> Caoba: Liberados (49) 6.63/6.16; No liberados (61) 3.98/2.97 Cedro: Liberados (6) 8.04/6.38; No liberados (4) 3.45/2.16 Manchiche: Liberados (9) 3.74/2.76; No liberado (22) 2.87/3.07 Santa María: Liberados (3) 5.38/4.99; No liberado (64) 2.87/2.43
Solís Carrera, S.	2009	<b>San Andrés (cm)</b> Caoba: general (56) 0.44/ Cedro: general (9) 0.41/ Manchiche: general (81) 0.39/ Santa María: general (44) 0.41/

Fuente	Año de publicación	Incrementos reportados
Trujillo, D.	2007	<b>Uaxactún (cm)</b> Caoba: tratadas () 0.5/; testigo () 0.1/ Cedro: tratadas () 0.5/; testigo () 0.2/ Manchiche: tratadas () 0.4/; testigo () 0.4/ Santa María: testigo () 0.2/
Perea Carrera, L.	2009	<b>Río Chanchich 1 “Las catrachas” (mm)</b> Caoba: general (31) 4.34/3.87 Manchiche: general (19) 3.06/2.53 Santa María: general (75) 3.07/2.68 <b>Río Chanchich 2 “Los siete Espíritus” (mm)</b> Caoba: general (6) 6.59/7.81 Cedro: general (3) 4.33/2.73 Santa María: general (12) 3.97/5.93

Fuente: Diagnostico PPM, CATIE-Finnfor

**Nota:** Los números entre paréntesis indican el tamaño de la muestra o cantidad de árboles medidos. El número sobre la diagonal es la media y el número bajo la diagonal es la mediana. Los datos donde dice “General” son reportes donde los árboles no se clasifican por algún tipo de tratamiento.

### I.2.2 Justificación del trabajo de investigación

En base a la medición de mayor cantidad de individuos de estas especies se obtendrán incrementos promedios que servirán como comparadores con los incrementos analizados a través de mediciones periódicas en el sistema de Parcelas Permanentes de Muestreo –PPM-

La Unidad de Manejo Río Chanchich y la Unidad de Manejo Chosquitán, se ubican en la Zona de Usos Múltiples (ZUM) de la Reserva de Biosfera Maya, con extensiones de 12,189.96 ha y 19,485.59 ha respectivamente y se ubican en la jurisdicción del Municipio de Melchor de Mencos colindante con la Republica de Belice, son áreas de bosque latifoliado en las que actualmente realizan sus actividades de aprovechamiento forestal.

La problemática radica en conocer el incremento diamétrico, en base a la medición de un mayor número de individuos (repeticiones) comerciales, por tal motivo fue pertinente realizar el monitoreo y evaluación de las 3 especies en un lapso aproximado de un año, con una primera medición y una segunda para obtener el incremento diamétrico, información importante para la verificación con respecto a los estudios de incremento generado en las-PPM-.

## **I.3 OBJETIVOS E HIPOTESIS**

### **I.3.1 Objetivos**

#### **I.3.1.1 General**

- Establecer la línea base para el monitoreo y evaluación del incremento diamétrico de tres especies con mayor importancia económica en la Región.

#### **I.3.1.2 Específicos**

- Elaborar modelos confiables de crecimientos diamétricos para las especies Caoba, Manchiche y Santa Maria que permitan hacer proyecciones sobre el desarrollo a futuro.
- Contribuir a la obtención de un modelo confiable para la aplicación de Tabla de Rodal y la obtención de intensidades de corta permisible que se adapten a los incrementos diamétricos.
- Evaluar la correlación que existe entre las variables del sitio en las tasas de incremento de las especies Caoba, Manchiche y Santa María.
- Divulgar y socializar los resultados obtenidos mediante talleres y seminarios de información así como a través de publicaciones.

### **I.3.2 Hipótesis**

- Existe diferencia significativa de incrementos en las clases diamétricas a un nivel de confianza del 95%.
- Existe correlación de incrementos diamétricos entre las variables de iluminación, vigor de copa, forma del fuste y presencia de lianas en los individuos de caoba, santa maría y manchiche a un nivel de confianza de un 95%.
- Se obtiene información confiable en la aplicación de modelo “Tala de rodal”, que se adapten a la corta permisible por los diferentes incrementos en las clases diamétricas.

## I.4 METODOLOGÍA

### I.4.1 Localización

#### I.4.1.1 Unidad de Manejo Chosquitán

Cuadro 3. Coordenadas geográficas de la Unidad de Manejo “Chosquitán”.

<b>Pto.</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>LATITUD NORTE</b>	<b>LONGITUD OESTES</b>
<b>1</b>	Tomando como límite el Río Azul desde el punto 8, colindando al Oeste con el área propuesta por Árbol Verde hasta el punto de coordenadas	17°36'33.31"N	89°20'40.68"W
<b>2</b>	Al Noreste en línea recta del punto 1 hasta el punto de coordenadas	17°38'20.28"N	89°15'38.75"W
<b>3</b>	Al Norte en línea recta del punto 2, en el límite Sur del Parque Nacional Mirador-Río Azul en el punto de coordenadas	17°40'00.10"N	89°15'08.60"W
<b>4</b>	Al Este en línea recta del punto 3, en el límite Sur del Parque Nacional Mirador-Río Azul en el punto de coordenadas	17°39'59.23"N	89°09'19.80"W
<b>5</b>	Al Sur en línea recta del punto 4, colindando con la Concesión de Impulsores Suchitecos al Sudoeste y Belice al Sudeste, en la coordenada	17°36'18.82"N	89°09'18.50"W
<b>6</b>	Al Oeste en línea recta del punto 5, en el campamento Chosquitán, colindando al Sudeste con la Concesión Forestal de Impulsores Suchitecos, en el punto de coordenadas	17°36'17.28"N	89°11'38.47"W
<b>7</b>	Tomando como límite el camino desde el campamento Chosquitán, colindando al Este con la Concesión Forestal de Impulsores Suchitecos, en el punto de coordenada	17°31'33.51"N	89°13'06.32"W
<b>8</b>	Al Oeste en línea recta desde el punto 7, colindando al Oeste con el área propuesta por Árbol Verde, en el punto de coordenadas	17°31'39.34"N	89°21'01.34"W

Fuente: Plan de Manejo Chosquitán



## **Zona de vida**

El área de la unidad de manejo se encuentra en la zona de vida “Bosque húmedo subtropical cálido”, según la clasificación de zonas de vida propuesta por Holdridge.

## **Características físicas y climáticas de la propiedad**

Las principales características físicas y climáticas de la unidad de manejo son:

### **Elevación**

La elevación mínima, indicada por las hojas cartográficas corresponde a 120 m, que se encuentra en la parte noroeste, en los límites de la unidad de manejo. Los terrenos de máxima elevación (260 m) se encuentran en el límite Este, Sur y en la parte central. Un buen porcentaje del área presenta una altitud aproximada de 175 msnm.

### **Pendiente**

Existen pendientes desde 0%, en una cuarta parte de la zona, predominando las que se encuentran entre los 5 y 25%. Excluyendo algunos microsítios con pendientes muy pronunciadas, la topografía es bastante homogénea en el área.

### **Recursos Hídricos**

Las principales fuentes hídricas en la unidad de manejo corresponden a río azul que delimita una parte del oeste. Ese río se forma en las partes bajas que se encuentran al sur de la concesión. Otro recurso hídrico es “La Lagunita” y su importancia radica en que sirve de sustento para las personas que llegan al campamento central de las operaciones de manejo. Además de esos, se localizan algunos cursos de agua pero son intermitentes, así como pequeñas aguadas localizadas en campamentos utilizados por xateros, pimienteros y chicleros.

### **Precipitación pluvial**

Según la estación meteorológica del Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH-, ubicada en Tikal, en las coordenadas

17°13'40" Latitud Norte y 89°09'15" Longitud Oeste (200 msnm), la precipitación promedio anual es de 1324 mm, con una época de menor precipitación durante los meses de febrero a mayo; el periodo lluvioso se desarrolla durante los meses de junio a diciembre, entre los cuales ocurre comúnmente una acequia (canícula), desde mediados de julio hasta el medio mes de agosto. Los meses en los que ocurre mayor precipitación son septiembre, octubre y noviembre.

### **Temperatura**

La temperatura media anual del área es de 25°C, con máximas de 32°C y mínimas de 20°C. La humedad relativa media es de 77%, la evapotranspiración media anual es de 798 mm lo cual representa el 58% del total de lluvias que precipita (UNEPET, 1991).

### **I.4.2 Unidad de Manejo Río Chanchich**

La Unidad de Manejo se encuentra aproximadamente a 158 kilómetros de Ciudad Flores, cabecera del departamento de Petén. Para acceder a la UM es necesario llegar a Ciudad Melchor de Mencos, a 93 kilómetros de Ciudad Flores por carretera asfaltada, y luego dirigirse hacia el norte 65 kilómetros por camino de terracería transitable especialmente en época de verano en vehículo de doble tracción.

El área es de suma importancia ecológica ya que se encuentra dentro de la Zona de Uso Múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya, y colinda al norte, sur y oeste con otras unidad de manejo y, al este con Belice.

**Cuadro 4. Coordenadas geográficas de la Unidad de Manejo “Río Chanchich”.**

<b>Pto. No.</b>	<b>LATITUD NORTE</b>	<b>LONGITUD OESTE</b>
1	17° 36' 18.82"	89° 09' 18.60"
2	17° 27' 33.85"	89° 09' 14.91"
4	17° 25' 39.27"	89° 11' 23.95"
5	17° 25' 44.35"	89° 11' 22.00"
8	17° 36' 17.28"	89° 11' 38.47"

**Fuente: Plan de Manejo Río Chanchich**

## **Zona de vida**

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1982), la zona de vida para la UM Río Chanchich es Bosque Húmedo Subtropical Cálido (bh-St(c)). Las especies vegetales indicadoras son: nance (*Byrsonima crassifolia*), majagua (*Belotia campbelli*), amapola (*Pseudobombax ellipticum*), chechén negro (*Metopium brownei*), guano (*Sabal morrisiana*), chico zapote (*Manilkara zapota*), pimienta (*Pimenta dioica*), malerio colorado (*Aspidosperma megalocarpum*) y son (*Alseis yucatanensis*) (De la Cruz, 1982).

## **Características físicas y climáticas de la propiedad**

Las principales características físicas y climáticas de la unidad de manejo son:

### **Elevación**

La UM presenta un relieve variable resultante de diferencias de alturas hasta 160 Msnm.

### **Pendiente**

Las pendientes varían de 0 a 40% y tienen orientación dominante de Oeste a Este.

### **Recursos Hídricos**

En términos de cuerpos de agua, la UM se caracteriza por los siguientes aspectos: Existen varias aguadas las cuales son utilizadas para satisfacer las demandas de consumo en los distintos campamentos de extracción de productos no maderables. El Río Chanchich es el cuerpo de agua más importante, manteniendo un caudal variable a lo largo del año, pero sin desaparecer, por la presencia de ciertas depresiones que conservan el vital líquido.

La UM se ve influenciada por un clima integrado por lluvias estacionales de mayo a mediados de noviembre y una época seca con lluvias ocasionales el resto del año. En general las precipitaciones anuales superan a la evaporación. Según la clasificación

climática de Thornthwaite (1972), el tipo de clima corresponde a cálido, sin estación fría bien definida y sin estación seca bien definida.

### **Precipitación pluvial**

La precipitación media anual es de 1530 mm. Los meses con mayor precipitación en el área va desde junio a octubre lo cual representa un 66% del total de lluvia con respecto a todo el año. Los meses en los que se registran las menores precipitaciones van desde diciembre a abril. Se estima un total de 161 días de lluvia, lo cual representa el 44% del año.

### **Temperatura**

La temperatura media anual del área es de 25°C, con máximas de 32°C y mínimas de 20°C. La humedad relativa media es de 77%, la evapotranspiración media anual es de 798 mm lo cual representa el 58% del total de lluvias que precipita (UNEPET, 1991).

#### **I.4.2 Descripción del área de estudio:**

La presente investigación se realizó en dos Unidades de Manejo -UM- ubicadas en el Municipio de Melchor de Mencos, Petén, la investigación cubrió alrededor de 7,814.99 ha, las cuales se mantienen bajo manejo sostenible. En el siguiente cuadro se describe las unidades de Manejo, los años que lleva bajo manejo y su total de hectáreas.

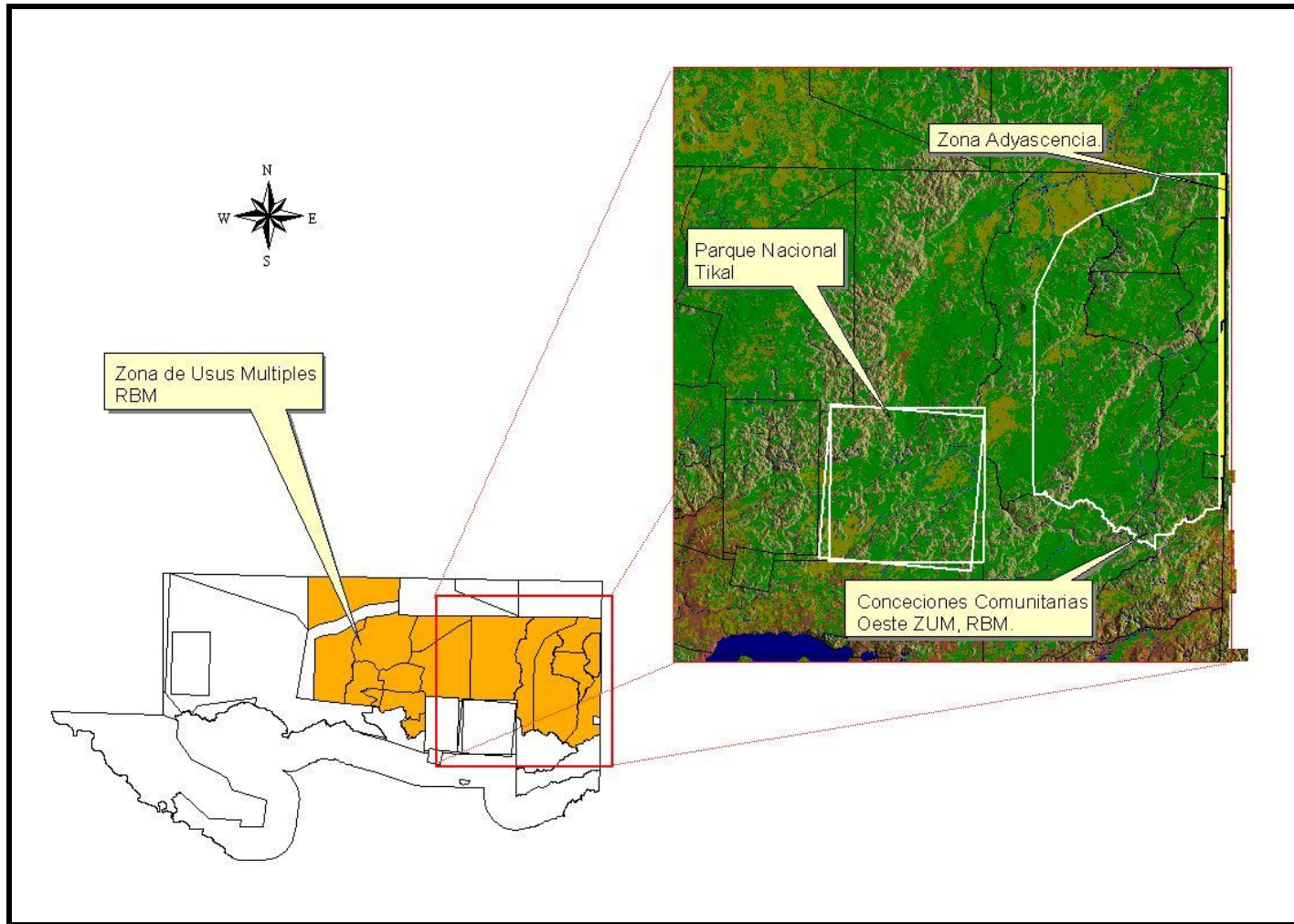
**Cuadro 5. Áreas donde se desarrollará el proyecto**

Unidad de Manejo	Años de Manejo	Total de Hectáreas de la UM.	No. de Aprovechamientos
Unidad de Manejo Río Chanchich	1,998	12,189.96	9
Unidad de Manejo Laborantes del Bosque	2,000	19,485.59	7
TOTAL		135,514.99	27

**Fuente: CONAP-Petén.**

El área en donde se desarrolló el proyecto está ubicada al Este de la Zona de Usos Múltiples –ZUM- de la Reserva de Biosfera Maya –RBM- (Observar el Mapa 1). Es importante indicar que se dejó una franja de 1 Km. a partir de la zona de adyacencia con el país de Belice, para evitar cualquier conflicto con dicha zona.

