

**Serie Técnica**  
**Informe Técnico N° 297**

**Colección Manejo Forestal en  
la Reserva de la Biosfera Maya  
Petén, Guatemala  
Publicación N° 8**



**“GUIA PARA LA INTERPRETACION DE RESULTADOS  
DE UN INVENTARIO FORESTAL  
Para Concesiones en Reserva de la Biosfera Maya, Guatemala**

**Scott Alexander Stanley**

**CONSEJO NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS**

**PUBLICACION PATROCINADA POR  
USAID/Guatemala**

**Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza**

**Turrialba, Costa Rica  
1997**

# Tabla de Contenido

	PRESENTACION .....	v
I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	ANALISIS ESTADÍSTICO .....	2
III.	RESULTADOS BASICOS .....	3
	1 Agrupamiento de especies .....	3
	2 Abundancia .....	4
	3 Area basal .....	5
	4 Clase de calidad de fuste .....	7
	5 Volumen de madera .....	7
IV.	DETERMINACION DEL DIAMETRO MINIMO DE CORTA .....	8
	1 Distribución diamétrica .....	8
	2 Estudios de crecimiento .....	9
	3 Estudios fenológicos .....	9
V.	ESPECIES PROTEGIDAS .....	10
	1 Legalmente Protegidas .....	10
	2 Abundancia .....	10
VI.	METODO DE MANEJO Y REGENERACION DEL BOSQUE .....	11
	1 Análisis de la abundancia de fustales .....	12
	2 Gremio ecológico .....	13
	3 Abundancia y frecuencia de especies comerciales a nivel de brinzales .....	15
VII.	DETERMINACION DE LA CORTA PERMISIBLE .....	18
	1 Ciclo de corta .....	19
	2 Estimación de la tasa de incremento diamétrico.....	19
	3 Reorganización de las clases diamétricas según el ciclo de corta e incremento .....	20
	4 Tasa de mortalidad .....	21
	5 Estimación del número de semilleros .....	21
	6 Estimación de la corta permisible .....	22
VIII.	CONCLUSIONES.....	24
	BIBLIOGRAFIA .....	27
	ANEXO 1. SIGNOS .....	30

<b>ANEXO 2. Listado de especies económicas .....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO 3. Listado de especies .....</b>	<b>32</b>
<b>ANEXO 4. Especies incluidas en los apéndices I y II de CITES que posiblemente se encuentran en Petén .....</b>	<b>38</b>

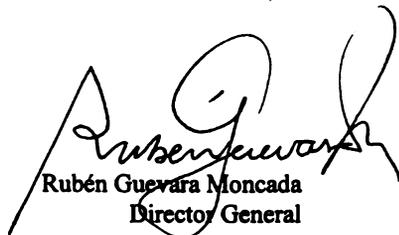
# Presentación

Como institución de investigación y enseñanza en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales renovables, la fortaleza del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) reside en la integración de la enseñanza, proyección institucional e investigación. Además, su trabajo junto con instituciones y organizaciones públicas, privadas y no gubernamentales potencia el desarrollo de los recursos humanos de la región.

El lema institucional ***“Producir conservando y conservar produciendo”*** se refleja en una de las principales líneas de acción del CATIE: la conservación de los bosques naturales por medio de un manejo efectivo. Desde octubre de 1995, la institución brinda asesoría técnica al Estado Guatemalteco, representado por el Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP), para consolidar el sistema de concesiones forestales en la Reserva de la Biosfera Maya. Este apoyo se viabiliza a través del Proyecto CATIE/CONAP, patrocinado por USAID/Guatemala como parte del Proyecto MAYAREMA.

Uno de los objetivos del Proyecto CATIE/CONAP es fomentar un patrón de manejo forestal basado en lineamientos técnicos claros anclados en la realidad local. Con la idea de poner a disposición de los usuarios los conocimientos, tecnologías y prácticas alternativas generadas y valoradas por el Proyecto, CATIE/CONAP busca diseminar la información mediante la *Colección Manejo Forestal en la Reserva de la Biosfera Maya*.

La presente Guía aborda aspectos de singular importancia para el manejo de los bosques naturales, como son: análisis estadístico e interpretación de resultados de inventarios forestales, determinación del diámetros mínimo de corta, selección de especies por proteger, métodos de manejo y regeneración del bosque y determinación de la corta permisible. El trabajo constituye una valiosa herramienta para la planificación del manejo, tanto en las concesiones forestales de la Reserva de la Biosfera Maya, como para el manejo de bosques tropicales latifoliados de la región en general.



Rubén Guevara Moncada  
Director General

## I. INTRODUCCION

Este documento forma parte de un componente clave en la serie de guías para promover y facilitar el manejo forestal en la Reserva de la Biosfera Maya (RBM) en Petén, Guatemala. El Plan Maestro (CONAP, 1996) y la zonificación de la RBM contempla el manejo forestal diversificado en aproximadamente 700 000 ha mediante un sistema de concesiones forestales. Actualmente, hay seis comunidades, varios grupos organizados y diferentes empresas madereras que están solicitando concesiones forestales del Estado. La responsabilidad para el otorgamiento de las concesiones comunitarias e industriales fue designado al Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP). Debido a que el plan de manejo es el documento técnico principal que el Consejo evalúa para justificar el otorgamiento de una concesión, es esencial que todos los elementos que lo constituyen sean uniformizados, lo cual ha sido uno de los objetivos del Proyecto CATIE/CONAP. La Figura 1 señala los distintos pasos para la elaboración de un plan de manejo y el estado de la aprobación por CONAP, así como la metodología oficialmente reconocida para cada actividad. Dichas metodologías se enfocan en el manejo de productos maderables, debido a que el aprovechamiento forestal descontroladamente ejecutado puede provocar mayores impactos al ambiente que la extracción de productos no maderables. No obstante, el plan de manejo debe contemplar un uso diversificado donde sea apropiado. El CATIE y otras organizaciones están investigando métodos de inventario y niveles sostenibles de aprovechamiento para los productos no maderables.