**Mapa 1. Ubicación del área de Proyecto**



**Fuente: Depto. Forestal, CONAP-Petén**

Las Unidades de Manejo constituyen una extensa área, las cuales están sujetas a manejo Forestal y su principal demanda la tienen en su orden la Caoba, (*Swietenia macrophylla*), Santa María, (*Callophyllum brasiliense*), Manchiche, (*Lonchocarpus castilloi*).

Las tres especies por su fuerte demanda están presionadas y sostienen el manejo forestal de las unidades de manejo, motivo por el cual es necesaria suficiente información y registros de su desarrollo en sus diferentes fases de crecimiento.

Las repeticiones de mediciones de número de individuos/ha de estas especies en otros estudios por clases diamétricas son muy pocas, esto lleva a la obtención de datos de incrementos concentrándose en diámetros mayores al DMC y no así en diferentes clases diamétricas, y estos resultados incurren en que se tiene muy poca información de desarrollo y baja confianza de análisis.

Las PPM muestran la dinámica del bosque pero en ella no se encuentran suficientes repeticiones de individuos/ha, dado su tamaño; para tener confiabilidad en los incrementos que se dan en la especie Caoba, Santa María, Manchiche.

#### **I.4.3 Evaluación de la vegetación**

Para la realización de la presente investigación se utilizaron Áreas de Aprovechamiento Anual (AAA) de las Unidades de Manejo Mencionadas anteriormente, cada AAA cuentan con mapas digitales de Árboles de futura cosecha, árboles semilleros y árboles de remanencia, todas las AAA se encuentran en similar estrato.

Las tres especies mencionadas son las de mayor demanda en la actualidad y es sobre ellas la presión de aprovechamiento y manejo del bosque en las concesiones en Petén.

En el estrato productivo se ubicaron las unidades muestrales, en éstas se colectaron variables por cada unidad experimental representada por los árboles de las especies objeto de estudio. En el Cuadro No. 6 se muestra las variables que se colectaron por cada unidad.

**Cuadro 6. Variables a medir.**

<b>No.</b>	<b>Variables</b>
1	Diámetro a la altura de pecho 1.30 m(DAP)
2	Área basal
3	Volumen
4	Altura de fuste
5	Altura total
6	Forma de fuste
7	Estado de salud
8	Vigor de copa (ver Anexo No.4.)
9	Iluminación de copa (ver Anexo No.3)
10	Presencia de lianas (ver Anexo No.5)

**Fuente: Manual de PPM, 2000.**

Estas variables se colectaron en forma ordenada, de acuerdo con la boleta que se presenta en el Anexo No. 2. Con estas variables se pretende conocer el incremento de las tres especies y las correlaciones que se den entre las variables. Estas variables a medir se pueden clasificar en dos grupos: variables cuantitativas y cualitativas.

#### **I.4.4 Variables cuantitativas**

Las variables cuantitativas son las siguientes: a) el diámetro en centímetros, b) el área basal en metros cuadrados, c) el volumen en metros cúbicos, d) la altura del fuste en metros, e) la altura total en metros.

#### **I.4.5 Variables cualitativas**

Este grupo de variables son las siguientes: a) forma del fuste, b) vigor de la copa, c) iluminación de la copa y d) presencia de lianas en el fuste, estas variables se analizarán por medio de códigos los cuales se mencionan en el cuadro anterior.



#### **I.4.6 Muestreo de campo**

El muestreo se realizó en los estratos nombrados anteriormente, donde se tomaron las variables a cada unidad experimental, las muestras de los árboles se tomaron de los mapas de las AAA y de las bases de datos digitales para ubicación de cada unidad muestral.

#### **I.4.7 Tamaño de la muestra**

La muestra es cada una de las AAA de las UM y la Unidad Muestral es cada uno de los árboles que se seleccionaron de las tres especies en estudio. Las clases diamétricas se dividieron en siete con rango de 10 unidades y se muestreara individuos desde 20 cm de DAP a diámetros mayores a 90 cms.

#### **I.4.8 Tipo de muestreo**

El tipo de muestro utilizado fue el de unidades individuales representadas por cada uno de los árboles, como una unidad sin límites que evita el problema de selección de la forma y tamaño de la unidad dimensional según, Matteucci y Colma, el muestreo se ajusta a la investigación dado que es un estudio descriptivo donde se requiere establecer relaciones estadísticas entre factores.

#### **I.4.9 Selección de los árboles a evaluar**

La selección de los árboles a evaluar se realizó dentro de las áreas de aprovechamiento anual –AAA- ya aprovechadas y se determinarán con base a la distribución espacial con el apoyo del software Arcview 3.1. Los árboles seleccionados se ubicaron por Geoposicionamiento global (GPS) y se midieron 2 veces un total de 1206 árboles.

El número de individuos que se muestrearon por clase diamétrica se presentan en el Cuadro No. 7, es importante mencionar que el número del tamaño de la muestra está dado en función de las divisiones de clases diamétricas.

**Cuadro 7. Selección de individuos por clase diamétrica a evaluar.**

Especies	No. Muestra	Clases Diamétricas.	No. Árboles
Caoba	569	20 – 29.9	89
		30 – 39.9	102
		40 – 49.9	100
		50 – 59.9	88
		60 – 69.9	79
		70 – 79.9	64
		89.9-89.9	26
		≥ 90	21
Manchiche	247	20 – 29.9	85
		30 – 39.9	83
		40 – 49.9	65
		50 – 59.9	12
		60 – 69.9	2
Santa Maria	350	20 – 29.9	89
		30 – 39.9	97
		40 – 49.9	82
		50 – 59.9	80
		60 – 69.9	36
		70 – 79.9	5
		≥ 90	1

Fuente: Proyecto FODECYT 07-2007

#### **I.4.10 Establecimiento de línea base y monitoreo:**

La primera medición, o establecimiento de la línea base, se realizó durante el primer semestre del primer año, durante el segundo semestre se tabuló la información y se

planifico el primer monitoreo. El primer monitoreo o remediación, se efectuó durante el primer año.

#### **I.4.11 Toma de datos**

##### **I.4.11.1 Diámetro**

El diámetro de cada uno de los árboles se midió a 1.30 mt, de altura sobre el nivel del suelo, se utilizo para ello cinta diamétrica. En la medida del diámetro no se utilizó decimales, por lo que se aproximará al entero próximo menor de la medida que da entre las primeras cinco líneas, se tubo el cuidado de no incluir en la medida bejucos, parásitas u otros vegetales que alteren la exactitud de la medida. Para los casos especiales se consideraron árboles inclinados, nudos, hinchazones, deformaciones, bifurcados, y otros aspectos.

##### **I.4.11.2 Altura del fuste**

La altura del fuste se consideró desde el nivel del suelo, hasta donde se inicia la copa o sea, considerando el tronco principal.

##### **I.4.11.3 Altura Comercial**

Esta se estimará entre el nivel del suelo y la comienzo de la copa del árbol.

##### **I.4.11.4 Forma del fuste**

Esta se clasificará utilizando códigos tomados de (Pinelo 2,000), los cuales son fuste deformado, dañado y podrido.

##### **I.4.11.5 Vigor de la copa**

Se entiende como copa la porción superior de un árbol, que contienen el sistema principal de ramas y follaje, para la evaluación de estas se utilizaron códigos los cuales se pueden ver en anexo No. 4<sup>a</sup> (tomado de Pinelo 2000).

##### **I.4.11.6 Iluminación de la copa**

La iluminación de la copa se evaluó por medio de códigos establecidos y validados silviculturalmente, éstos se pueden observar en el anexo No.3<sup>a</sup> y, consisten en calificar la exposición de la copa a los rayos lumínicos del sol.

##### **I.4.11.7 Presencia de lianas**

La presencia de lianas puede llegar a tener un efecto muy negativo en el desarrollo de los árboles; tanto así que influye en el crecimiento, a causa de que alcanza la copa del individuo no permitiéndole una aceptable iluminación. Además, puede llegar a afectar la

formad del fuste y hasta la supervivencia del individuo afectado (Pinelo 2,000). Esta variable se medirá por medio de códigos, los cuales se presentan en el anexo No. 7<sup>a</sup>.

#### **I.4.12 Análisis Estadístico**

El análisis estadístico se aplicó en base a la naturaleza de los datos. Si los datos presentan una distribución normal o sea son datos paramétricos, entonces se aplicará el análisis de regresión y correlación. De no presentarse distribución normal se aplicará análisis estadísticos para datos no paramétricos.

Se aplicará la prueba de Normalidad para determinar la naturaleza de los datos, esta prueba se realizara por medio de los programas J.M.P.. La investigación se trabajara a un nivel de confianza del 95% y a 0.5 de la T de student.

##### **I.4.12.1 Relación entre las variables**

Dependiendo de la naturaleza de los datos cada una de las muestras, se aplicará la comparación entre las variables, para ver cuales se encuentran correlacionadas, para datos paramétricos o bien de Spearman (datos no paramétricos).

Al determinarse los porcentajes de incremento se procederá a determinar el modelo de correlación que presente el mayor coeficiente de correlación y el menor error de la media aritmética. Ese modelo de correlación será el que mejor correlación presente de nuestras variables evaluadas.

#### **I.4.12 Registro de datos de campo**

##### **I.4.12.1 Formularios**

El diseño de los formularios que se utilizaron en el campo para el registro de los datos se determino en base al programa a utilizar en el manejo de la información y el orden en que esto debían digitalizarse.

##### **I.4.12.2 Procesamiento de la información**

El procesamiento de la información; aunque es un paso posterior a la toma de datos, se planeo antes de determinar el tipo de formularios y de registros que se emplearon, ya que estos serán afines al programa utilizado para procesar toda la información recopilada.

##### **I.4.12.3 Ordenación**

Terminada la etapa de campo, se inicio el trabajo de gabinete con lo ordenación de los formularios basados en las 2 mediciones ejecutadas para cada individuo.

#### **I.4.12.4 Digitación**

Antes de iniciar la digitación de las boletas, se revisaron si todos los formularios estaban completos y ordenados.

#### **I.4.12.5 Impresión y revisión de los datos**

Terminada la digitación de los individuos medidos, se procedió a revisar, los datos digitados de cada árbol. Este paso es indispensable, pues de la exactitud de la base de datos depende la eficiencia y confiabilidad de los resultados. (Brenes y Martins 1996).

#### **I.4.12.6 Tabulación y depuración de datos**

Los datos se ingresaron en una base de datos en el programa Excel, esta información se revisó con el propósito de eliminar todo dato negativo que pueda influir en el análisis final.

#### **I.4.12.7 Análisis de la información**

Para el análisis de los datos se utilizaron los programas Excel, JMP 7.0 y SPSS.

En lo referente a los resultados obtenidos en Excel, se empleó el programa para análisis estadístico JMP y SPSS. En el análisis se excluyeron los individuos que en la última medición se encontraron muertos y que presentaron un diámetro mayor a la primera medición.

#### **I.4.12.8 Distribución por clase diamétrica**

Se analizó para conocer la composición y estructura florística del bosque.

#### **I.4.12.9 Incremento**

Se define como incremento, el crecimiento determinado por dos mediciones: una al inicio del periodo y otra al final (Keplac 1976 Finegan 1994 ambos citados por Gálvez 1996). Por medio del programa Excel se obtuvo el resumen de la información del incremento diamétrico e incremento porcentual del área basal.

Cuando la distribución de los resultados no es normal, es importante calcular el incremento diamétrico mediano anual porque algunas veces el rango de crecimiento entre especies es muy grande; y entonces, los promedios no reflejan el comportamiento real del grupo de árboles estudiado debido a la influencia de valores máximos y mínimos.

En el análisis de incrementos por especie solamente se tomaron en cuenta, las que al final presentaron una frecuencia  $> 5$  ( $N = 5$ ). Para facilitar la interpretación, tomando en cuenta los incrementos reportados por Pinelo (1997), se agruparon los incrementos

diamétrico mediano anual, según la velocidad de crecimiento, basados en la siguiente clasificación:

1. **Muy Rápido**, incremento  $> 4.8$  mm
2. **Rápido**, incremento  $> 2.8$  mm y  $< 4.7$  mm
3. **Normal**, incremento  $> 1.8$  mm y  $< 2.7$  mm
4. **Lento**, incremento  $> 0.8$  mm y  $< 1.7$  mm
5. **Muy Lento**, incremento  $< 0.7$  mm

En el análisis exploratorio de los datos, con el fin de establecer los supuestos de normalidad, se realizó la estadística descriptiva y se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks.

Cuando los datos no se distribuyen según una normal bivariada o bien están medidos con una escala ordinal, una de las posibles medidas de asociación lineal es el coeficiente de correlación de Spearman (1904). Este coeficiente se define de igual manera que el de Pearson  $r$ , sólo que en lugar de utilizar los valores de las variables, utiliza los rangos asociados a estos valores.

En el caso de que una variable sea ordinal y la otra cuantitativa, se analizaron los datos como si las dos fuesen ordinales.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde  $d_i$  es la diferencia entre el rango del caso  $i$  en la variable X, y en la variable Y.

#### **Propiedades:**

- -  $-1 \leq r_s \leq +1$
- Si  $r_s = +1$ , hay correlación directa máxima.
- Si  $r_s = -1$ , hay correlación inversa máxima.
- Si  $r_s = 0$ , la correlación es nula.

## PARTE II

### MARCO TEÓRICO (CONCEPTUAL)

El aprovechamiento de caoba tiene una larga historia en las tierras bajas tropicales de Guatemala. La extracción de caoba tomó importancia económica a partir de 1,870. De 1,900 a 1,956 se cortó un promedio de 37,500 m<sup>3</sup> anuales. A partir de 1944, la cifra subió hasta 100,000 m<sup>3</sup> al año. Para 1,970, la FAO le advirtió a Guatemala que los frágiles bosques del país eran más aptos para la extracción controlada de madera y para la explotación de productos forestales no maderables (CoP12 Inf. 33, 2002).

Hace 150 años Guatemala tenía 6 millones de hectáreas de bosques con caoba. Ahora tenemos 1.5 millones totalmente transformadas para la agricultura y ganadería; 2.9 millones donde la caoba está extinta o en peligro de extinción comercial; 0.8 millones de protección absoluta y 0.8 millones de hectáreas de bosque donde se está realizando manejo forestal. Esta última zona es en donde Guatemala está poniendo su esperanza de manejo sostenible (CoP12 Inf. 33, 2002).

Entre 1,986 y 1,993 la extracción de madera en Guatemala fue caótica y sin control. Se hicieron decomisos de más de 10,000 m<sup>3</sup> de caoba anuales. A partir de 1,994 se inició un proceso novedoso donde las zonas de usos múltiples de las áreas protegidas son manejadas por las comunidades locales y por empresas privadas.

Este proceso novedoso de concesionar áreas boscosas de la Zona de Usos Múltiples de la Reserva de Biosfera Maya, estuvo acompañado de una asistencia técnica constante, en la cual se establecieron inventarios y planes generales de manejo forestal así como la implementación de planes operativos anuales con aprovechamientos de bajo impacto.

#### **Especies maderables más aprovechadas:**

En la Zona de Usos Múltiples de la Reserva de Biosfera Maya, en los últimos cinco años, las autoridades del Consejo Nacional de Áreas Protegidas, CONAP, autorizaron el aprovechamiento de 56 especies, haciendo un total de 164,771.48 m<sup>3</sup>. (Ver Anexo No. 1).

Del total de especies y volumen autorizado, durante los últimos cinco años, en la ZUM, de la RBM, El Caoba, Santa María y Manchiche, constituyen más del 70% del volumen total (Ver Cuadro 6)

**Cuadro 8. Volúmenes de especies con más demanda en la Región.**

No.	Especie	Volumen	Porcentaje
1	Caoba	79,156.52	48.04
2	Santa María	24,127.17	14.64
3	Manchiche	16,068.18	9.75
4	Pucté	12,332.78	7.48
5	Cedro	9,496.43	5.76
6	Amapola	4,929.77	2.99
7	Amate	2,806.30	1.70
8	Danto	2,754.11	1.67
9	Mano de León	2,601.35	1.58
10	Chechén Negro	1,056.49	0.64

**Fuente: Depto. Forestal, CONAP-Petén.**

Solo la especie de Caoba, constituye casi el 50% del volumen autorizado, durante los últimos cinco años.

Es importante indicar que todo el volumen autorizado ha sido mediante la implementación de Planes Generales de Manejo Forestal –PGM- por medio de la elaboración de censos comerciales y planes operativos anuales. Dicha planificación se ha basado en la aplicación de intensidades de corta y cortas permisibles que garantizan un uso racional del recurso.