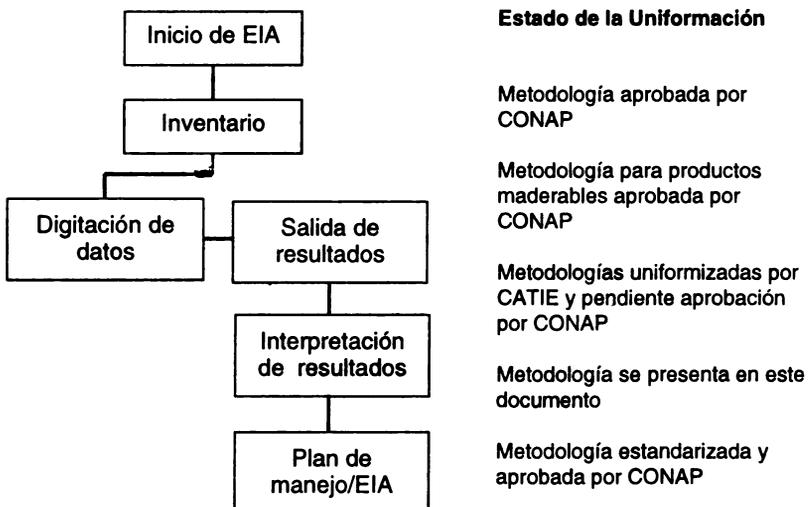


Figura 1. Pasos en la elaboración de un plan de manejo, incluyendo la Evaluación de Impactos Ambientales.

Dada las múltiples formas de interpretar los resultados de un inventario forestal, es aconsejable establecer una metodología uniforme y sencilla para tener conclusiones confiables de los planes presentados a CONAP. El presente documento pretende lograr dichos objetivos, pero cabe señalar que sólo sirve de guía para el análisis sin poner normas. El *Modelo de Simplificación de Planes de Manejo para Bosques Naturales Latifoliados de Guatemala* establece cómo los resultados deben ser mostrados en el plan de manejo.

Para procesar los datos de un inventario e interpretar los resultados, CATIE diseñó un programa de computación, SEMAFOR (Sistema para la Evaluación, Monitoreo, y Análisis Forestal) (Brenes y Martins, 1996). Los ejemplos usados en esta guía pertenecen a inventarios realizados en Petén y los datos fueron procesados con el programa mencionado. Las conclusiones del análisis toman en cuenta la estructura boscosa petenera y el clima, y por eso, es posible que el análisis no sea aplicable a otras áreas. Se restringe la interpretación a sólo la parte maderable por las razones anteriormente mencionadas, y sigue el orden del Modelo de Simplificación cubriendo los siguientes aspectos:

- Análisis estadístico
- Resultados básicos
- Definición del diámetro mínimo de corta
- Selección de especies protegidas
- Decisión sobre el método de manejo y regeneración de bosque
- Definición del ciclo de corta

## II ANALISIS ESTADISTICO

Antes de interpretar los resultados dasonométricos procedentes de un inventario, hay que calcular el error de muestreo para saber la confiabilidad de los resultados. Se ha establecido que para inventarios en el RBM el error máximo permisible para el volumen total de madera es 15% a una nivel de confianza de 95%. Este documento no entra en detalle sobre el análisis estadístico porque ha sido cubierto ampliamente en la *Guía para la Planificación de Inventarios Forestales en la Zona de Usos Múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya* (Carrera, 1996), sólo se enfatiza el asunto de error de muestreo. El programa SEMAFOR proporciona el volumen total de madera por parcela y con estos datos se puede calcular el error de muestreo.

Tomando como ejemplo el inventario de 5 000 ha de bosque alto para la concesión industrial propuesta de Arroyo Colorado, el error de muestreo fue el 14,5% al nivel de confianza de 95%. La Figura 2 señala

que hay una alta probabilidad que el volumen medio verdadero de madera para toda la población esté entre 55 y 74 m<sup>3</sup> [64 ± (64 x 0,145)]. Cabe notar que este rango es para todas las especies y que si se considera sólo el volumen para especies comerciales a un tamaño aprovechable, el error de muestreo sería mucho más alto y consecuentemente con un rango entre el límite inferior y superior más amplio. En Arroyo Colorado el error de muestreo para 13 especies comerciales mayores que el diámetro mínimo de corta (DMC) fue el 27%, casi el doble del error para todas las especies. Por lo tanto, sin considerar el error de muestreo únicamente para la(s) especie(s) de interés se podría formar una idea errónea sobre su abundancia y volumen disponible.

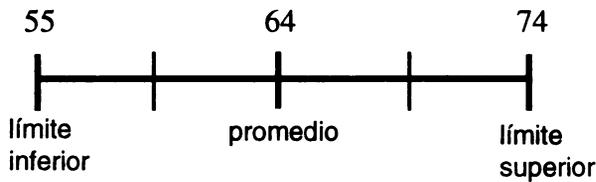


Figura 2. Promedio del volumen calculado en m<sup>3</sup> y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de Arroyo Colorado, Guatemala (≥ 25 cm DAP, todas especies, Stanley, 1994).

### III. RESULTADOS BASICOS

#### 1. Agrupamiento de especies

El primer paso en la interpretación de los resultados es agrupar las especies según su grado de aceptabilidad en el mercado. Dado la variabilidad en la demanda del mercado y los diversos productos finales, el agrupamiento de las especies varía entre concesiones y el tiempo. Por eso es recomendable que se haga un estudio del mercado antes que se inicie la interpretación de los resultados para saber cuáles especies se pueden vender actualmente, y también en cuáles especies se van a enfocar los tratamientos silviculturales.

Además de proporcionar una idea del volumen aprovechable ahora y en el futuro, el agrupamiento de las especies en clases económicas facilita un tratamiento silvicultural. En Petén, el CATIE ha empleado cinco

grupos económicos para especies arbóreas (Anexo 3):

- **AAACOM:** especies altamente aceptables tanto en el mercado nacional como internacional, con un precio plenamente superior a las demás especies comerciales (caoba y cedro);
- **ACTCOM:** especies que se pueden vender en el mercado nacional;
- **POTCOM:** especies potencialmente comerciales por sus propiedades mecanofísicas o aprovechadas en otros países.
- **SINVAL:** especies que no se prevé que tengan un valor económico en el corto a medio plazo; y
- **VEDADO:** especies que no se pueden cortar por prohibición de acuerdo con la ley, proporcionan productos no maderables, están muy escasas, o consideradas como indispensables para alimentar una especie de fauna en peligro de extinción (chicozapote, rosul, las demás especies en esta clase todavía no están bien definidas).

El grupo vedado juega un papel importante en el aprovechamiento y tratamiento silvícola. En el caso del aprovechamiento, se debe tener especial cuidado para que no se dañen estas especies, y aún cuando se decide no favorecer las especies vedadas en un tratamiento, tampoco se deben eliminar.