### **La Caoba y el Apéndice II de CITES:**

La CITES se aprobó en 1973 para velar por que el comercio internacional de animales y plantas silvestres no amenazara su supervivencia. Aunque no pueden por sí mismas salvar ni conservar ninguna especie, las listas de la CITES son una ayuda para quienes desean hacer algo en ese sentido mediante intervenciones administrativas.

El Apéndice I incluye especies que pueden estar amenazadas de extinción y a las que afecta o puede afectar el comercio internacional. El comercio internacional de especímenes silvestres de especies está sujeto a una reglamentación estricta y normalmente solo se permite en circunstancias excepcionales. Se permite el comercio de



especímenes propagados artificialmente o criados en cautividad, con sujeción a las disposiciones de la CITES. Más de 800 especies se incluyen en el Apéndice I, entre ellas tigres, grandes simios, ciertos papagayos, ciertas especies de orquídeas y cactus y algunas especies madereras como el pino araucano (*Araucaria araucana*) y el alerce (*Fitzroya cupressoides*), una conífera nativa de Chile y Argentina.

El Apéndice II comprende especies no tan amenazadas como las del Apéndice I, pero que podrían llegar a estarlo si no se regulara su comercio. El comercio internacional de estas especies se controla mediante un sistema de licencias para que pueda mantenerse sin detrimento para las poblaciones silvestres. Se permite el comercio de especímenes silvestres, criados en cautividad y propagados artificialmente, con autorización. Se incluyen en el Apéndice II unas 29 000 especies diferentes, entre ellas osos polares, cobras asiáticas, orquídeas, cactus y plantas carnívoras, así como algunos árboles de usos medicinales como cerezo africano (*Prunus africana*) y sándalo rojo (*Pterocarpus santalinus*).

El Apéndice III contiene especies que no están necesariamente amenazadas mundialmente, pero que están protegidas en determinados Estados que han pedido la ayuda de otras partes en la CITES para controlar el comercio internacional de esas especies. Ejemplos son el zorro bengalí de India y la serpiente de cascabel de Honduras.

La preocupación respecto a los impactos del comercio internacional sobre las poblaciones de caoba impulsó la inclusión de *S. humilis* y *S. mahagoni* en el Apéndice II de Secretariado de la Convención sobre Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Las propuestas para incluir *S. macrophylla* en el Apéndice II de CITES fueron presentadas en las CoP 8 (1992), CoP 9 (1994) y CoP 10 (1997), siendo la última presentada como una propuesta conjunta por Bolivia y USA. Las propuestas de 1992 y 1994 fueron apoyadas por el Comité de Plantas de CITES y la propuesta de 1997 por la Secretaría de CITES (CITES Doc. 10.89) y numerosos países del área de distribución de la especie.

Las implicaciones de la inclusión del Caoba en el Apéndice II es que presiona a los gobiernos a supervisar la industria y las extracciones forestales de las especies seleccionadas por la CITES, facilitando información e indicadores que les permiten apreciar sus progresos hacia el objetivo del uso racional y sostenible del recurso.

En este contexto, Guatemala, tiene varios compromisos pendientes respecto a presentar informes acerca de los avances que se han realizado por hacer un uso sostenido del recurso. La debilidad que existe al respecto es que se han realizado estudios acerca de la distribución y estado actual del recurso y poco se ha enfocado en hacer estudios orientados a fortalecer el manejo de la especie. Son contados los estudios con este enfoque; un ejemplo de ello es el monitoreo que se realiza en la Concesión Industrial “La

Gloria”, en la Zona de Usos Múltiples de la Reserva de Biosfera Maya, pero que es necesaria extenderlo y especializarlo a otras áreas boscosas de dicha Reserva.

**Los incrementos diamétricos y el manejo forestal, Manzanero, 2005:**

Para poder determinar las intensidades de corta que se aplicará al volumen existente arriba del diámetro mínimo de corta, se aplica el modelo conocido como “Tabla de Rodal”.

Este modelo se basa en los siguientes principios:

- Existe un crecimiento diamétrico promedio por todas las especies.
- El crecimiento es constante entre clases diamétricas.

Los pasos básicos para la aplicación de este modelo son los siguientes:

PRIMERO: Con base a la distribución basimétrica por rangos diamétricos por especie, el ciclo de corta (por ejemplo 25 años), incremento diamétrico promedio anual (por ejemplo 0.4 cms) y el diámetro mínimo de corta (por ejemplo DMC=50 cms), se calcula el *área basal de recuperar*, es decir, el área basal que estará disponible, arriba del diámetro mínimo de corta, al finalizar el ciclo de corta. Para ello se multiplica el ciclo de corta por el incremento y se obtiene el área basal a recuperar. En nuestro ejemplo, el área basal comprendida en el rango diamétrico de 40-49 cms (Ver área sombreada del cuadro No. 9), será la que, al final del ciclo de corta estará disponible a partir del diámetro mínimo de corta y esta área basal es de 0.074 m<sup>2</sup>.

**Cuadro 9. Distribución clases diamétricas.**

Variable	Clase diamétrica									TOTAL
	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	>90	
N	0.5	0.5	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1	0	0	2.6
BA	0.009	0.024	0.053	0.074	0.082	0.043	0.039	0.028	0.022	0.374
VOL	0	0.047	0.219	0.333	0.364	0.207	0.164	0.111	0.03	1.475

DM

Fuente: Manzanero, M.A. 2005.

SEGUNDO: Se determina el *área basal disponible* comprendido entre el DMC y 89 cms. En el ejemplo, el área disponible es de 0.192 m<sup>2</sup>.

TERCERO: Se calcula la *intensidad de corta* y para ello se divide el area basal a recuperar entre el area basal disponible y se multiplica por 100 es decir,  $(0.074 \text{ m}^2/0.192 \text{ m}^2)*100=38\%$ .

CUARTO: Se calcula la corta permisible aplicando la intensidad de corta al volumen disponible entre el DMC y 89 cms. Para el volumen mayor a 90 cms. se aplica una intensidad de corta del 50% por razones ecológicas. Para nuestro ejemplo, la corta permisible será de  $0.34 \text{ m}^2/\text{ha}$ .

En el ejemplo presentado, se aplica una tasa de crecimiento promedio anual de 0.4 cms. Pero ¿qué sucede si el incremento anual fuera de 0.5 cms.?. La corta permisible es igual a  $0.46 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Un milímetro de diferencia en el incremento diamétrico anual representa una diferencia de  $0.12 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Si el área de aprovechamiento es de 500 has, esta diferencia representaría una pérdida de  $60 \text{ m}^3$  o más de US\$ 30,000, pero no solo representa pérdidas económicas, sino que se puede correr con el riesgo de estar sobre o sub-utilizando el recurso, ya que no se sabe si el crecimiento es constante en todas las clases diamétricas o si existen variaciones de crecimiento por clase diamétrica. Aunque en la actualidad se utilizan datos conservadores de incrementos anuales, es necesario fortalecer este aspecto fundamental para el manejo.

En el modelo “Tabla de Rodal”, se garantiza el aprovechamiento sostenido del recurso maderable. Por lo que es necesario conocer como es el comportamiento del crecimiento por clases diamétricas así como las variables ambientales que influyen en su crecimiento.



### **Identificación de actores y roles**

Comprender con claridad quienes son los actores que directamente se relacionan con el manejo de parcelas permanentes, favorece el análisis de cómo estos esfuerzos pueden ser optimizados. Los actores que actualmente tienen una vinculación directa con este tema son los siguientes:

#### **Reguladores oficiales**

Lo constituyen las entidades públicas nacionales que tienen facultad para emitir disposiciones de observancia obligatoria para todos los que hacen manejo forestal en el país (ver Cuadro 10.).

**Cuadro 10. Entidades reguladoras oficiales y roles en materia de bosques naturales latifoliados**



Entidad	Roles o atribuciones
 <p data-bbox="565 394 776 527">Consejo Nacional de Áreas Protegidas - CONAP-</p>	<ul data-bbox="808 394 1458 527" style="list-style-type: none"> <li>• Regula el manejo de bosques naturales dentro de áreas protegidas.</li> <li>• Es depositaria de la autoridad científica y administrativa de la convención CITES.</li> </ul>
 <p data-bbox="565 646 776 743">Instituto Nacional de Bosques – INAB-</p>	<ul data-bbox="808 590 1458 800" style="list-style-type: none"> <li>• Regula el manejo de bosques naturales fuera de áreas protegidas.</li> <li>• Es el ente rector del sector forestal en Guatemala.</li> <li>• Es el principal impulsor de la investigación forestal dentro del Estado.</li> </ul>

**Fuente: Diagnostico PPM, CATIE-Finnfor**

### Mecanismos de regulación voluntarios

Se clasifican los actores cuya función es generar lineamientos para el manejo y/o conservación de bosques o especies en particular. Aunque existen diversas iniciativas y mecanismos de esta naturaleza, particularmente se consideran dos importantes, porque tienen un rol directo con los manejadores de bosques latifoliados del país (ver Cuadro 11).

**Cuadro 11. Mecanismos voluntarios de regulación relacionados con el manejo de bosques latifoliados en Guatemala**

Entidad	Roles o atribuciones
 <p data-bbox="565 1388 776 1444">Consejo Mundial Forestal –FSC-</p>	<ul data-bbox="808 1339 1458 1507" style="list-style-type: none"> <li>• Ha desarrollado el esquema de certificación forestal adoptado en Guatemala.</li> <li>• Ha desarrollado principios, criterios e indicadores para el manejo de bosques naturales latifoliados.</li> </ul>
 <p data-bbox="565 1570 776 1801">La Convención para el Comercio Internacional de especies de Flora y Fauna amenazadas – CITES-</p>	<ul data-bbox="808 1570 1458 1808" style="list-style-type: none"> <li>• Actualmente está desarrollando disposiciones específicas para el manejo de poblaciones naturales de especies forestales protegidas por dicha convención.</li> <li>• Las especies <i>Swietenia macrophylla</i>, <i>Cedrela odorata</i> y dos especies de <i>Dalbergia</i>, se encuentran protegidas por esta convención.</li> </ul>

**Fuente: Diagnostico PPM, CATIE-Finnfor**

**Cuadro 12. Diseños de parcelas utilizadas en los experimentos establecidos en los bosques latifoliados de Guatemala**

Tipo de diseño	Dimensiones (m)	No. PPM	Área (ha)
C-100	100*100	4	4.00
C-50	50*50	194	48.50
R-A100L700	100*700	2	14.00
R-A20L500	20*500	12	12.00
R-A40L250	40*250	7	7.00

Fuente: Diagnostico PPM, CATIE-Finnfor

### **Cobertura de resultados**

Si por cobertura entendemos la cantidad de experimentos cuyos resultados han sido incluidos en documentos publicados, se puede apreciar que la mayoría de publicaciones o reportes de resultados se centran en un pequeño número de experimentos.

Algunos experimentos aún no han sido evaluados, y por lo tanto, no hay resultados. Esto refleja la necesidad de integrar todos estos esfuerzos y empezar a generar resultados que engloben la mayor cantidad de experimentos posible, de manera que los resultados sean más representativos.

### **El manejo forestal y sus regulaciones técnicas**

Para el año 2009, fuera de áreas protegidas se encontraban bajo manejo forestal un total de 194,722 ha de bosque natural. Dentro de áreas protegidas no se tiene una estadística global, pero para el año 2008 se reporta un total de 532,951 ha de bosque natural manejados bajo régimen de concesión forestal (IARNA, consultado en línea)<sup>1</sup>. En el caso de los bosques en concesiones forestales corresponden a latifoliados.

Fuera de áreas protegidas el marco regulatorio para el manejo forestal lo constituye la Ley Forestal (Decreto 101-96 del Congreso de la República), el reglamento de la Ley y reglamentaciones internas. Dentro de áreas protegidas, la base legal es la Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89 del Congreso de la República), el Reglamento de la Ley y el Manual para la Administración Forestal en Áreas Protegidas.

En el año 2007, el CONAP e INAB aprobaron los Lineamientos Técnicos del Manejo Forestal Sostenible (Resolución 194/2007 de la Secretaría Ejecutiva del CONAP y el Acuerdo de Gerencia No. 65/2007 de la Gerencia del INAB), el cual se define como

---

<sup>1</sup> Se han tomado los datos más recientes publicados para cada caso por el IARNA, revisado del 17 al 26 de enero de 2011, disponible en: [www.infoiarna.org.gt](http://www.infoiarna.org.gt)

un instrumento técnico que orienta la planificación, aplicación, monitoreo y evaluación del manejo forestal sostenible en los bosques de coníferas, mixtos y latifoliados, a fin de evitar la discrecionalidad técnica y promover la unificación de criterios sobre manejo forestal sostenible.

Este es el documento legal que establece los lineamientos técnicos más detallados para definir los parámetros medulares del régimen de manejo, como la corta anual permisible, ciclos de corta y diámetros mínimos de corta. Estas normas básicas son las siguientes:

*Artículo 25: **Determinación de la CAP en bosques latifoliados.** La corta anual permisible se estimará en función de la abundancia por clase diamétrica del inventario, el ciclo de corta (CC), el diámetro mínimo de corta (DMC), la intensidad de corta (IC) y una aproximación de las tasas de crecimiento y mortalidad.*

*Artículo 26: **Ciclo de corta (CC) en bosques latifoliados.** Observar los lineamientos siguientes:*

- a. Determinar en función de las tasas de crecimiento de las especies a manejar, la abundancia de dichas especies y los factores socioeconómicos del propietario o poseedor de la unidad de manejo.*
- b. En cualquier caso, el ciclo de corta no debe ser menor de 20 años.*

*Artículo 27: **Diámetro mínimo de corta (DMC) en bosques latifoliados.** Observar los lineamientos siguientes:*

- a. Justificarse técnicamente en todo PMF. Su determinación deberá garantizar la regeneración de la especie, la madurez óptima en el desarrollo del árbol y un estado fitosanitario favorable.*
- b. Tomar como base la abundancia, el tipo de bosque y la distribución diamétrica por especie reportada en el inventario forestal.*
- c. Debe considerarse el interés del propietario o poseedor de la unidad de manejo, **la consulta de estudios de crecimiento**, estudios fenológicos y las exigencias del mercado.*

*Artículo 28: **Intensidad de corta (IC) en bosques latifoliados.** El cálculo de la intensidad de corta deberá realizarse tomando como base la distribución diamétrica del área basal (actual y futura) por especie o grupo comercial y por estrato, tomando como referencia el diámetro mínimo de corta, el ciclo de corta, **el incremento medio anual y la mortalidad.** En cualquier caso, observar los lineamientos siguientes:*

- a. Para especies de mayor demanda comercial y según la abundancia de árboles de futura cosecha, la intensidad de corta máxima en términos de área basal, no podrá ser mayor al 80 por ciento del área basal disponible para especies preciosas.*

- b. Para las especies que poseen poblaciones significativas de árboles sobremaduros (mayores a 90 cm. de Diámetro a la Altura del Pecho –DAP-), se admite aprovechar hasta un 65 por ciento del área basal disponible.*
- c. Para los casos en que la proporción del área basal recuperable para un segundo ciclo de corta es baja, se podrá aprovechar hasta un 20 por ciento de área basal no recuperable, toda vez no se supere el umbral máximo permitido (80 por ciento), asegurado por otros mecanismos la sostenibilidad y recuperación del bosque a través de su enriquecimiento.*
- d. Para efectos de determinar la intensidad de corta, los valores de referencia sobre el incremento diamétrico y mortalidad de árboles deben provenir de estudios de parcelas de investigación locales debidamente reconocidos por INAB y CONAP, o en su defecto, de otras investigaciones válidas para la región.*
- e. La proporción de área basal recuperable debe ser determinada conforme las fórmulas generadas por INAB y CONAP, conforme se define en la curva de distribución diamétrica del bosque bajo manejo.*

### **Base legal ciclo de corta**

Manzanero 2005, la duración del ciclo de corta se determinará en función de las tasas de crecimiento de las especies a manejar, la abundancia de dichas especies y los factores socioeconómicos del propietario. En cualquier caso, el ciclo de corta no debe ser menor de 20 años.

Esto implica que la determinación del ciclo de corta es decisión del técnico que elabora el Plan, esta decisión da la opción de realizar ajustes y modificaciones del plan, haciéndose imprescindible el levantamiento y monitoreo de (PPM), para determinar el establecimiento de la regeneración y el incremento diamétrico de las especies deseables para los próximos ciclos.

### **Consideraciones sobre el ciclo de corta**

Stanley (1997) indica que los ciclos de corta deben determinarse en función de las tasas de crecimiento de las especies a manejar, la abundancia y los factores económicos de los usuarios del bosque. Además recomienda un ciclo de corta de 25 años, considerando la presión que existe sobre la tierra en la RBM el cual pareciera estar libre o desocupada, un ciclo corto tiene la ventaja de mostrar el uso activo del terreno en toda la unidad de manejo en un periodo breve.

Louman (1998), menciona que los ciclos cortos tienen la ventaja de mantener el bosque remanente más vigoroso, la cantidad de árboles a extraer es menor, siempre y cuando el daño hecho durante el aprovechamiento es mínimo, y los caminos de arrastre sean mantenidos de manera que puedan usarlos de nuevo en el próximo ciclo. Otra

ventaja es el aspecto económico, generalmente es mejor recibir ingresos lo mas temprano posible, para reducir el tiempo sobre el cual se paga los costos de uso de capital.

Una desventaja es que hay más intervenciones por rotación, aumentando la posibilidad de dañar la masa remanente. Los métodos de aprovechamiento de impactos reducidos adquieren importancia cuando el ciclo de corta va reduciéndose.

### **Estimación de la tasa de incremento diamétrico.**

Manzanero 2005, el objetivo principal del plan de Manejo, es aprovechar el bosque en forma ordenada y sostenible, manteniendo su capacidad productiva a largo plazo, así mismo manteniendo la calidad del suelo y clima. Para lograr este objetivo no debe de extraerse del bosque, más de lo que puede crecer y recuperar natural o artificialmente para las próximas cosechadas. Por lo tanto la tasa de incremento diamétrico de los árboles y el bosque es esencial para el ordenamiento y manejo.

Los términos aplicados en estudios de incrementos, es el incremento corriente anual (ICA) es el producido en un año de intervalo, se calcula haciendo la diferencia entre el valor final del año menos el valor del inicio del año.

El incremento medio anual (IMA) es el promedio del incremento hasta el momento actual, se calcula dividiendo el valor actual entre el tiempo transcurrido o edad.

Incremento periódico (IP) corresponde al incremento producido en un periodo de tiempo mayor de un año.

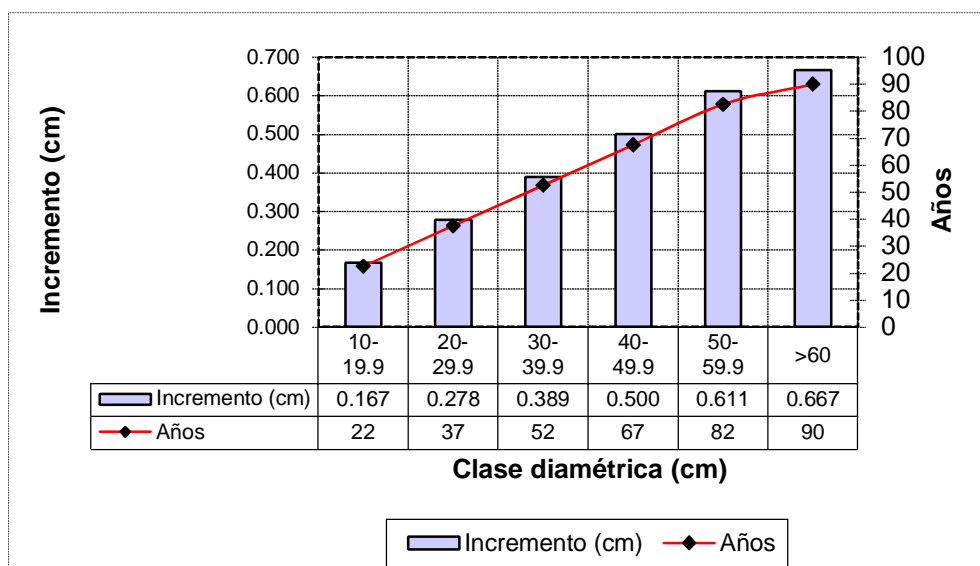
Los periodos usados pueden ser de 5 o 10 años. El incremento periódico dividido entre el número de años del periodo se llama incremento periódico anual (IPA) este usualmente se emplea con parcelas permanentes, cuando se desconoce la edad.

### **Datos de incrementos diamétricos de investigaciones en la RBM**

Manzanero 2005 cita el estudio sucesional en Carmelita Manzanero (1999), en el que se puede observar la figura del bosque de Chuntuquí, para alcanzar un diámetro > 60 cm de DAP tiene que pasar noventa años, resultado con un IMA de 0.667 cm/año. Igual IMA de 0.66 reporta Gretzinger (1, 994) en un estudio sucesional en Uaxactún para caoba y cedro.



**Figura 1. Estudio sucesional Carmelita (1999).**



**Fuente: Manzanero (2005), Diámetros mínimos de corta**

Pinelo (2,000) informe final monitoreo PPM, el incremento diamétrico de las especies ACTCOM > 10 cm dap, el logro alcanzado a través de los tratamientos de liberación de la copa y de mejora, se reportan en San Miguel único sitio donde se realizó completo el experimento (registros de 8.1 años), el informe indica que aunque los individuos no se liberen en las parcelas tratadas, también son favorecidos en un incremento de 0.2 cm mas que la testigo. El incremento de los liberados es de 0.35 cm más que los de las parcelas tratadas, los cuales pueden alcanzar un incremento diamétrico mediano anual de hasta 0.6 cm.

**Cuadro 13. Incremento diamétrico anual (cm) a partir de árboles  $\geq 10$  cm, San Miguel.**

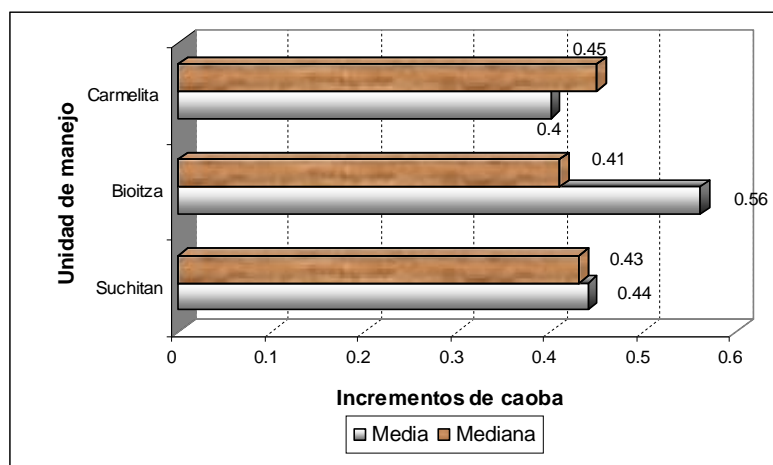
Estadísticos	PPM Tratadas		PPM Testigo	
	Liberados	No Liberados	Seleccionables	No Seleccionados
Número	44	273	22	112
Límite Inferior	0.36	0.29	0.06	0.09
Media	0.45	0.32	0.12	0.12
Límite Superior	0.53	0.35	0.18	0.14
Coef. Variación	63.5	77	109.6	124.2
Mínimo	0.04	-0.07	-0.04	-0.09

	PPM Tratadas		PPM Testigo	
	1er. Cuartil	0.18	0.14	0.03
Mediana	0.45	0.28	0.09	0.09
3er. Cuartil	0.63	0.47	0.18	0.18
Máximo	1.44	1.22	0.46	0.71

Fuente: Pinelo (2,000)

La figura 3, *Swietenia macrophylla* en tres unidades de manejo, se observa el incremento medio (0.4 a 0.56 cm) y mediana oscila entre (0.41 y 0.45 cm) anual. En Carmelita el monitoreo fue de 5 años sin ningún tratamiento; en Bioitza 7.4 años y ningún tratamiento y Suchitán en el POA 98 2.3 años, POA 99 1.3 años de monitoreo aplicación de tala dirigida y anillamiento.

Figura 2. Incrementos de caoba en tres sitios



Fuente: PPM -CATIE/CONAP- (2000), ProPetén (2001)

A continuación se presentan los cuadros de resumen de los incrementos de las especies de importancia económica, datos del informe de CATIE-CONAP tamaño de las PPM es de (50m x 50m). En Suchitán fueron instaladas en el POA 98 (12 PPM) y POA 99 (6 PPM), Bioitza (6 PPM), San Miguel (5 PPM) y Arcas (4 PPM), informe de ProPetén en Carmelita las PPM instaladas fueron 2 de (100m x 700m).

**Cuadro 14. Incremento diamétrico anual (cm) de las especies  $\geq 10$  cm dap, registradas en Suchitán.**

(Datos de monitores 2.3 años, mediciones 2, tala dirigida y anillamiento)

<b>Especie</b>	<b>Media</b>	<b>Mínima</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Canxán	0.36	-0.15	0.37	1.19
Caoba	0.44	0	0.43	1
Cedro	0.23	0.15	0.16	0.39
Chacaj Colorado	0.23	0	0.18	0.55
Amapola	0.2	0.14	0.2	0.27
Danto	0.47	-0.8	0.46	1.08
Amate	0.49	0	0.38	1.08
Santa maría	0.31	-0.18	0.27	0.92
Jobillo	0.07	0	0.08	0.15
Mano de león	0.37	0.08	0.43	0.61

**Fuente: Informe PPM-NPV/CATIE/CONAP (2,000)**

**Cuadro 15. Incremento diamétrico anual (cm) de las especies  $\geq 10$  cm dap, registradas en San Miguel**

(Datos de monitoreo 8.1 años, mediciones 8, tala dirigida y anillamiento)

<b>Especie</b>	<b>Media</b>	<b>Mínima</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Amapola	0.41	0	0.34	1.44
Jobillo	0.21	0.02	0.18	0.46
Amate	0.57	0.04	0.55	1.44
Malerio colorado	0.17	-0.04	0.1	0.65
Manchiche	0.62	0.44	0.6	0.82
Mano de león	0.2	-0.05	0.14	0.86
Santa María	0.31	0.22	0.26	0.5
Cedro	0.55	0.2	0.65	0.8

**Fuente: Informe PPM-NPV/CATIE/CONAP (2,000)**

**Cuadro 16. Incremento diamétrico anual (cm) de las especies  $\geq 10$  cm dap, registradas en Bio Itzá**  
(Datos monitoreo 7. 4 años, mediciones 4, ningún tratamiento)

Especie	Media	Mínima	Mediana	Máximo
Amapola	0.92	0.92	0.92	0.92
Amate	0.14	-0.03	0.14	0.33
Canxán	0.31	0.01	0.23	0.87
Caoba	0.56	0.03	0.41	1.24
Cedro	0.03	0.03	0.03	0.03
Danto	0.33	0.27	0.33	0.38
Jobillo	0.05	0	0.05	0.15
Malerio Colorado	0.13	0	0.12	0.37

Fuente: Informe PPM-NPV/CATIE/CONAP (2,000)

**Cuadro 17. Incremento diamétrico anual (cm) de las especies  $\geq 10$  cm dap, registradas en Arcas**  
(Datos monitoreo 7.8 años, medición 4, con envenenamiento)

Especie	Media	Mínima	Mediana	Máximo
Caoba	1.14	1.08	1.14	1.2
Cedro	0.44	0.35	0.44	0.54
Chacaj Colorado	0.12	0.04	0.14	0.3
Chechén negro	0.48	0.05	0.62	0.76
Jobillo	0.34	-0.08	0.28	0.82
Amapola	0.44	0	0.41	1.19
Amate	0.06	0.04	0.06	0.08
Pucté	0.53	0.37	0.49	0.76
Canxán	0.79	0.57	0.79	1.01

Fuente: Informe PPM-NPV/CATIE/CONAP (2,000)

ProPetén (2,001) según Informe del *Estudio de Crecimiento Diamétrico de Especies Maderables Comerciales*, en Carmelita en un bosque natural sin intervención con mediciones (1,996, 1,997, 1,998, 1,999 y 2,000), información de dos transectos de 100m x 700m. Las especies de mayor crecimiento son la caoba, Santa María y Canxán aunque estas dos últimas especies tiene muy pocos datos por lo que debe tomarse como preliminares. La prueba de comparación de medianas revela que las diferencias en el incremento es altamente significativo ( $p < 0.001$ ). La caoba crece más de dos veces que el manchiche, jobillo, amapola.

**Cuadro 18. Incrementos medio, mediano y cuartiles por especie**

Especie	Promedio	Cv(%)	Maximo	3 cuartil	Mediana	1 cuartil	Mínimo
Amapola	0.31	82.2	1.23	0.35	0.25	0.14	0
Cansan	0.45	64.8	1.08	0.66	0.46	0.21	0.05
Caoba	0.4	50.6	1.25	0.6	0.45	0.27	0.1
Hormigo	0.12	69.5	0.22	0.2	0.1	0.04	0.02
Jobillo	0.2	45.8	0.27	0.25	0.23	0.2	0
Malerio	0.21	66.8	0.7	0.3	0.2	0.1	0
Manchiche	0.2	63.7	0.37	0.27	0.18	0.12	0.05
Santamaría	0.51	45.1	0.8	0.71	0.59	0.1	0

**Fuente: ProPetén, informe incremento diamétrico Carmelita (2001).**

Louman (1999) según mediciones en la PPM supervisadas por CATIE en América Central (datos de Siteo 1992) y Liebermann et al (1985) indican que una estimación de crecimiento de 0.5cm/año es razonable.

### **Discusión sobre el turno y ciclo de corta.**

Es importante tener claro que significa turno y ciclo de corta, el primero es el periodo de tiempo que los productos forestales necesitan para establecerse y crecer hasta alcanzar una condición de madurez, esto se refiere a la edad que ha ocurrido desde el establecimiento de la regeneración hasta que se aprovecha (Manzanero 2005).

En cambio ciclo de corta es el intervalo de rotación entre aprovechamientos en una misma área de corta y esta generalmente en función de la intensidad del aprovechamiento, el tiempo de la recuperación de los volúmenes a cortar, las clases de producto, el tipo de bosque, las tasas de crecimiento, el tipo de tratamiento silvicultural y el tamaño de las unidades de aprovechamiento (Manzanero 2005).

En el siguiente cuadro se presenta datos específicos de los incrementos medios anuales provenientes de estudios realizados en la región y otros países donde se aprovecha la Caoba.

En el caso de 0.4 cm de incremento utilizado por el CONAP, DMC de 60 cm tendrían que pasar 150 años, en 0.5 cm pasarían alrededor de 120 años, el turno mas bajo es el de 79 a 80 años se presenta en el caso donde el incremento es de 0.76.

**Cuadro 19. Análisis de turno en relación al IMA y DMC**

<i>Fuente</i>	<i>IMA (cm)</i>	<i>Diámetro (cm)</i>	<i>Turno (años)</i>
Utilizando actualmente, por CONAP	0.4	55	138
		60	150
Carmelita bosque natural	0.45	55	122
		60	133
Quintana Roo, Snook (1992)	0.5	55	110
		60	120
Manzanero (1999), (Gretzinger, 1994), Quintana Roo, Arquelles (1998)	0.66	55	83
		60	91
Chimanes, Bolivia Gullison y Hubbell (1992)	0.76	55	72
		60	79

**Fuente: Manzanero (2005), Ciclo de Corta**

En los siguientes cuadros se presentan, el intervalo del tiempo que tiene que transcurrir entre los ciclos de corta, relacionándolos con el turno e incremento medio anual.

**Cuadro 20. Tiempo de rotación o regreso a las mismas AAA, con DMC de 60 cm.**

<i>DATOS</i>	IMA					
	<i>0.4</i>	<i>0.45</i>	<i>0.5</i>	<i>0.55</i>	<i>0.66</i>	<i>0.76</i>
Turno (años)	<b>150</b>	<b>133</b>	<b>120</b>	<b>109</b>	<b>91</b>	<b>79</b>
Rotación (ciclo de 25 años)	6.0	5.3	4.8	4.4	3.6	3.2
Rotación (ciclo de 30 años)	5.0	4.4	4.0	3.6	3.0	2.6
Rotación (ciclo de 35 años)	4.3	3.8	3.4	3.1	2.6	2.3
Rotación (ciclo de 40 años)	3.8	3.3	3.0	2.7	2.3	2.0

Fuente: Manzanero (2005), Ciclo de Corta

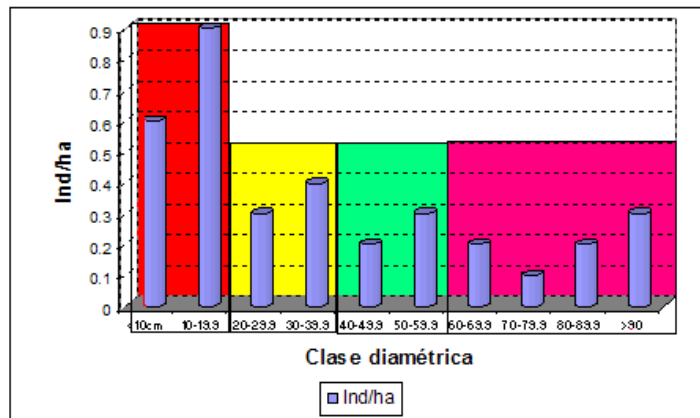
**Cuadro 21. Tiempo de rotación o regreso a las mismas AAA, con DMC de 55 cm.**

<i>DATOS</i>	IMA					
	<i>0.4</i>	<i>0.45</i>	<i>0.5</i>	<i>0.55</i>	<i>0.66</i>	<i>0.76</i>
Turno (años)	<b>138</b>	<b>122</b>	<b>110</b>	<b>100</b>	<b>83</b>	<b>72</b>
Rotación (ciclo de 25 años)	5.5	4.9	4.4	4.0	3.3	2.9
Rotación (ciclo de 30 años)	4.6	4.1	3.7	3.3	2.8	2.4
Rotación (ciclo de 35 años)	3.9	3.5	3.1	2.9	2.4	2.1
Rotación (ciclo de 40 años)	3.4	3.1	2.8	2.5	2.1	1.8

Fuente: Manzanero (2005), Ciclo de Corta

Ejemplo proyección turno 150 años, ciclo de corta 40 años.