## 2. Abundancia

El análisis de la abundancia por especie, por grupo económico y por clase diamétrica proporciona información vital, para la factibilidad de realizar un aprovechamiento, la riqueza futura del rodal, y una idea sobre a cuál grupo ecológico pertenece una especie de interés. Por ejemplo, en un bosque primario no muy intervenido, si se encuentran más individuos de una especie en diámetros grandes que en pequeños, implica que la especie no se regenera bien bajo sombra y es probable que sea una especie heliófita. La Figura 3 muestra esta reacción usando la abundancia de una especie heliófita, cedro (*Cedrela odorata*), comparada con una especie esciófita, chicozapote (*Manilkara zapota*). El chicozapote exhibe una distribución en forma de "J invertida", o sea una distribución "normal" para su grupo. Cabe mencionar que la clasificación de las especies en grupos ecológicos es compleja y se necesita más información que abundancia, para agruparlas correctamente. Sin embargo, este método puede ser un indicador sencillo para tener una idea preliminar.

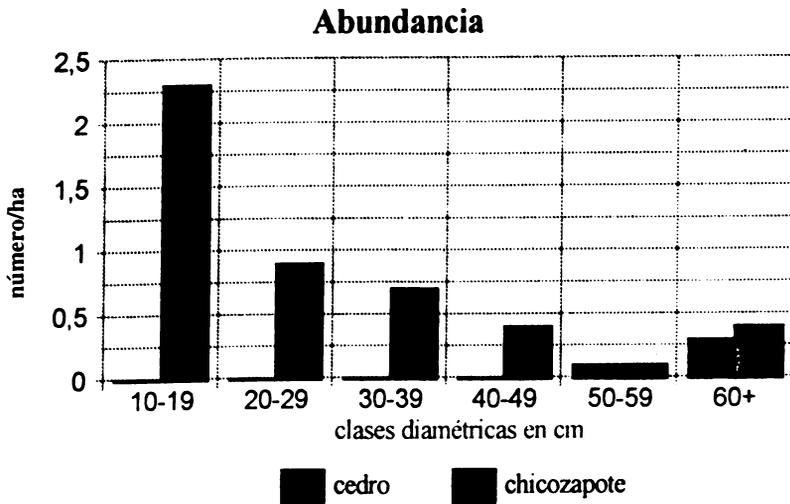


Figura 3. Distribución diamétrica de la abundancia para dos especies en el inventario de Arroyo Colorado, Petén Guatemala (Stanley, 1994)

### 3. Area basal

Para tener una mejor idea sobre la competencia que ocurre entre individuos en un rodal, lo ideal sería medir el ancho, la altura, y la ubicación de todas las copas de los árboles en parcelas permanentes de muestreo. Dado la complejidad del bosque húmedo tropical, esto resultaría demasiado costoso y estaría sujeto a muchos errores de medición.

Afortunadamente, hay una correlación lineal relativamente alta entre el diámetro de la copa y el del fuste. Por ejemplo, Dawkins (1963) mostró que para árboles que están en el dosel superior o mediano la relación entre copa y dap es aproximadamente 20:1. Esta relación concuerda con datos para caoba en

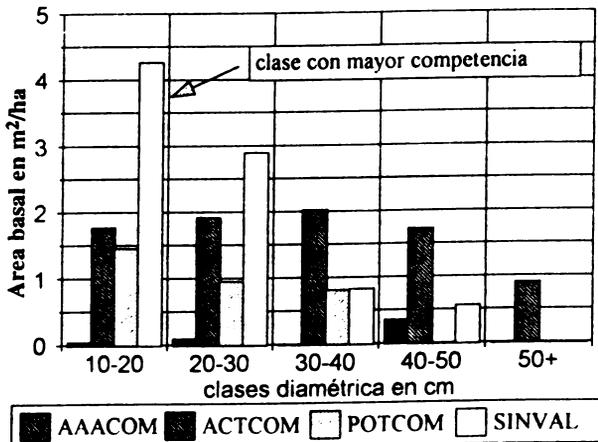


Figura 4. La distribución diamétrica en área basal por grupo comercial para el bosque alto, inventario de la Finca "Istancia", CUDEP, Petén, Guatemala (Stanley, 1993).

los bosques de Quintana Roo (Snook, 1993). Dicha relación permite usar el parámetro del área basal como un indicador del nivel de competencia en el dosel. Si hay una especie que plenamente posee el mayor porcentaje de área basal relativa (área basal de especie x 100/área basal total), significa que está dominando el sitio, no importa si no es la más abundante. Esto implica que las copas de esta especie dominante están ocupando mucha área y probablemente estén suficientemente iluminadas, o menos probable sea una especie capaz de crecer vigorosamente en sombra parcial (esciófita total).

Examinar la distribución diamétrica del área basal según los grupos económicos es una forma rápida de proporcionar información sobre la necesidad de realizar un tratamiento para reducir la competencia en el rodal entre los árboles comerciales y no comerciales. La Figura 4 señala que la clase diamétrica de 10-20 cm contiene la mayor competencia seguida por la próxima clase. Las especies no comerciales (SINVAL) entre 10 a 20 cm dap ocupan más del doble del área basal que las comerciales. Esto sugiere que el mayor beneficio de un raleo de liberación sería para los árboles comerciales en la misma clase. También en la figura se indica que los árboles comerciales a partir de 30 cm probablemente no se beneficiarían tanto de una liberación. Aunque cabe notar que la interpretación del área basal es una manera cruda para decidir sobre la necesidad de realizar un tratamiento. El mejor método sería el empleo de un muestreo diagnóstico (MD), que se enfoque sobre los árboles considerados para aprovechamientos futuros y la metodología para el MD está contemplada para una futura publicación en la serie técnica.

El área basal en general también indica la calidad del sitio, entre mayor sea ésta mejor será la calidad de sitio. Para los bosques de Petén, el área basal varía de 18 a 35 m<sup>2</sup>/ha (AHG-APESA 1992), a partir de 10 cm dap, y esta variación se debe a los factores del sitio: la fertilidad, la profundidad del horizonte A del suelo, el drenaje, y el estado de intervención, entre otros factores. Por ejemplo, de acuerdo con el inventario de la Finca "Istancia" el bosque se estratificó según la altura total del dosel superior, resultando en dos estratos, bosque bajo y bosque alto. El bosque bajo tiene un área basal promedio de 18 m<sup>2</sup>/ha y abarca áreas de colinas o "montículos" donde es notable la poca profundidad del horizonte "A" del suelo y en muchos lugares se ve el material parental expuesto (Stanley, 1993). Las áreas de bosque alto se encuentran en la base de las colinas con suelo bien drenado y un horizonte "A" más profundo, que resulta con un área basal promedio de 22 m<sup>2</sup>/ha o una diferencia de 22 por ciento.