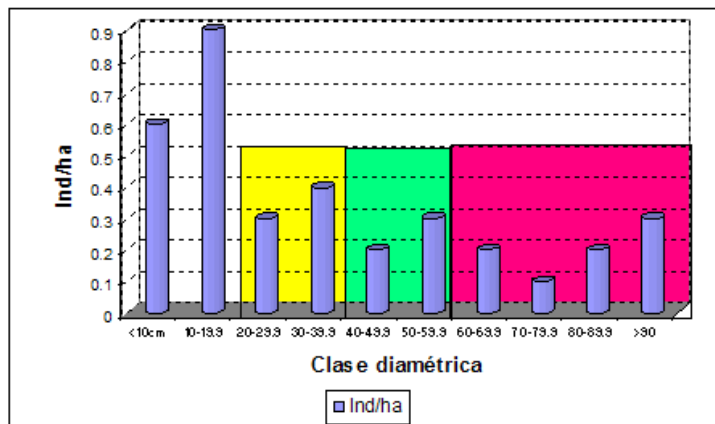
Figura 3. Ejemplo proyección de caoba turno de 150 años, ciclo de ciclo de corta 40 años, tasa de crecimiento 0.4 cm/año.



Fuente: Manzanero (2005), Ciclo de Corta

Ejemplo proyección caoba, turno 90 años, ciclo de corta 30 años.

Figura 4. Proyección de caoba turno de 90 años, de ciclo de corta 30 años, tasa de crecimiento 0.67 cm/año

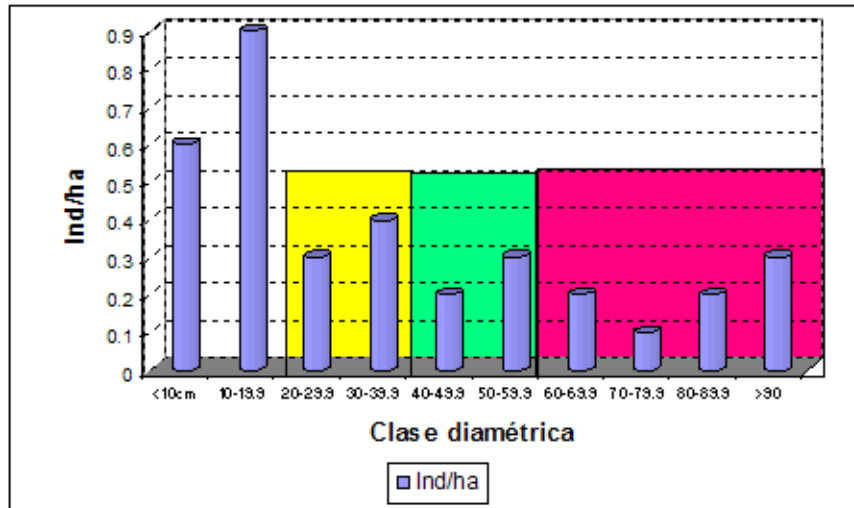


Fuente: Manzanero (2005), Ciclo de Corta



### Ejemplo proyección caoba, turno 75 años, ciclo de corta 25 años.

Figura 5. Ejemplo proyección de caoba turno de 75 años, ciclo de ciclo de corta 25 años, tasa de crecimiento 0.8 cm/año .

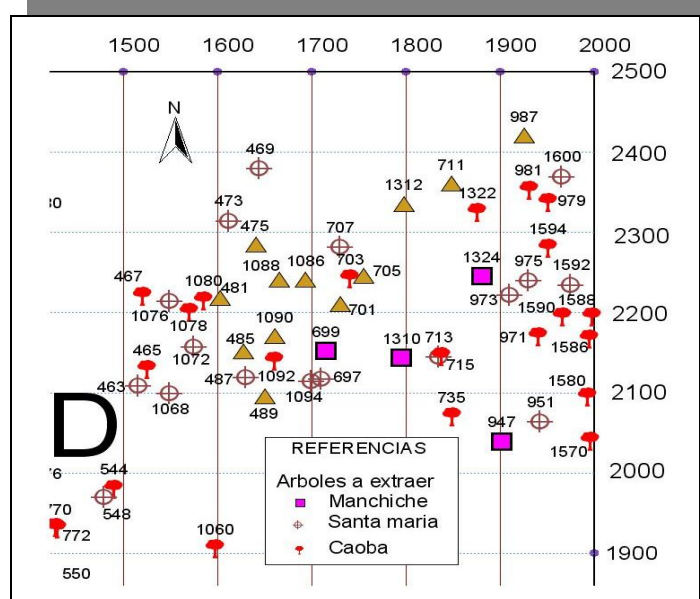


Fuente: Manzanero (2005), Ciclo de Corta

## PARTE III

### III.1 RESULTADOS

Mapa 2. Ubicación de árboles en área de aprovechamiento



Fuente: FODECYT 07-2007

Mapa con la distribución de árboles a medir en un Plan Operativo Anual –POA– .

Fotografía 1. Marcación de árboles medidos



Fuente: FODECYT 07-2007

Arboles medidos en la primera medición y marcados para su identificación .

**Fotografía 2. Árbol de caoba**



**Fuente: FODECYT 07-2007**

**Fotografía 3. Medición del DAP**



**Fuente: FODECYT 07-2007**

En la primera fotografía un árbol de caoba, mayor al Diámetro Mínimo de Corta – DMC-, y en la segunda fotografía medición del diámetro a la altura del pecho –DAP-, de un árbol de caoba.

**Fotografía 4. Toma de datos en campo**



**Fuente: FODECYT 07-2007**

En la fotografía se presenta al personal de campo, tomando nota de la información necesaria de los datos de cada árbol seleccionado para la investigación y su posterior análisis.

**Fotografía 5. Marcación de límites de las Áreas de Aprovechamiento**



**Fuente: FODECYT 07-2007**

Marca de referencia en el área de estudio, para la segunda medición.

Se estableció la línea base en **1206 árboles** (569 árboles de caoba, 247 árboles de Manchiche y 390 árboles de Santa María) en bosques productivos de las concesiones Forestales Comunitarias de la Zona de Usos múltiples de la Reserva de Biosfera Maya.

Se realizó el primer monitoreo sobre la línea base establecida con el propósito de determinar incrementos por clase diamétrica, por especie, y evaluar las variables que influyen en los crecimientos, en las áreas boscosas productivas.

En el estudio solo se incluyeron 3 especies comerciales por lo que en la estructura únicamente se menciona la distribución diamétrica de las especies muestreadas.

Caoba es la especie que presenta distribución homogénea en todas las clases diamétrica. En el cuadro No. 222 se presenta la información general de la muestra evaluada en 2 Unidades de Manejo

**Cuadro 22. Número de árboles por clase diamétrica**

UM	Especie	Clase diamétrica								Total general
		20 - 29.9	30 - 39.9	40 - 49.9	50 - 59.9	60 - 69.9	70 - 79.9	80 - 89.9	90 >	
Chosquitan	Caoba	51	47	47	48	41	36	11	6	287
	Manchiche	32	41	27	4	1				105
	Santa María	43	41	41	39	10	1			175
	<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>129</b>	<b>115</b>	<b>91</b>	<b>52</b>	<b>37</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>567</b>
Rio Chanchich	Caoba	38	55	53	40	38	28	15	15	282
	Manchiche	53	42	38	8	1				142
	Santa María	46	56	41	41	26	4		1	215
	<b>Total</b>	<b>137</b>	<b>153</b>	<b>132</b>	<b>89</b>	<b>65</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>639</b>
<b>Total general</b>		<b>263</b>	<b>282</b>	<b>247</b>	<b>180</b>	<b>117</b>	<b>69</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>1206</b>

Fuente: FODECYT 07-2007

Se realizaron 2 mediciones en 2 Unidades de Manejo que se ubican en el bloque de Melchor de Mencos, 567 árboles en Chosquitan y 639 en Río Chanchich, haciendo una muestra total de 1206.

**Cuadro 23. Frecuencia de individuos por especie**

Especie		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Caoba	569	47.2	47.2	47.2
	Manchiche	247	20.5	20.5	67.7
	Santa maría	390	32.3	32.3	100.0
	<b>Total</b>	<b>1206</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	

Fuente: FODECYT 07-2007

La muestra total para analizar fue de 1206 individuos, de los cuales 569 son de la especie Caoba, 247 Manchiches y 390 Santa marías, esta distribución obedece a la frecuencia existente en el área de los POA's seleccionados en las Unidades de Manejo Río Chanchich y Chosquitan.

**Cuadro 24. Frecuencia de individuos por especie y Clase diamétrica -CD-**

Especie	Clase diamétrica								Total general
	20 - 29.9	30 - 39.9	40 - 49.9	50 - 59.9	60 - 69.9	70 - 79.9	80 - 89.9	90 >	
Caoba	89	102	100	88	79	64	26	21	569
Manchiche	85	83	65	12	2				247
Santa Maria	89	97	82	80	36	5		1	390
<b>Total general</b>	<b>263</b>	<b>282</b>	<b>247</b>	<b>180</b>	<b>117</b>	<b>69</b>	<b>26</b>	<b>22</b>	<b>1206</b>

Fuente: FODECYT 07-2007

En los POA's se lleva registro de los árboles comerciales a partir del Diámetro Mínimo de Corta –DMC- de las especies, además de los individuos que se catalogan como futura cosecha, es a partir de esto que en la investigación se toman individuos desde 20 cm de diámetro hasta individuos mayores a 90 cm, en base a lo cual se dividieron 8 clases diamétricas.

En el cuadro No. 24, se nota algo peculiar en cuanto al comportamiento de las 3 especies, a partir de la clase diamétricas –CD- 70.79.9, a >90, en donde la frecuencia de individuos de Caoba es mayor a las otras 2 especies, esto indica que el Caoba es dominante en esta zona y que las condiciones en esas áreas son favorables para su desarrollo por lo cual existe mayor abundancia en estas CD.

En cuanto a la especie Manchiche refleja inexistencia a partir de la CD 70-79, lo que indica que estos árboles llegan a su madurez a mas temprana edad con relación a la Caoba, razón por la cual el Diámetro Mínimo de Corta –DMC- para esta especie esta en 50 cm.

La especie Santa maría presenta cierta similitud de comportamiento con el Manchiche aunque con mayor abundancia en la CD 60-69 y con algunos individuos en las CD posteriores; su mayor abundancia esta en las CD intermedias desde 30 a 59, por lo cual su DMC esta en 50 cm.

### **Incremento promedio general y por especie**

En el cuadro 25 se presenta el incremento promedio para las 3 especies bajo análisis, información obtenida de la medición de 1206 individuos, en las Unidades de Manejo Río Chanchich y Chosquitan, bajo el sistema de medición de los árboles remanentes y semilleros de los POA 2006.

Se analizaron las 3 especies tomando en cuenta el valor comercial con el propósito de conocer el incremento diamétrico anual del bosque comercial en la ZUM.

**Cuadro 25. Incremento diamétrico medio anual por especie (cm)**

No	Nombre comercial	Nombre científico	Incrementos (cms)
1	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0.450
2	Manchiche	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	0.302
3	Santa María	<i>Callophyllum brasiliense</i>	0.309
<b>Promedio general</b>			<b>0.374</b>

Fuente: FODECYT 07-2007

Se realizó la primera medición durante la instalación del experimento y una segunda al cabo de un año, estas 2 mediciones de 1206 individuos, generaron un promedio general en incremento diamétrico de 0.374 cm anual (3.74 mm/año).

Los resultados en un período de 1 año, generaron los siguientes incrementos, la especie Caoba presento un incremento de 0.450 cm/año equivalente a 4.5 mm/año, el Santamaría un incremento promedio del 0.302 cm/año equivalente a 3.02 mm/año y el Manchiche 0.309 cm/año equivalente a 3.09 mm/año.

La Caoba presenta el mayor incremento con relación a las otras 2 especies conocidas comúnmente como maderas duras, esta diferencia se puede dar por la consistencia de la madera en el fuste comercial, por lo cual el crecimiento de las maderas duras es mas lento y compacto con relación a la madera de caoba que es mas suave, razón por la cual existe esta diferencia.



### Incremento promedio por Clase Diamétrica

En el cuadro 26 se presentan los incrementos por clase diamétrica de las 3 especies que se bajo estudio.

**Cuadro 26. Incremento promedio por Clase diamétrica -CD-**

Especie	Incremento promedio por CD								Total general
	20 - 29.9	30 - 39.9	40 - 49.9	50 - 59.9	60 - 69.9	70 - 79.9	80 - 89.9	90 >	
Caoba	0.398	0.426	0.453	0.411	0.468	0.527	0.492	0.581	0.450
Manchiche	0.266	0.340	0.272	0.458	0.350				0.302
Santa María	0.248	0.310	0.304	0.341	0.381	0.480		0.100	0.309
<b>Total general</b>	<b>0.304</b>	<b>0.361</b>	<b>0.355</b>	<b>0.383</b>	<b>0.439</b>	<b>0.523</b>	<b>0.492</b>	<b>0.559</b>	<b>0.374</b>

Fuente: FODECYT 07-2007

En el cuadro se puede observar que la caoba presenta un incremento promedio de 0.45 cm equivalente a 4.5 mm en un período aproximado de un año; los mayores incrementos se presentan entre las clases diamétricas de 70 hasta individuos > 90 cm, es difícil determinar la consistencia de estos incrementos debido a que el período de medición fue corto, para verificar el comportamiento en el tiempo, en vista que los diámetros de esta especie crecen milimétricamente, por lo cual se necesita mayor número de mediciones en un período de tiempo mas amplio para ver el comportamiento en incremento, lo que a la vez implica mayor costo de operación en vista que el número de repeticiones es mucho mayor con relación a lo que presentan las PPM.

Los incrementos de las especies presentan variación en las diferentes clases diamétricas, como se observa el incremento en la Caoba lleva una tendencia en aumento a medida que la CD es mayor, similar tendencia presenta el Santa maría, no así el Manchiche que tiene altibajos, a medida que aumentan las CD, efecto que se pueda dar por factores ambientales que se produjeron en el período de evaluación lo cual pudo haber influido en las condiciones necesarias para un crecimiento proporcional con relación al aumento de CD.

## Análisis estadístico

### Análisis del incremento de la variable del DAP

#### Estadísticos descriptivos

El análisis estadístico es realizado para conocer la confiabilidad de los valores analizados de la primera y segunda medición, en el incremento por especie evaluada.

**Cuadro 27. Estadísticos descriptivos**

Descripción		Estadístico			Error típ.			
		Sp Codigo			Sp Codigo			
		Caoba	Manchiche	Santa maría	Caoba	Manchiche	Santa maría	
Incremento	Media	.4501	.3024	.3091	.01464	.01738	.01365	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.4213	.2682	.2823			
		Límite superior	.4788	.3367	.3360			
	Media recortada al 5%	.4188	.2721	.2805				
	Mediana	.4000	.2000	.2000				
	Varianza	.122	.075	.073				
	Desv. típ.	.34915	.27318	.26965				
	Mínimo	.00	.00	.00				
	Máximo	2.00	1.50	2.10				
	Rango	2.00	1.50	2.10				
	Amplitud intercuartil	.40	.30	.30				
	Asimetría	1.363	1.869	2.072	.102	.155	.124	
	Curtosis	2.495	4.168	7.007	.204	.309	.247	

**Fuente: FODECYT 07-2007**

Los estadísticos indican que la mediana en incremento para la caoba fue de 0.40 cm, para manchiche y santa maría de 0.20 cm, en cuanto a la media para la caoba esta en 0.45 cm y para las otras 2 especies en 0.30, existe variación entre estas especies por las características específicas de cada una, en el caso de la caoba al ser madera suave y las otras catalogadas como maderas duras.

## Análisis estadísticos

### Prueba de normalidad general de los datos de las tres especies

#### Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Incremento
N		1206
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	.3743
	Desviación típica	.31830
	Absoluta	.170
Diferencias más extremas	Positiva	.170
	Negativa	-.142
Z de Kolmogorov-Smirnov		5.910
Sig. asintót. (bilateral)		.000

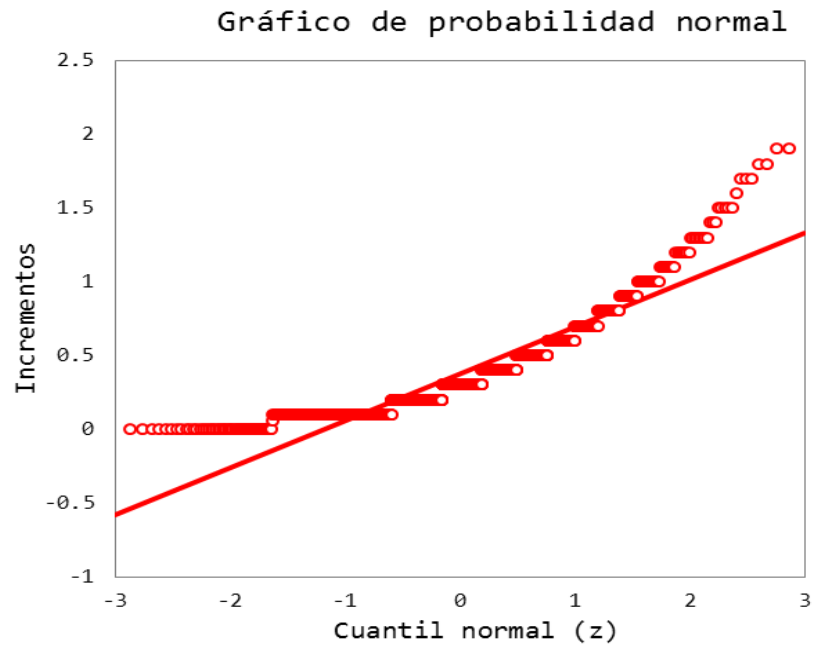
a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

**Fuente: FODECYT 07-2007**

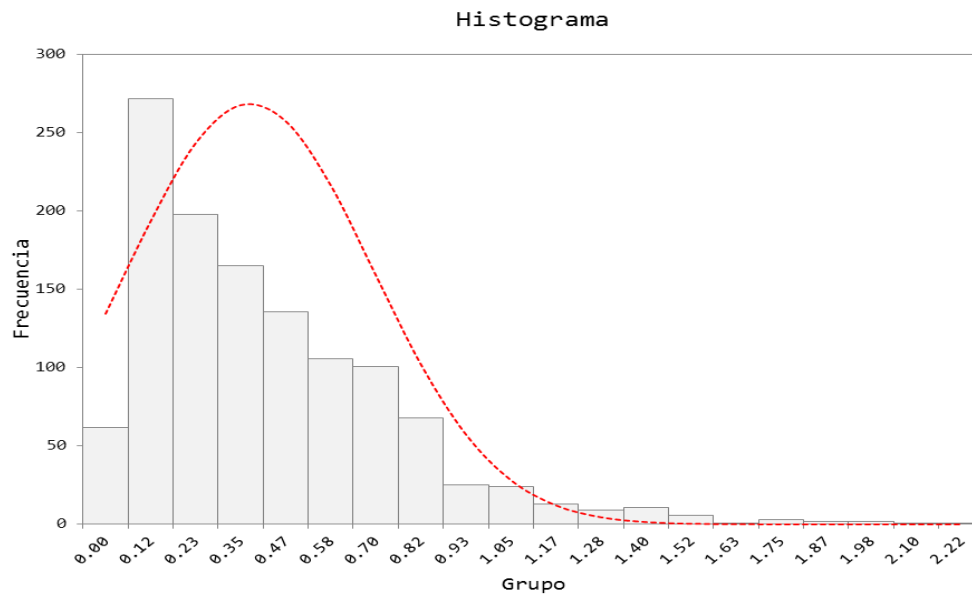
Con base a las siguientes graficas y a la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov, (sig o  $p < 0.000$ ), se confirma que el incremento diamétrico anual para los 1206 individuos presenta una distribución no normal, al saber que si  $p < 0,05$  los datos no son normales, además se muestra gráficamente la tendencia de la curva hacia la derecha indicando la existencia de un sesgo positivo y el comportamiento de los datos no paramétricos.

Figura 6. Grafico de probabilidad normal



Fuente: FODECYT 07-2007

Figura 7, Histograma de normalidad



Fuente: FODECYT 07-2007

## Prueba de normalidad de los datos por especie

**Cuadro 28. Prueba de normalidad**

Crecimiento	Sp Codigo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Incremento	Caoba	.136	569	.000	.887	569	.000
	Manchiche	.197	247	.000	.804	247	.000
	Santa maría	.188	390	.000	.820	390	.000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Fuente: FODECYT 07-2007**

En el cuadro No. 28 se presenta los resultados de la prueba de normalidad aplicado a los incrementos por especie; los resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov indican que los datos no son normales, lo que indica variaciones en los crecimientos entre la misma especie, en este análisis no se utiliza la significancia de Shapiro-Wilk en vista de que los datos exceden a los 50 individuos.

### III.1 Discusión de Resultados

#### Modelo de Ecuación Lineal

Ecuación generada con la base de datos de las mediciones realizadas en la investigación:

$$Dap = 0.2310122 + 1.0031895 * Dap \text{ (cm)}$$

El modelo de regresión lineal presenta una correlación positiva muy fuerte, por lo cual debido a su facilidad manipulación es la que se presenta en la investigación,

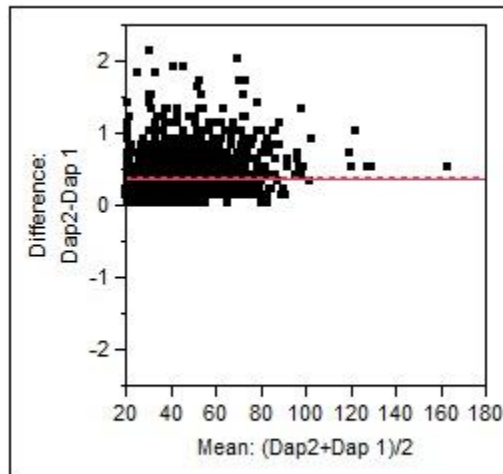
Summary of Fit	
RSquare	0.999695
RSquare Adj	0.999695
Root Mean Square Error	0.313252
Mean of Response	45.29735
Observations (or Sum Wgts)	1206

El  $r^2$  casi esta en 1, la diferencia entre la primera y la segunda medición no es significativa, la tendencia es una fuerte correlación positiva, y con la experiencia que se tiene en los bosques tropicales se conoce de la complejidad del crecimiento y desarrollo de las especies comerciales, pero con estudios de mediano y largo tiempo.

Los incrementos que utiliza el Departamento técnico del CONAP, utiliza provienen de estudios que tiene mas de 5 año de monitoreo, por lo que el modelo generado en la presente investigación si bien puede ser útil no es confiable por el corto periodo de medición debido a que: a mayor número mediciones en un período mínimo de 5 años se obtiene información variable y representativa del incremento de las especies ya sea por épocas lluviosas intensivas o épocas secas muy marcadas que influyan en el crecimiento diamétrico de en determinados años de medición.

## Prueba de T pareada

Figura 8. Prueba de T pareada



Fuente: FODECYT 07-2007

Este tipo de prueba se aplicó en este estudio, con el objetivo de hacer comparaciones sobre los mismos individuos bajo evaluación de incremento.

Cuadro 29. Incrementos con relación a las clase diametricas

Dap2	45.2973	t-Ratio	40.84032
Dap 1	44.9231	DF	1205
Mean Difference	0.3743	Prob >  t	<.0001*
Std Error	0.0092	Prob > t	<.0001*
Upper95%	0.3923	Prob < t	1
Lower95%	0.3563		
N	1206.0000		
Correlation	0.9999		

Fuente: FODECYT 07-2007

Los resultados evidencian que existe diferencia significativa al nivel de confianza del 95%, entre los incrementos con relación a los diámetros o clases diametricas.

Existe una diferencia entre la media de 0.37 cm. En cuanto al incremento general de las especies bajo evaluación

Existe Correlación muy fuerte entre los incrementos y los diámetros, información obtenida en base a una medición, el período es muy corto, por lo cual es recomendable realizar mayor número de mediciones para obtener resultados mas reales con respecto al incremento de los árboles en el tiempo, para obtener datos confiables.

### **Modelos confiables de crecimiento diametrico**

El estudio se realizo en un período de 1 año lo que significa una medición en la instalación y una segunda para obtener el incremento promedio, es importante matizar que para este tipo de estudio de corto plazo estos modelos no son funcionales, debido que para predecir ecuaciones confiables se debe contar con mayor tiempo de medición de los individuos, para conocer los altibajos que experimentan en el tiempo ya sea por actividades antropogenicas o de la misma naturaleza.

Cuadro 30. Coeficientes de correlación de rangos de Spearman entre el incremento, calidad de fuste, forma de la copa, iluminación y lianas y calidad de fuste en árboles > 10 cm dap, por sitios de estudio.

<b>Variable</b>	<b>by Variable</b>	<b>Spearman <math>\rho</math></b>
Forma copa	Calidad_fuste	0.2266
Iluminación	Calidad_fuste	0.2022
Iluminación	Forma_copa	0.2965
Lianas	Calidad_fuste	0.0314
Lianas	Forma_copa	0.1715
Lianas	Iluminación	0.1311
Incremento	Calidad_fuste	-0.103
Incremento	Forma_copa	-0.0512
Incremento	Iluminación	-0.0673
Incremento	Lianas	-0.0306

Correlación: muy débil 0-0.19 débil 0.20-0.39, moderada, 0.40-0.69, fuerte 0.70-0.89, muy fuerte 0.90-1.00

**Fuente: FODECYT 07-2007**

La información contenida en el Cuadro 30 viene a describir los resultados sobre incrementos según otras variables dasométricas registradas durante la evaluación.

Al relacionar las condiciones evaluadas de cada individuo se determino que no existe correlación entre sí, por lo cual no es recomendable ejecutar modelos de regresión aplicando estas variables par predecir el incremento los datos no son contundentes, el



nivel de correlación encontrado esta entre débil y muy débil, por lo cual no es aplicable realizar modelos de ecuación sabiendo que si existe confiabilidad a partir de la correlación fuerte, aunque a partir de 0.60 se considera aceptable.

### **Correlaciones del incremento diamétrico y variables de sitio**

Basado en el incremento que presentaron los árboles durante el monitoreo, se trató de determinar la existencia de una relación con otras variables como iluminación y vigor de copa final; clase diamétrica y calidad de fuste. Los resultados según la prueba de rangos de Spearman, se presentan en el cuadro siguiente.

### **Estadística no paramétrica**

En base a los resultados de la prueba de normalidad se aplicó la estadística no paramétrica de Kruskal-wallis, para conocer la significancia de las variables evaluadas por cada individuo con respecto al incremento

### **Variables de sitio que pueden influir en el incremento**

#### **CALIDAD DE FUSTE**

#### **Media y desviación Estandar**

**Cuadro 31. Estadísticos descriptivos para Calidad de fuste**

<b>Variables</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Media</b>	<b>Std Dev</b>	<b>Std Err Mean</b>	<b>Lower 95%</b>	<b>Upper 95%</b>
Comercial actualmente	253	0.46	0.34	0.02	0.42	0.51
Comercial para el futuro	805	0.34	0.29	0.01	0.32	0.36
Deformado	116	0.38	0.37	0.03	0.31	0.45
Comercial para el futuro pero con base podrida	17	0.46	0.31	0.07	0.30	0.62
Dañado	15	0.67	0.53	0.14	0.38	0.97

**Fuente: FODECYT 07-2007**

En el cuadro se presenta los incrementos medios para las tres especies, basados en la clasificación de calidad de fuste que va desde comerciales actualmente a individuos dañados, el menor incremento se marca en la categoría comerciales para el futuro, con una media de 0.34 cm equivalente a 3.8 mm/año, el incremento más alto se encuentra en

la categoría dañados con 6.7 mm, esto sucede por 4 árboles que presentaron un incremento mayor a 1 cm, razón por la cual el promedio en estas condiciones generan el mayor incremento. Es importante resaltar que las condiciones evaluadas presentan marcada Desviación estándar.

### Pruebas de Kruskal-Wallis (sumas de los rangos)

**Cuadro 32. Prueba de Kruskal wallis para la Calidad de fuste**

Variables	Cantida d	Score Sum	Score Mean	(Mean- Mean0)/Std0
Comercial actualmente	253	179640	710.04	5.53
Comercial para el futuro	805	455168	565.43	-5.44
Deformado	116	68340.5	589.14	-0.47
Comercial para el futuro pero con base podrida	17	12201	717.71	1.38
Dañado	15	12472	831.47	2.58

**Fuente: FODECYT 07-2007**

1-way Test, ChiSquare Approximation

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
42.6444	4	<.0001

Debido a que el comportamiento de los datos no es normal, se aplica la prueba de Kruskal-Wallis, en base a estas pruebas no parametricas se obtiene que existe diferencia significativa al 95% en cuanto a los incrementos de las 3 especies con relación a la calidad del fuste por lo tanto se realiza la prueba de tukey.

**Cuadro 33. Prueba de tukey para la calidad de fuste**

Condición	Podrido	Comercial actualmente	Deformado	Dañado	Comercial para el futuro
Dañado	-0.31195	-0.01851	-0.08812	0.05875	0.11307
Comercial actualmente	-0.01851	-0.07596	-0.20805	-0.01114	0.06561
Comercial para el futuro pero con base podrida	-0.08812	-0.20805	-0.29302	-0.14321	-0.08819
Deformado	0.05875	-0.01114	-0.14321	-0.11218	-0.04231
Comercial para el futuro	0.11307	0.06561	-0.08819	-0.04231	-0.04258

Fuente: FODECYT 07-2007

Los valores positivos muestran pares de medias que son significativamente diferentes

**Cuadro 34. Resultados de la prueba de tukey para calidad de fuste**

Variables				Media
Dañado	A			0.67
Comercial actualmente	A	B		0.46
Comercial para el futuro pero con base podrida	A	B	C	0.46
Deformado		B	C	0.38
Comercial para el futuro			C	0.34

Fuente: FODECYT 07-2007

Como se explicaba en el cuadro 32 la condición de fuste dañado presento el mayor incremento esto debido a que 4 árboles presentaron un incremento mayor con relación a los otros árboles de esta categoría; basados en la prueba de tukey en el cuadro No 34, presenta que al relacionar los incrementos de individuos dañados con los comercial actualmente no existe diferencia significativa los incrementos son similares, al relacionar los comerciales actualmente versus los deformados y comerciales para el futuro, existe diferencia significativa en sus incrementos, esto se debe q que se encuentran en etapa de competencia de luz por lo cual su crecimiento se da mas en altura que en diámetro.

En síntesis los niveles que no están conectados por la misma letra son significativamente diferentes.

## FORMA DE LA COPA

### Media y desviación Estandar

Cuadro 35. Estadísticos descriptivos para la forma de la copa

Variables	Cantidad	Media	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
Circulo completo	390	0.38	0.30	0.02	0.35	0.41
Circulo irregular	499	0.37	0.30	0.01	0.34	0.40
Medio circulo	219	0.39	0.37	0.02	0.34	0.44
Menos de medio circulo	62	0.32	0.29	0.04	0.25	0.39
Pocas ramas	33	0.35	0.42	0.07	0.20	0.50
Principalmente rebrotes	3	0.17	0.06	0.03	0.02	0.31

Fuente: FODECYT 07-2007

Los individuos que son principalmente rebrotes presentan un incremento promedio de 0.17 cm, esto se debe a que por circunstancias naturales o antropogenicas sufrieron algún daño en la copa, por lo cual perdieron la normalidad de crecimiento, y por lo tanto necesitan mas energía para el desarrollo de la copa además del crecimiento en altura, no así en incremento diametrico, en cuanto a los demás individuos en esta clasificación de copa, el incremento se marca entre 0.3cm – 0.39 cm.

### Pruebas de Kruskal-Wallis (sumas de los rangos)

Cuadro 36. Prueba de Kruskal Wallis para la forma de copa

Variables	Cantidad	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
Circulo completo	390	241373.00	618.90	1.07
Circulo irregular	499	303584.00	608.38	0.41
Medio circulo	219	131484.00	600.38	-0.15
Menos de medio circulo	62	33389.00	538.53	-1.52
Pocas ramas	33	16927.00	512.94	-1.53
Principalmente rebrotes	3	1065.50	355.17	-1.25

Fuente: FODECYT 07-2007

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
6.9386	5	0.2252

No existe diferencia significativa, hay igualdad al 95% por lo tanto no aplica tukey.