#### 4. Clase de calidad de fuste

La metodología oficial para realizar inventarios forestales requiere que se anote la calidad de fuste para todos los árboles muestreados (Carrera, 1996). Anotar los árboles dañados, deformados y podridos proporciona información sobre el potencial verdadero del rodal para producir madera de aserrío con buena aceptación en el mercado. No importa si hay muchos árboles de especies comerciales, si ellos son defectuosos sin proveer madera de aserrío. Por ejemplo, en Petén el porcentaje de árboles defectuosos sin un volumen de madera comercial para tres inventarios (Arroyo Colorado, San José y La Pasadita), abarcando más que 25 000 ha, era entre 10 y 12% (para especies ACTCOM y AAACOM >45 cm dap). Con el aprovechamiento selectivo de los mejores árboles, es probable que entre más intervenido esté el bosque, más alto sea el porcentaje de árboles defectuosos.

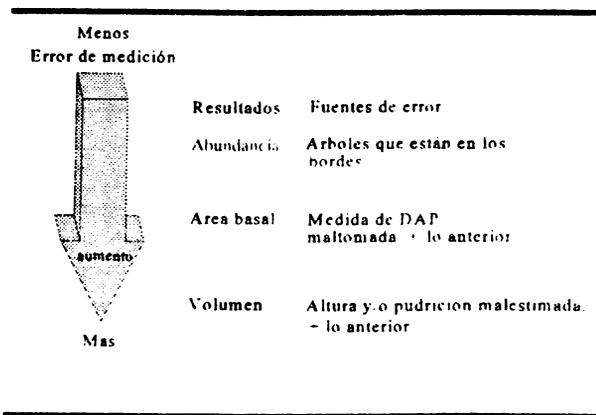


Figura 5. Diagrama de los resultados de un inventario con sus fuentes potenciales de error de medición.

#### 5. Volumen de madera

La medida de volumen es obviamente el más importante resultado del inventario, pero también es importante reconocer que está más sujeto a los errores de medición como señala la Figura 5. No hay otra manera de saber si se han cometido errores de medición si no se realiza un chequeo de calidad, remidiendo algunas parcelas utilizadas durante el inventario. Por razones de costo, raramente se puede hacer el chequeo de calidad.

Por ende, el inventario debe ser ejecutado cuidadosamente y los resultados de volumen deben servir para decidir sobre el orden cronológico de áreas de aprovechamiento anual (AAA) y para dar una idea del volumen aprovechable en el presente. Dado estos problemas potenciales, es mejor fijar la corta permisible por abundancia que por volumen.

#### IV. DETERMINACION DEL DIAMETRO MINIMO DE CORTA

Contrario a la creencia común, la Ley Forestal (70-89) vigente no especifica el diámetro mínimo de corta (DMC) para ninguna especie forestal, en cambio dice que: “el plan de manejo será el instrumento fundamental de control del aprovechamiento...”. Entonces, la determinación del DMC es decisión del técnico que elabora el plan y debe ser justificada según los datos del inventario; por ejemplo; distribución diamétrica por especie y otras fuentes, tales como, estudios de crecimiento, estudios fenológicos y exigencias del mercado.

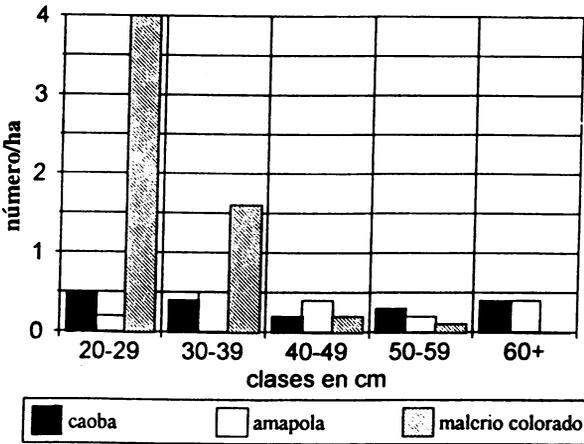


Figura 6. Distribución diamétrica de tres especies comerciales en el inventario de la Pasadita, Petén, Guatemala (OLAFO, 1995).

##### 1. Distribución diamétrica

El método más sencillo para definir el DMC es mediante un análisis de la distribución diamétrica de la especie de interés. No tiene sentido fijar un DMC de, por ejemplo, 60 cm si la distribución diamétrica muestra que muy pocos individuos alcanzan este diámetro. La Figura 6 ilustra dicha situación para la especie malcrio colorado (*Aspidosperma megalocarpon*). Mientras hay individuos de caoba (*Swetenia macrophylla*) y amapola

(*Pseudobombax ellipticum*) mayores de 60 cm, no se encontraron árboles de malerio en esta clase. Esto indica que el DMC para malerio tiene que ser menor de 60 cm dap, y dado los pocos individuos en la clase 50-59 cm, muy probablemente menor de 50 cm. La otra consideración es que el DMC tiene que ser inferior al diámetro de la mayoría de los individuos que se encuentran podridos. Estos aspectos se pueden conocer mediante el control de registros durante el aprovechamiento por especie y diámetro. El otro factor que se debe considerar es que entre menor sea el DMC mayor será el porcentaje de desperdicios del aserrío, especialmente con equipo rústico, y esta problemática dificulta la opción de aprovechar diámetros menores de 40 cm. Los costos por m<sup>3</sup> de madera extraída, también, aumenta con diámetros menores. El punto débil en usar sólo un histograma de abundancia es que por el hecho de que una especie alcanza grandes diámetros no indica el diámetro donde el incremento está maximizado.

## **2. Estudios de crecimiento**

Aunque los datos del inventario no proporcionan información sobre tasas de crecimiento, los resultados de crecimiento son importantes desde el punto de vista económico, y pueden ser una manera de justificar el DMC. Por lo tanto, se debe examinar otras fuentes de información, si están disponibles. Si el objetivo de manejo es producir madera de aserrío, el cálculo del DMC debe determinarse cuando el incremento diamétrico medio anual se maximice, tomando en cuenta la mortalidad. Alder (1992) describió un método simple usando una hoja electrónica para calcular el DMC maximizado, para lo cual se debe contar con datos de crecimiento de por lo menos 20 individuos por especie y por clase diamétrica. En Petén, este requerimiento todavía hace falta. Para la caoba en Bolivia, un estudio mostró que el incremento volumétrico anual maximiza a 62 cm dap (Gullison y Hubbell, 1992).

## **3. Estudios fenológicos**

El punto máximo de incremento volumétrico no es la única consideración para fijar el DMC. Es beneficioso también, saber a qué diámetro una especie es capaz de producir frutos y aún más importante a qué diámetro produce una cantidad suficiente de semillas. Esto recobra más importancia cuando la especie es una heliófita durable, como caoba y cedro, debido a que no hay un "banco" de brinzales típicamente encontrado como con las esciófitas. La caoba parece distribuir la mayoría de sus carbohidratos a la función de crecimiento hasta 80 cm dap, punto en el cual aumenta la proporción de carbohidratos para la reproducción, llegando a una producción máxima a 110 cm dap (Gullison, 1995). Para Guatemala,

este diámetro debe ser semejante, por lo tanto, es aconsejable que se dejen individuos de buena forma al menos mayores de 60 cm dap para caoba y también para cedro, dadas sus características parecidas.

## V. ESPECIES PROTEGIDAS

### 1. Legalmente Protegidas

En la Ley Forestal (70-89) ninguna especie forestal está especificada como protegida, pero el Artículo 99 de la misma se clasifica como una falta "ocasionar la destrucción o muerte de árboles productores de gomas, resinas, ceras, látex o sustancias análogas, por negligencia, abuso o aprovechamiento forestal...". Entonces, bajo dicho artículo la Ley protege el chicozapote (*Manilkara zapote*). Para la elaboración de listados nacionales la Ley declara que DIGEBOS, CONAP y CONAMA integrarán el Comité de Especies Forestales Protegidas, para recomendar cuáles especies estarán incluidas en dicho listado según los criterios especificados por el Artículo 33. Hasta la fecha, no se ha formado este Comité y la política de CONAP es seguir la lista de especies incluidas en el apéndice I del Convenio Internacional de Especies de Fauna y Flora en Peligro de Extinción (CITES) (Anexo 2 en este documento para una lista de especies arbóreas incluidas en CITES). Pero, dado el carácter especial de la Reserva de la Biosfera Maya y sus objetivos múltiples de manejo, es aconsejable que CONAP forme dicho comité integrado por representantes del Fondo Peregrino y Biológicos del CECON, además de funcionarios de las mencionadas organizaciones en la Ley.

### 2. Abundancia

En algunos casos habrá especies forestales que se encuentran en una unidad de manejo, pero no en los listados para protección; sin embargo, éstas no deben ser cortadas por su escasez extrema bajo criterios tanto ecológicos como económicos. Por ejemplo, la comunidad de El Cruce a Dos Aguadas ha montado un proyecto que vende "potpourri", paquetes de hojas, flores y semillas secas, perfumadas y tintadas. Se procesan los tintes de la madera de tres especies arbóreas, chalteco (*Caesalpinia velutina*), mora (*Chlorophora tinctoria*) y saltemuche (*Sickingia salvadorensis*), no obstante, se decidió no seguir aprovechando árboles de mora debido a su carencia. Desde el punto de vista económico, si hay pocos individuos aprovechables en muchos casos no vale la pena tratar de desarrollar un mercado para su madera.

## **VI. METODO DE MANEJO Y REGENERACION DEL BOSQUE**

Es responsabilidad del concesionario (comunidad o empresa maderera) no degradar, a un nivel irreversible, los recursos forestales en la RBM (Ley 5-90 ). Por lo tanto, el método de manejo de los recursos forestales es de vital importancia, y debe basarse en el concepto de la sostenibilidad. Para una definición general de la sostenibilidad en el manejo forestal, este documento se acoge a la definición de la OIMT (1992): "...es el proceso de manejar tierra boscosa permanente para lograr uno o más objetivos claramente especificados en relación con un flujo continuo de productos forestales y servicios sin una reducción indebida de productividad futura y sin efectos no deseables significativos en el ambiente físico y social."

También, el presente trabajo considera importante separar acciones de manejo dirigidas a mantener la sostenibilidad a mediano y largo plazo. Se define la sostenibilidad a mediano plazo como una serie de aprovechamientos, en donde se vuelven a cosechar las mismas especies en cantidades semejantes a las que se tenían al principio, o sea, entre un ciclo de corta y otro en la misma área, el rendimiento no debe disminuir sustancialmente. Se puede clasificar el raleo de liberación, el cual tiene el propósito de aumentar la tasa de crecimiento de ciertas especies seleccionadas, como una acción dirigida hacia la producción sustentable a mediano plazo. Si este tratamiento logra aumentar la tasa de crecimiento de los individuos inmaduros, se podría reducir el ciclo de corta, resultando con un área anual de aprovechamiento más grande, y consecuentemente mayor volumen por año.

Se considera la sostenibilidad a largo plazo como los esfuerzos dirigidos a nivel de especie, para asegurar una regeneración adecuada y es el principio fundamental de un sistema silvícola. La siguiente sección responde a la pregunta, ¿qué esquema de manejo sería más exitoso en regenerar las especies comerciales, un sistema monocíclico o policíclico? Dado el hecho que actualmente hay entre 8 y 18 especies forestales aprovechadas en Petén; que con el tiempo el mercado aceptará aún más, y que muchas de estas especies tienen requisitos ecológicos diferentes para su regeneración, el contestar la pregunta anterior no es tan fácil; se necesita como mínimo la siguiente información:

- Distribución diamétrica de la abundancia/ha de los fustales por especie.
- Agrupamiento ecológico de las especies comerciales.
- Abundancia y frecuencia de las especies comerciales al nivel de brinzales.

### **1. Análisis de la abundancia de fustales**

El análisis de la abundancia por especie comercial sugiere cuál sistema silvicultural sería apto para mantener una producción sostenible. La Figura 3, previamente discutida, señala que sería difícil sostener un sistema policíclico para cedro en Arroyo Colorado, donde se aprovecha una cierta cantidad de árboles mayores del diámetro mínimo de corta (DMC), con la esperanza de que los individuos más pequeños alcanzarán el DMC en los próximos aprovechamientos. Aunque casi no hay cedros pequeños, el Cuadro 1 muestra que caoba está presente en las clases menores. Esto sugiere que esta especie puede ser aprovechada bajo un sistema policíclico, aunque dada su inclinación a regenerarse después de grandes disturbios, como muchas especies heliófitas, muy probablemente habría que fomentar la regeneración creando claros más grandes de lo procedente en el aprovechamiento selectivo para sostener la especie a largo plazo.