Al realizar las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis entre la forma de la copa, versus el incremento diamétrico se determinó que no existe diferencias significativas, por lo cual estas condiciones de copa no influyen significativamente en el crecimiento diamétrico de los árboles.

## ILUMINACIÓN

### Media y desviación Estándar

Cuadro 37. Estadísticos descriptivos para la Iluminación

Variables	Cantidad	Media	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
Emergente	796	0.39	0.32	0.01	0.37	0.41
Iluminación oblicua	10	0.49	0.49	0.15	0.14	0.84
Plena Vertical	345	0.34	0.28	0.01	0.31	0.37
Vertical parcial	55	0.35	0.41	0.05	0.24	0.46

Fuente: FODECYT 07-2007

En el cuadro 37 se puede observar los incrementos medios en relación al tipo de iluminación que poseen, la iluminación oblicua y la iluminación emergente presentan los incrementos mayores, este comportamiento se debe a la ubicación que tienen los individuos con relación a la competencia de luz con las demás especies del bosque, la iluminación es un factor importante en el desarrollo de las especies para su proceso de fotosíntesis, con lo cual favorecen su crecimiento tanto en altura como en diámetro.

Es importante destacar que los individuos evaluados están a partir de 20 cm de diámetro lo que significa que ya poseen una altura considerable para luchar por iluminación con lo cual favorecen su desarrollo en altura y en diámetro.

**Cuadro 38. Prueba de Kruskal Wallis para la iluminación**

Variables	Cantidad	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
Emergente	796	493124	619.503	2.247
Iluminación oblicua	10	6351	635.1	0.291
Plena Vertical	345	199560	578.433	-1.599
Vertical parcial	55	28786.5	523.391	-1.765

Fuente: FODECYT 07-2007

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
6.5988	3	0.0858

No existe diferencia significativa, existe igualdad al 95% por lo tanto no se aplica tukey.

La prueba de Kruskal-Wallis entre los tipos de iluminación, versus el incremento diamétrico indican que no existe diferencias significativa, por lo cual los diferentes tipos de iluminación, no influyen significativamente en el comportamiento de crecimiento diamétrico de los árboles.

## LIANAS

### Media y desviación Estandar

**Cuadro 39. Estadísticos descriptivos de condición Lianas**

Variables	Cantidad	Media	Std Dev	Std Err Mean	Lower 95%	Upper 95%
Apretando fuste + 50% copa	88	0.27	0.23	0.02	0.22	0.32
Apretando fuste existente copa	139	0.40	0.33	0.03	0.35	0.46
Apretando fuste no visible copa	27	0.59	0.46	0.09	0.41	0.77
No visible fuste + 50% copa	46	0.33	0.28	0.04	0.25	0.41
No visible fuste existente copa	118	0.43	0.36	0.03	0.36	0.50
No visible fuste ni copa	531	0.37	0.31	0.01	0.35	0.40
Suelto en fuste + 50% copa	79	0.30	0.25	0.03	0.25	0.36
Suelto en fuste existente copa	153	0.39	0.35	0.03	0.34	0.45
Suelto en fuste no visible copa	25	0.30	0.20	0.04	0.21	0.38

Fuente: FODECYT 07-2007

Las lianas influyen en el desarrollo de los árboles, para su crecimiento en altura y en diámetro, tornándose como competencia en su ambiente, por lo cual los técnicos deben tener mucho criterio técnico en la evaluación y toma de datos de estas condiciones, debido a que son determinantes en el crecimiento normal de los individuos de interés comercial en los bosques naturales.

### Pruebas de Kruskal-Wallis (sumas de los rangos)

**Cuadro 40. Prueba de Kruskal Wallis para la condición Lianas**

Variables	Cantidad	Score Sum	Score Mean	(Mean-Mean0)/Std0
Apretando fuste + 50% copa	88	42885.00	487.33	-3.28
Apretando fuste existente copa	139	88596.00	637.38	1.23
Apretando fuste no visible copa	27	21914.50	811.65	3.17
No visible fuste + 50% copa	46	25212.50	548.10	-1.11
No visible fuste existene copa	118	77808.00	659.39	1.86
No visible fuste ni copa	531	322263.00	606.90	0.30
Suelto en fuste + 50% copa	79	41212.50	521.68	-2.18
Suelto en fuste existente copa	153	94395.50	616.96	0.52
Suelto en fuste no visible copa	25	13534.50	541.38	-0.91

**Fuente: FODECYT 07-2007**

ChiSquare	DF	Prob>ChiSq
31.0417	8	0.0001

Al realizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, se obtiene que existe diferencia significativa, al relacionar la presencia de lianas en los árboles, por lo tanto influyen en el crecimiento diamétrico de los individuos. Las lianas provocan estrés en los árboles lo que evita el desarrollo normal en cuanto a su crecimiento, tanto en altura como en diámetro.

**Cuadro 41. Prueba de Tukey para la condición lianas**

	Apretando fuste no visible copa	No visible fuste existene copa	Apretando fuste existente copa	Suelto en fuste existente copa	No visible fuste ni copa	No visible fuste + 50% copa	Suelto en fuste + 50% copa	Suelto en fuste no visible copa	Apretando fuste + 50% copa
Apretando fuste no visible copa	-0.27	-0.05	-0.02	-0.01	0.03	0.03	0.07	0.03	0.11
No visible fuste existene copa	-0.05	-0.13	-0.10	-0.08	-0.04	-0.07	-0.01	-0.08	0.02
Apretando fuste existente copa	-0.02	-0.10	-0.12	-0.10	-0.06	-0.09	-0.04	-0.10	0.00
Suelto en fuste existente copa	-0.01	-0.08	-0.10	-0.11	-0.07	-0.10	-0.04	-0.11	-0.01
No visible fuste ni copa	0.03	-0.04	-0.06	-0.07	-0.06	-0.11	-0.05	-0.12	-0.01
No visible fuste + 50% copa	0.03	-0.07	-0.09	-0.10	-0.11	-0.20	-0.16	-0.21	-0.12
Suelto en fuste + 50% copa	0.07	-0.01	-0.04	-0.04	-0.05	-0.16	-0.16	-0.22	-0.12
Suelto en fuste no visible copa	0.03	-0.08	-0.10	-0.11	-0.12	-0.21	-0.22	-0.28	-0.20
Apretando fuste + 50% copa	0.11	0.02	0.00	-0.01	-0.01	-0.12	-0.12	-0.20	-0.15

Fuente: FODECYT 07-2007

Los valores positivos muestran pares de medias que son significativamente diferentes.



**Cuadro 42. Resultados de la prueba de Tukey para calidad de condición lianas**

<b>Variabales</b>				<b>Media</b>
Apretando fuste no visible copa	A			0.59
No visible fuste existene copa	A	B		0.43
Apretando fuste existente copa	A	B		0.40
Suelto en fuste existente copa	A	B	C	0.39
No visible fuste ni copa		B	C	0.37
No visible fuste + 50% copa		B	C	0.33
Suelto en fuste + 50% copa		B	C	0.30
Suelto en fuste no visible copa		B	C	0.30
Apretando fuste + 50% copa			C	0.27

**Fuente: FODECYT 07-2007**

Los niveles que no están conectados por la misma letra son significativamente diferentes.

Con la prueba de Tukey se denota claramente que la presencia de lianas influye significativamente en el incremento diametrico para los individuos, el incremento mas bajo se marca en el código Apretando el fuste + 50% de la copa, que es el mas severo en esta clasificación, razón por la cual el árbol esta infestado y por lo tanto su crecimiento va a ser menor con relación a los demás individuos.

Cuando las lianas están presentes en la copa los incrementos son menores, la competencia del follaje con la infestación de lianas o vejucos, provoca competencia y estrés afectando el proceso normal de fotosíntesis de los árboles, lo que repercute en el crecimiento del árbol especialmente en diámetro, que es la base de estas especies por la madera comercial que generan.

## PARTE IV.

### IV.1 CONCLUSIONES

1. Se estableció la línea base, de tres especies, con una muestra de 1206 individuos, de los cuales, 569 son de la especie Caoba (*Swietenia macrophylla*), 247 Santa Marías, (*Callophyllum brasiliense*) y 390 Manchiches, (*Lonchocarpus castilloi*), en bosques productivos de las concesiones Forestales Comunitarias de la Zona de Usos múltiples de la Reserva de Biosfera Maya.
2. Se realizó el primer monitoreo sobre la línea base establecida con el propósito de determinar incrementos por clase diamétrica, por especie, y evaluar las variables que influyen en los crecimientos, en las áreas boscosas productivas.
3. Se evaluaron modelos matemáticos para poder predecir el comportamiento en incremento de las especies comerciales, a pesar de presentar una correlación muy fuerte no representan confiabilidad para su aplicación en el campo de acción.
4. Se generó una ecuación con la base de datos de la información recabada en campo, pero por el corto período del monitoreo de los individuos evaluados, no es un modelo confiable de crecimiento diamétrico, debido a que el desarrollo ecológico es muy complejo y variado y por lo tanto no se tiene representatividad del comportamiento del incremento de cada una de las especies, basados en la variación de las condiciones climáticas que se afrontan en la actualidad.
5. En la investigación la caoba, *Swietenia macrophylla* presenta incrementos promedios de 0.45 cm equivalente a 4.5 mm. y una mediana de 0.40 cm, y la tasa de crecimiento que se utiliza en la actualidad en la tabla rodal para determinar la intensidad de corta es de 0.40cm (4mm), diferencia que repercute en sobre-utilización o sub-utilización actual del recurso, pero por el corto periodo de monitoreo de la investigación no se puede determinar nuevas intensidades de corta y científicamente la información no es contundente ya que no se sabe si el crecimiento es constante en todas las clases diamétricas o si existen variaciones de crecimiento en el tiempo debido a los factores naturales y antropométricos que han sufrido los bosques.
6. Al correlacionar los incrementos diamétricos entre las variables de iluminación, vigor de copa, forma del fuste y presencia de lianas en los individuos de caoba, santa maría y manchiche a un nivel de confianza del 95%, se determinó que existe

correlación muy débil a débil, por lo tanto no se pueden elaborar modelos confiables para realizar proyecciones futuras aplicando estas condiciones.

7. Presentación de la metodología y resultados obtenidos en los incrementos de las tres especies ante el Comité Técnico de Áreas Protegidas de Petén.
8. La investigación fue aceptable para motivos de comparaciones no así para generar modelos y/o ecuaciones que se utilicen para proyecciones de incremento debido a las pocas mediciones realizadas y al corto período de monitoreo.
9. Los incrementos para el Manchiche *Lonchocarpus castilloi* fue en promedio de 0.302 cm equivalente a 3.02 mm/año, para la especie santa maría *Callophyllum brasiliense* 0.309 cm, son crecimientos bajos, y los factores que pueden influir van
10. La Caoba presenta mayor incremento con relación al manchiche y al santa maría estas últimas catalogadas como maderas duras estas diferencias se pueden dar por la consistencia de la madera en el fuste comercial, por lo cual el crecimiento es más lento y compacto con relación a la madera de caoba que es más suave.
11. Al realizar las pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis entre las diferentes formas de la copa, versus el incremento diamétrico se determinó que no existe diferencias significativas, por lo cual estas condiciones de copa no influyen significativamente en el crecimiento diamétrico de los árboles.
12. La prueba de Kruskal-Wallis entre los tipos de iluminación, versus el incremento diamétrico indican que no existe diferencias significativas, por lo cual los diferentes tipos de iluminación, no influyen significativamente en el comportamiento de crecimiento diamétrico de los árboles.
13. Basados en la prueba de Tukey al relacionar los incrementos de individuos dañados con los comerciales actualmente no existe diferencia significativa en sus incrementos son similares, al relacionar los comerciales actualmente versus los deformados y comerciales para el futuro, existe diferencia significativa en sus incrementos, esto se debe que se encuentran en etapa de competencia de luz por lo cual el crecimiento en algunos se da más en altura que en diámetro.
14. Cuando las lianas están presentes en la copa los incrementos son menores, la competencia del follaje con la infestación de lianas o bejucos, provoca competencia y estrés afectando el proceso normal de fotosíntesis de los árboles, lo que repercute en el crecimiento del árbol especialmente en diámetro, que es la base de estas especies por la madera comercial que generan.

15. Aplicando la prueba de Tukey a la condición de presencia de lianas, se denota claramente que la presencia de estas influye significativamente en el incremento diamétrico para los individuos, el incremento más bajo se marca en el código Apretando el fuste + 50% de la copa, que es el más severo de esta clasificación, razón por la cual el árbol está infestado y por lo tanto su crecimiento va a ser menor con relación a los demás individuos.
16. Los estudios de incrementos realizados con anterioridad están basados en la investigación de la dinámica del bosque, por el tamaño de las parcelas se hace difícil el ingreso de muchas de las especies comerciales. Cuando el objetivo es investigar el incremento diamétrico de las especies comerciales, para obtener resultados confiables se hace necesario el levantamiento de estudios como el actual, con lo que hay mayor número de repeticiones.
17. Los resultados de la investigación evidencian que existe diferencia significativa al nivel de confianza del 95%, entre los incrementos con relación a los diámetros por clases diamétricas, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa, propuesta de la investigación.
18. No Existe correlación de incrementos diamétricos entre las variables de iluminación, vigor de copa, forma del fuste y presencia de lianas en los individuos de caoba, santa maría y manchiche, por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

## IV.2 RECOMENDACIONES

1. Para obtener datos sobre incrementos de especies comerciales en particular, como Caoba, Cedro, Manchiche y Santa maría es necesario establecer transectos bien definidos y determinar áreas que presenten altas abundancias de estas especies de importancia ecológica y económica para planificar su monitoreo, con mayor número de repeticiones.
2. Para que la ecuación generada con los resultados de la investigación tengan valides y sea útil al fines del Departamento Forestal del CONAP, se deben realizar mas de 2 mediciones en un período mínimo de 5 años, con lo cual se obtendrá información contundente y confiable en cuanto al desarrollo de estas especies de interés.
3. Un milímetro en incremento es suficiente para cometer errores de sobre-explotación o sub-utilización de los recursos maderables de un bosque natural, por lo que 2 mediciones en un período de un año no genera un modelo confiable para la aplicación de Tabla de Rodal y la obtención de intensidades de corta permisible que se adapten a los incrementos diametritos, por lo cual se recomienda ejecutar una medición para formación de la línea base, una segunda medición en el primer año para depurar errores de medición, y mediciones a cada 2 años en un período mínimo de 5 años.
4. Evaluar a mas detalle las condiciones de calidad de fuste, tipo de copa, iluminación y presencia de lianas, para obtener conclusiones dirigidas a tratamientos silvícolas que favorezcan el desarrollo de los individuos y el establecimiento de la regeneración natural de especies comerciales tomando en cuenta la fenología de dichas especies.
5. Basados en la codificación de presencia de lianas en el árbol se determino que cuando esta invade la copa y el fuste reduce el incremento de las especies comerciales, por lo cual se recomienda estudiar a detalle estos códigos previo a la medición en el campo de estudio, para generar resultados confiables.
6. La investigación presenta una metodología muy interesante por el alto número de repeticiones de especies comerciales y como recomendación surge generar experimentos similares que estén bien delimitados con transectos bien

referenciados y sobre todo que se aumente el tiempo de monitoreo, para obtener información confiable del incremento diamétrico.

7. Las limitantes encontradas para este tipo de investigación es el factor económico, se requiere de mayor inversión por el tamaño de la muestra, y por el aumento en el tiempo de monitoreo de medición, por lo cual a estos individuos hay que evaluarlos en un período mínimo de 5 años, para obtener información confiable y útil debido a los cambios en el clima que pueden influir en el crecimiento de las especies comerciales de interés.