Del mismo inventario, considerando las especies ACTCOM, ¿cuál sería el pronóstico para los próximos aprovechamientos bajo un sistema policíclico? El Cuadro 1 muestra que con cada clase diamétrica menor la abundancia aumenta, por eso es posible el empleo de dicho sistema, por lo menos en el primer ciclo de corta. Lo que no se sabe del Cuadro 1 es si el sistema policíclico, normalmente aplicado en los trópicos como un aprovechamiento selectivo, favorecería o no la regeneración de la mayoría de las especies ACTCOM. Para esto, hay que examinar en cuáles gremios ecológicos están las especies comerciales.

**Cuadro 1** Distribución diamétrica de abundancia/ha por grupo comercial para el inventario en arroyo Colorado, Petén, Guatemala (Stanley, 1994).

Grupos comerciales	Clases diamétricas en cm						TOTAL
	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60+	
AAACOM	1,0	0,5	0,3	0,3	0,3	1,3	3,7
ACTCOM	12,5	5,4	2,8	1,7	1,1	1,4	24,9
POTCOM	66,0	29,5	15,4	8,0	3,9	4,0	126,8
SINVAL	145,6	49,1	17,6	7,8	2,7	3,4	226,2
VEDADO	6,9	2,5	1,2	0,6	0,2	0,6	12,0
TOTAL	232,0	87,0	37,3	18,4	8,2	10,7	393,6

## 2. Gremio ecológico

El manejo exitoso de los bosques naturales depende mucho de la comprensión adecuada de los requisitos ecológicos de las especies arbóreas. Dado que para bosques húmedos, el mayor factor limitante para la regeneración parece ser la iluminación solar (Clark y Clark, 1987; Finegan, 1993) y que su distribución a través de un rodal puede ser manipulada, es lógico agrupar especies según el nivel de tolerancia a la sombra. Sin embargo, la agrupación de especies arbóreas en gremios ecológicos es controversial y los requisitos de luz no son estáticos para una especie, si no se pueden cambiar según las etapas de crecimiento (Clark 1994). Para el propósito del manejo forestal, es necesario todavía una forma de agrupar las especies y los siguientes grupos han sido empleados comúnmente: esciófitas totales, esciófitas parciales, heliófitas durables, heliófitas efímeras (Finegan, 1993). Dicha agrupación facilita el manejo forestal, pero los gremios son amplios, especialmente el de heliófitas durables, abarcando muchas especies que responden diferente a condiciones variantes de luz. Por ejemplo, Gálvez (1996) clasifica canxán (*Terminalia amazonia*) y cedro como heliófitas durables, pero canxán puede mantenerse como un brinzal sin crecer en el sotobosque por muchos años, mientras que el cedro se muere usualmente en un año. Por lo tanto, el tiempo de respaldo para iniciar un tratamiento silvícola que directa o indirectamente beneficiaría una especie es diferente.

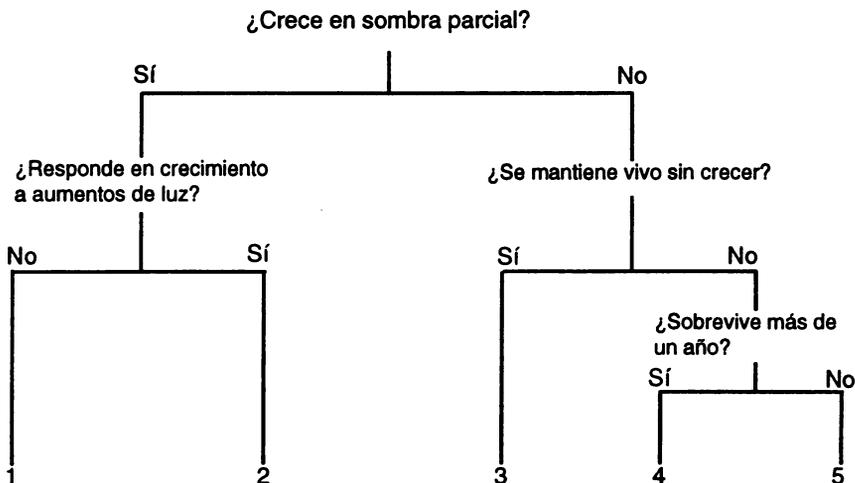


Figura 7. Diagrama para la clasificación de especies en gremios ecológicos según la capacidad de un brinzal a sobrevivir y crecer en el sotobosque. Los números representan los gremios con uno equivalente a una esciófita total. Sombra parcial definida como la lectura de 10% del área sombreada con el densiómetro (Fuente: Stanley y Gretzinger, 1996).

Existe la necesidad de tener un esquema de clasificación ecológica que puede guiar mejor al silvicultor en la toma de decisiones, sobre cuál sistema silvícola sería más exitoso en la regeneración de varias especies comerciales. La diferencia entre clases no debe ser ambigua, pero sí comprobable a través de la experimentación. Dado que el factor luz es la variable más controlable, el sistema debe responder a la pregunta: ¿hay suficiente iluminación/temperatura para la germinación de la especie y su subsecuente crecimiento?

Se clasificaron las especies comerciales de Petén aplicando las anteriores preguntas en la Figura 7. Dado que el requisito del nivel de luz puede cambiar con las etapas de desarrollo, esta metodología se restringe a la etapa de brinzal. En esta agrupación los gremios uno y dos corresponden a una esciófita total y parcial, respectivamente. Cabe señalar que hay muy pocas especies comerciales que no responden en crecimiento a aumentos de luz (*Minquartia guianensis*). El gremio tres representa especies transicionales, y son capaces de mantenerse en un estado latente sin crecer. Es decir, en condiciones sombreadas lo que la especie (etapa brinzal) produce en carbohidratos es equivalente a la energía necesaria para sostenerse y un ejemplo es canxan anteriormente mencionada. La diferencia entre los grupos cuatro y cinco es el transcurso de tiempo en que una especie puede vivir sin luz plena. Las especies en el gremio cinco se

regeneran generalmente después de los disturbios grandes (huracanes, tormentas, inundaciones, etc.) que crean claros grandes y suelo desnudo. El gremio cinco no contempla la longevidad de una especie, puede abarcar heliófitas durables o efímeras. Una ventaja de esta clasificación es que permite la aplicación de un índice que predice cuál sistema silvicultural sostendría un rango de especies sobre el largo plazo, tomando en cuenta el nivel de disturbio del suelo, el tipo de diseminación de la semilla y ponderada por la frecuencia de cada especie económica (Stanley y Gretzinger, 1996). La Figura 8 muestra la relación entre las dos clasificaciones.

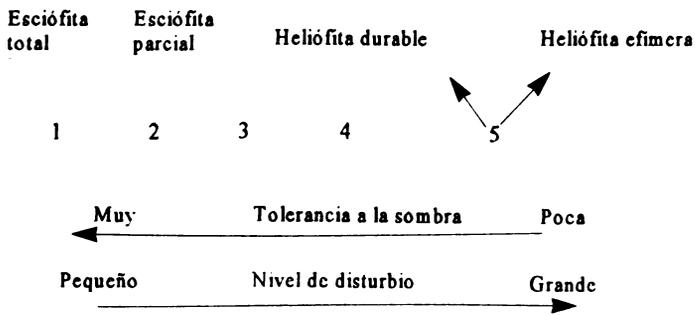


Figura 8. Relación entre la clasificación tradicional y propuesta para los gremios ecológicos.

### 3. Abundancia y frecuencia de especies comerciales a nivel de brinzales

El Cuadro 2 muestra que las esciófitas tienen una abundancia mayor que las heliófitas a nivel de brinzal y latizal, y tomando en cuenta los requisitos ecológicos para dicho gremio, un sistema policíclico no perjudicará la regeneración de la mayoría de las especies comerciales (ACTCOM).

**Cuadro 2. Abundancia y frecuencia relativa de brinzales y latizales de las especies comerciales encontradas en Arroyo Colorado, Petén, Guatemala (Stanley, 1994).**

Grupo económico/ Especie <sup>a</sup>	Gremio ecológico	Brinzales		Latizales	
		Abund. N/ha	Frec. <sup>b</sup> %	Abund. N/ha	Frec. %
<i>Swietenia macrophylla</i>	5	10,4	1,0	2,1	2,1
<b>ACTCOM</b>					
<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	2	167	11,5	18	14,6
<i>Aspidosperma stegomeres</i>	2	31	3,1	1	1,0
<i>Astronium graveolens</i>	2	177	13,5	4	4,2
<i>Calophyllum brasiliense</i>	2	83	5,2	3	3,1
<i>Gymnanthes lucida</i>	2	21	1,0	0	0
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	4	42	4,2	0	0
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	4	0	0	1	1,0
<i>Vatairea lundelli</i>	3	146	7,3	5	2,1
ACTCOM subtotal		667	29,2*	32	21,9*
TOTAL		677,4	30,0	34,1	22,1

<sup>a</sup> Anexo 2 para listado completo de especies consideradas de valor económico.

<sup>b</sup> Frecuencia es para todo el grupo ACTCOM, no es la suma de las frecuencias por especie

En el Cuadro 2 se muestra que las especies comerciales más abundantes son las que pertenecen a los gremios dos y tres, esciófitas parciales y especies transicionales. Mientras que especies de los gremios cuatro y cinco (heliófitas) están prácticamente ausentes en esta etapa de desarrollo. Esta escasez se observa especialmente para caoba y la ausencia completa de cedro. No obstante, cabe notar que hay un número relativamente alto de latizales de caoba (dos individuos/ha), lo cual sugiere

que valdría la pena hacer un esfuerzo para minimizar el alto nivel de mortalidad asociado con esta clase diamétrica.

Para estimar el número recomendado de brinzales, se puede referir a la cantidad que normalmente se siembra en plantaciones (1100 brinzales/ha) como punto de partida. La competencia entre los árboles y otras especies arbóreas no existe en una plantación, lo cual no es el caso para brinzales en bosques naturales. Por eso el número recomendado de brinzales comerciales debe ser más de 1100 por ha. Dada la alta tasa de mortalidad bajo condiciones naturales, se consideran 2 000 brinzales/ha como una cantidad adecuada. Dawkins (1958) para los bosques de Uganda, Africa consideró que 2 000 brinzales/ha era una cifra adecuada, mientras otros investigadores han propuesto rangos aceptables de 988 a 2 470 brinzales/ha (Barnard, 1950; Wyatt-Smith, 1961). La definición de un brinjal ha cambiado entre investigadores y con el tiempo; por lo tanto, hay que tener cuidado al comparar entre sitios. Este documento considera el tamaño de un brinjal entre el rango de 30 cm de altura y 4,9 cm dap. Según el Cuadro 2, en la parte inventariada de Arroyo Colorado sólo hay 677 brinzales/ha de especies comerciales, un tercio de la cantidad recomendada. El hecho de que sólo se consideraron 10 especies económicas durante el inventario hace difícil llegar a la cifra recomendada.

La medida de frecuencia, o sea, la distribución espacial para el conjunto de especies comerciales a veces es más importante que la abundancia, especialmente para las heliófitas. Estas especies frecuentemente se encuentran agregadas en manchas (grupos) no bien distribuidas a través del bosque. Por lo tanto, su regeneración juvenil también tiende a ser muy dispersa (Hubbell, 1979). Un muestreo forestal normalmente pone poco énfasis en, precisamente, determinar la abundancia de brinzales, por lo tanto, se instalan pocas parcelas de regeneración. Puede ser posible que durante el inventario se encuentre un alto número de brinzales para una especie, pero sólo en unos pocos lugares, resultando en un promedio de abundancia que proporcionará una idea errónea de su distribución. Por ende, se recomienda usar la frecuencia también como un indicador del nivel de ocupación. Se observa en el Cuadro 2 que sólo el 30% de las parcelas de regeneración tenían un brinjal comercial, lo cual significa que los 677 brinzales/ha no están bien distribuidos a través del área de muestreo. En Malasia se consideró un área adecuadamente regenerada cuando el 40% de las parcelas (4 m<sup>2</sup>) fueron ocupadas por un brinjal de especie comercial (Barnard, 1950). Dado que el tamaño de la parcela de regeneración en Arroyo Colorado es más grande (10 m<sup>2</sup>) de la que normalmente se usa (4 m<sup>2</sup>), la frecuencia recomendada debe ser también más alta. Tomando en cuenta que la parcela de regeneración tiene una extensión de 0,001 ha, una frecuencia

de 100% significaría que hay por lo menos 1000 brinzales que están uniformemente distribuidos. Por lo tanto, una abundancia de 1000 brinzales/ha podría ser aceptable si la frecuencia fuera cerca de 100%. De otra manera, la frecuencia mínima recomendada debe ser 60% con una abundancia de 2 000 brinzales/ha. Si hay menos de estas cifras, se debe pensar en métodos de inducir la regeneración. Por ejemplo, el Cuadro 1 señala 14 árboles/ha para los grupos POTCOM y SINVAL a partir de 50 cm dap. Esta alta abundancia puede estar impidiendo la regeneración de especies comerciales. Lo ideal sería aprovechar las especies POTCOM (potencialmente comercial), lo cual proporcionaría más luz al piso del bosque. También, la abundancia de palmeras puede ser un impedimento para la regeneración de ciertas especies (Denslow *et al*, 1991). En ciertas áreas de Petén, corozco (*Orbignya cohune*) puede formar rodales casi puros, previniendo la regeneración de muchas especies comerciales.