### IV.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Cruz, J.R.** de la. 1,982 Clasificación de las zonas de de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. **Contreras, J.;** Rodríguez, G.; Molina V. 2001. Estudio de crecimiento diamétrico de especies maderables comerciales. Conservación Internacional/PROPETEN. 11p.
3. **De Lucca;** C.A.Y. 1993. Respuesta a la intervención silvicultural de un bosques secundario en el sur de Costa Rica. Caso de la Finca Seis de ALCOA/IDA/COOPEMADEREROS R.L. Tesis Mg. Sc. Turrialba, CATIE, C.R. 64 p. + anexos.
4. **Delegación Oficial Guatemala.** 2002. CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES, Duodécima reunión de la Conferencia de las Partes Santiago (Chile).
5. **FAO.** 1,995 Report of the international expert consultatióm on non-wood forest product 3.465 p.
6. **FNPV.** 2008. Monitoreo y análisis del incremento Diamétrico en bosques naturales de la Reserva de Biosfera Maya, Peten, Guatemala. The Nature Conservancy. 32p.
7. **Lamprecht, H.** 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidad y métodos para un aprovechamiento sostenido. Alemania. Gtz 335 p.
8. **Manzanero, M.A.** 2005. Ciclo de Corta, Incrementos e Intensidad de Corta. CONAP, USAID. 14p.
9. **Manzanero, M.A.** 2005. Diámetros mínimos de corta en bosques de la RBM. CONAP, USAID. 10p.
10. **Matteucci, s.d.;** colma, a. 1982. Metodología para el studio de la vegetación. Estado Falcón, Venezuela. Publicado por Asuntos Científicos y Tecnológicos de la OEA 168 P.
11. **Melgar, m.** 1981. Diseño Experimental. Facultad de Agronomía. USAC. Guatemala. USAC. Guatemala. 34 p.

12. **Snook**, L. 1992. Regeneración y crecimiento de la caoba (*sweetenia macrophylla*) en las selvas naturales de Quintana Roo, México. *In* Madera, Chicle, caza y milpa, contribuciones al manejo Integral de las Selvas de Quintana Roo, México: Taller, Chetumal, México. PROAFT, INIFAP, USAID; WWF-US: 135 p.
13. **Solís**, S.L. 2009. Evaluación de la dinámica poblacional y el crecimiento Diamétrico de especies arbóreas, en parcelas permanentes de muestreo, en la unidad de manejo San Andrés; -AFISAP- . USAC/CUDEP. 93p.
14. **Standley**, ‘C.; Steyemarck, J.A. 1,964. Flora of Guatemala Chicago, Estados Unidos, Field Museum of Natural History. Fieldiana: Botany. V.5, P. 442.
15. **Wadsworth**, F.H. s.f. El manejo de los bosques naturales en México tropical, América Central y el Caribe. Servicio forestal del departamento de agricultura de los EE.UU., Instituto internacional de dasonomía tropical. Río piedras, Puerto Rico. 29 p.
16. **Pinelo**, G. 2,000. Manual para el Establecimiento de Parcelas Permanentes de Muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya. Petén, Guatemala, USAID/Guatemala. Costa Rica, 52 p.
17. **Wadswort**, F.H. s.f. El Manejo de los bosques naturales en México tropical, América Central y el Caribe. Servicio forestal del departamento de agricultura de los EE.UU., Instituto internacional de dasonomía tropical. Río piedras, Puerto Rico. 29 p.



#### IV.4 ANEXOS

Anexo No. 1. Especies y volúmenes autorizados por el CONAP en los últimos cinco años.

No.	Especie	Volumen	Porcentaje
1	Caoba	79,156.52	48.04
2	Santa maría	24,127.17	14.64
3	Manchiche	16,068.18	9.75
4	Pucté	12,332.78	7.48
5	Cedro	9,496.43	5.76
6	Amapola	4,929.77	2.99
7	Amate	2,806.30	1.70
8	Danto	2,754.11	1.67
9	Mano de León	2,601.35	1.58
10	Chechén Negro	1,056.49	0.64
11	Jobillo	1,024.32	0.62
12	Malerio Blanco	931.03	0.57
13	Malerio Colorado	777.76	0.47
14	Granadillo	639.41	0.39
15	Ramón blanco	615.64	0.37
16	Sacuché	562.70	0.34
17	Catalox	535.44	0.32
18	Jobo	430.73	0.26
19	Chechen Negro	420.74	0.26
20	Bálsamo	353.44	0.21
21	Chichipate	336.98	0.20
22	Canxán	301.57	0.18
23	Tzalam	267.81	0.16

No.	Especie	Volumen	Porcentaje
24	Hormigo	253.64	0.15
25	Gesmo	233.28	0.14
26	Saltemuche	187.63	0.11
27	Chaltecoco	175.54	0.11
28	Chacaj colorado	170.95	0.10
29	Gesmó	168.14	0.10
30	Obero/Colorín	134.07	0.08
31	Tempisque	106.09	0.06
32	Sunza	99.04	0.06
33	Santa Maria	96.41	0.06
34	Ramon blanco	87.07	0.05
35	Obero	71.54	0.04
36	Danto	66.70	0.04
37	Ramón colorado	64.30	0.04
38	Ceiba	49.36	0.03
39	San Juan	39.64	0.02
40	Pochote	30.37	0.02
41	Guacibán	28.23	0.02
42	Ceibillo	25.09	0.02
43	Cericote	23.57	0.01
44	Pasaque hembra	23.45	0.01
45	Obero	16.69	0.01
46	Conacaste	14.71	0.01
47	Tzalám	14.49	0.01
48	Pucsiquil	13.79	0.01

No.	Especie	Volumen	Porcentaje
49	Jabín	13.36	0.01
50	Ocbat	9.69	0.01
51	Luín hembra	8.37	0.01
52	Ramón	5.46	0.00
53	Zacuayún	5.14	0.00
54	Jobillo	4.37	0.00
55	Yaxnic	3.69	0.00
56	Suj	0.96	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>164,771.48</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Depto. Forestal, CONAP-Petén.

**Anexo No. 2. Boleta para la evaluación de campo de incremento**

Fecha\_\_\_\_\_

Unidad de Manejo\_\_\_\_\_

Repetición\_\_\_\_\_

Tipo de Bosque\_\_\_\_\_

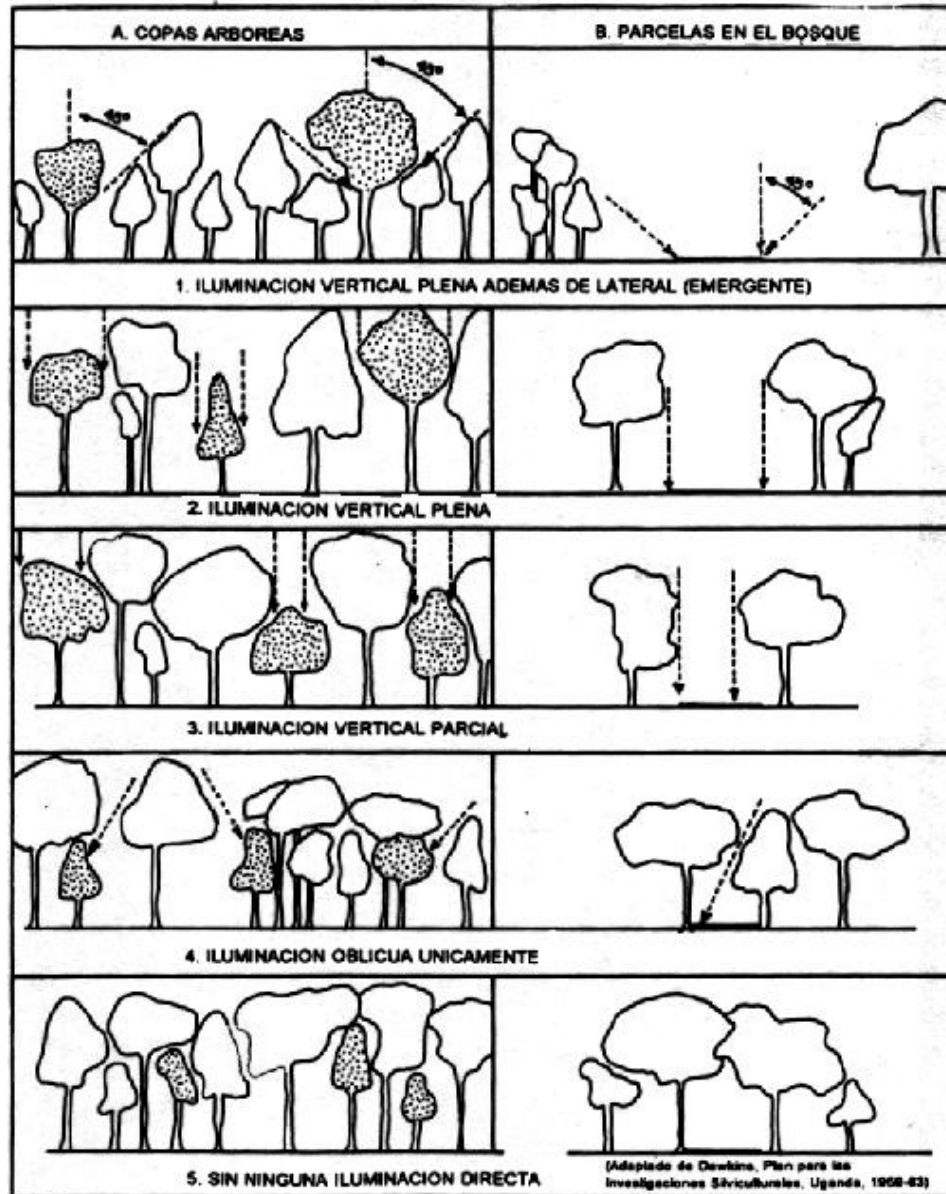
Responsables\_\_\_\_\_

Código de Tratamiento\_\_\_\_\_

No. Corre	Especie	DAP	Altura	Altura	Forma	Vigor	Iluminación	Presencia
			Fustes	ALT. Total	Fuste	Copa	Copa	Lianas
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
Obs.								

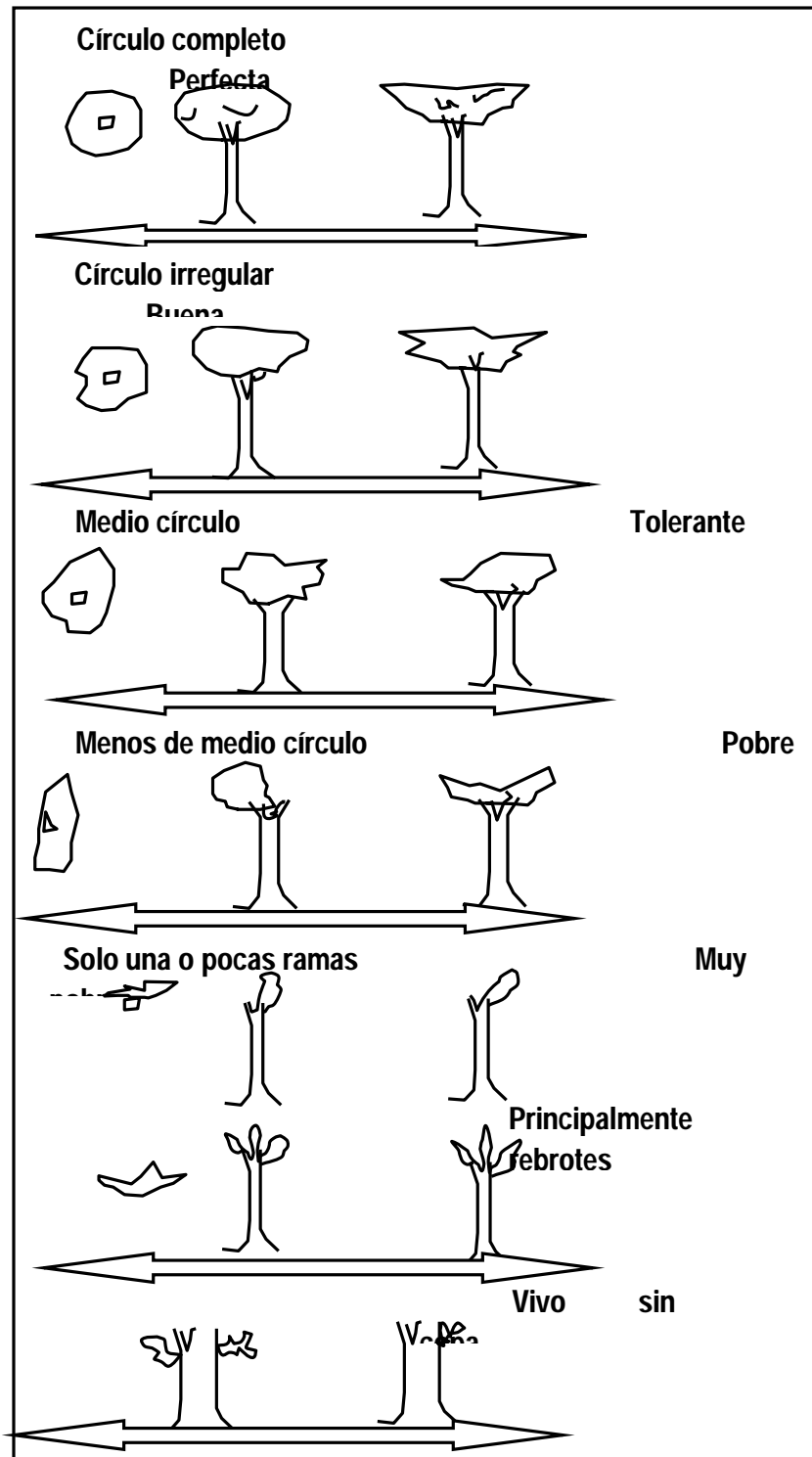
Fuente: FODECYT 07-2007

Anexo No. 3. Códigos para clasificar la exposición de la copa de los árboles a la luz solar.



Fuente: Manual de PPM, 2000.

Anexo No. 4. Códigos para clasificar la forma de la copa de los árboles.



Fuente: Manual de PPM, 2000.

**Anexo No. 5. Clasificación de lianas.**

<b>TREPADORAS LEÑOSAS</b>	<b>No. Código</b>
<b>NINGUNA VISIBLE EN EL FUSTE</b>	
Ninguna visible en la copa	1
Existentes en copa	2
Cubriendo + del 50 % copa	3
<b>Sueltos en el fuste</b>	
No visible en la copa	4
Existentes en copa	5
Cubriendo + del 50 % copa	6
<b>Apretando el fuste</b>	
No visible en la copa	7
Existentes en copa	8
Cubriendo + del 50 % copa	9

**Fuente: Manual de PPM, 2000.**

## PARTE V

### V.1 INFORME FINANCIERO

<i>TRECEAVA CONVOCATORIA LINEA FODECYT</i>							
<i>Nombre del Proyecto:</i>			Estudio del crecimiento de tres (3) especies maderables (Caoba, Santa María y Manchiche)				
<i>Numero del Proyecto:</i>			007-2007				
<i>Investigador Principal:</i>			Ing. Suamy Rafael Aguilar Mendoza				
<i>Monto Autorizado:</i>			Q143,815.51				
<i>Fecha de Inicio y Finalización:</i>			01/07/2007 al 31/12/2008 <span style="color: red;">18 meses</span>				
Grupo	Renglón	Nombre del Gasto	Asignación Presupuestaria	TRANSFERENCIA		En Ejecución	
				Menos (-)	Mas (+)	Ejecutado	Pendiente de Ejecutar
<b>1</b>		<b>Servicios No Personales</b>					
	121	Publicidad y propaganda	Q 13,000.00	Q1,600.00			Q 11,400.00
	122	Impresión, encuadernación y reproducción	Q 8,000.00				Q 8,000.00
	133	Viáticos en el interior			Q6,500.00		Q 6,500.00
	142	Fletes			Q1,600.00	Q 608.00	Q 992.00
	161	Mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo de producción	Q 6,500.00	Q6,500.00			Q -
	181	Estudios, investigaciones y proyectos de factibilidad	Q 70,250.00			Q 62,800.00	Q 7,450.00
	181	Evaluación Externa de Impacto	Q 8,000.00				Q 8,000.00
	185	Servicios de capacitación	Q 2,491.37	Q 2,491.37			Q -
	196	Servicios de atención y protocolo			Q 2,491.37		Q 2,491.37
<b>2</b>		<b>Materiales y Suministros</b>					
	241	Papel de escritorio	Q 1,000.00			Q 1,000.00	Q -
	244	Productos de artes gráficas			Q 28.00	Q 28.00	Q -
	262	Combustibles y Lubricantes	Q 15,500.00	Q 3,708.00		Q 10,856.07	Q 935.93
	267	Tintes, pinturas y colorantes	Q 2,000.00		Q 2,000.00	Q 3,817.00	Q 183.00
	268	Productos plásticos, nylon, vinil y pvc	Q 1,000.00		Q 1,000.00	Q 992.00	Q 1,008.00
	291	Útiles de oficina	Q 3,000.00			Q 1,296.75	Q 1,703.25
	299	Otros materiales y suministros			Q 680.00	Q 680.00	Q -
<b>3</b>		<b>Propiedad, planta y equipo</b>					
<b>9</b>		<b>Asignaciones Globales</b>					
	(-)	Gastos Administrativos (10%)	Q 13,074.14			Q 13,074.14	Q -
		<b>TOTAL</b>	<b>Q143,815.51</b>	<b>Q14,299.37</b>	<b>Q14,299.37</b>	<b>Q 95,151.96</b>	<b>Q 48,663.55</b>