## VII. DETERMINACION DE LA CORTA PERMISIBLE

En la sección anterior se determinó que es posible manejar la mayoría de las especies comerciales bajo un sistema policíclico, pero no se han fijado cuántos árboles o volumen de madera se podrían aprovechar, ni cuántos años debe haber en el ciclo de corta. En cuanto a la producción sostenible es importante evaluar qué efecto tendrá el nivel de aprovechamiento presente (corta permisible) sobre las futuras cosechas dado el número de años en el ciclo de corta. Lo ideal sería calcular la corta permisible para el volumen aprovechable, pero dado los problemas potenciales del error de medición mencionado en la sección 5, sería más aconsejable estimarla para el número de árboles aprovechables. Esto brinda la ventaja de que los cálculos son simples, sin la necesidad de incluir incrementos volumétricos y adicionalmente el control en el campo es más sencillo. El método más sencillo para estimar la corta permisible y el efecto del ciclo de corta es el uso del "tiempo medio de paso" (TMP), que es el número de años necesarios para que un árbol crezca desde el inicio de una clase diamétrica al inicio de la próxima clase mayor. Cabe notar que hay desventajas con este método, tales como: i) asume que todos los árboles en una clase dada están creciendo igual al promedio, ii) supone que los diámetros de los individuos están sesgados al inicio de las clases y iii) no toma en cuenta el error de la estimación del incremento promedio (Bragg y Henry, 1983). A pesar de las desventajas, el método de TMP puede ser una guía práctica para fijar la corta permisible y comprobar el ciclo de corta en los bosques de Petén, donde el manejo forestal es incipiente. Para poder calcular el TMP, se necesita estimar las siguientes cifras:

- Ciclo de corta en años
- Tasa de incremento diamétrico de las especies de interés
- Tasa de mortalidad para las mismas especies.

## **1. Ciclo de corta**

La decisión sobre la duración del ciclo de corta se determina en función de las tasas de crecimiento de las especies a manejar, la abundancia de dichas especies, y los factores socioeconómicos de los usuarios del recurso. Considerando sólo los aspectos económicos, un ciclo de corta de relativamente pocos años saldría más rentable, especialmente, si al principio habría que invertir mucho en infraestructura. Desde el punto de vista de afectar al mínimo el ecosistema, serían preferibles aprovechamientos ligeros pero más frecuentes (Alder, 1992). Una consecuencia de un ciclo corto es que hay más intervenciones por rotación, aumentando la posibilidad de dañar la masa remanente. Los métodos de aprovechamiento de impactos reducidos asume aún más importancia cuando el ciclo de corta va reduciéndose.

Cuando haya presión para la tierra que parece estar desocupada, como es el caso en la RBM, un ciclo corto tiene también la ventaja de mostrar el uso activo del terreno en toda la unidad de manejo en un período breve. Dado estos factores, cuando sea posible, se recomienda un ciclo de corta de 25 años. Se aplica la metodología descrita por Alder (1992) para probar si las cosechas futuras serán adecuadas bajo este ciclo de corta.

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

Una estimación de la tasa de incremento diamétrico es de suma importancia en la planificación de la corta permisible. Pero, primero, es necesario distinguir entre los términos aplicados comúnmente. El incremento periódico anual (IPA) se refiere al promedio de la tasa de crecimiento en un tiempo determinado, usualmente se emplea con parcelas permanentes de medición, cuando la edad del rodal es desconocida. En contraste, el incremento medio anual (IMA) es el incremento total dividido por la edad del árbol. Con las fluctuaciones en el clima y las diferencias en las tasas de crecimiento entre etapas de desarrollo, el IMA puede ser mayor o menor que el IPA. Debido a que hay una ausencia de datos de crecimiento sobre un período de tiempo largo en Petén, especialmente para caoba y cedro, se van a agregar los pocos datos que hay con los de Quintana Roo, México, Belice y Bolivia. Snook (1993) para los bosques de México estimó que la caoba tenía un IMA de 0,24 a 0,95 cm, dependiendo de la edad del rodal. Este rango es semejante a lo reportado por Lamb (1966) en Belice para caoba de 0,36 a 0,91 cm/año. Para caoba en Chimanés<sup>1</sup>, Bolivia,

<sup>1</sup> Precipitación media anual. 2021 mm con cinco meses de verano

Gullison y Hubbell (1992) utilizaron anillos de crecimiento para estimar que el árbol promedio necesitó 105 años para alcanzar 80 cm dap, resultando en un IMA de 0,76 cm/año.

En un estudio realizado en la RBM en Petén, sobre las etapas ecológicas de sucesión en guamiles (bosque joven), se calculó un IMA para caoba y cedro de 1,0 cm/año y 1,1 cm/año respectivamente, sobre un promedio de 21 años de crecimiento diamétrico inicial (Gretzinger, 1994).

Tomando en cuenta lo anterior, para caoba y cedro se considera que un IMA de 0,6 cm puede ser conservador, especialmente si se mantienen los individuos libres de competición, tanto de competidores arbóreos como lianas. Para las especies ACTCOM se usan datos de tres años de crecimiento en parcelas permanentes ubicadas en San Miguel y San Francisco, Petén. Las especies comerciales cuyas copas han sido liberadas de competencia tenían un IPA<sup>2</sup> de 0,58 cm (San Miguel) y 0,9 cm (San Francisco)(Pinelo, 1996). Las mismas especies en parcelas testigo están creciendo en promedio 0,24 cm/año y 0,4 cm/año, respectivamente.

### **3. Reorganización de las clases diamétricas según el ciclo de corta e incremento**

Para tener una idea sobre la sostenibilidad de los aprovechamientos futuros, hay que reorganizar las clases diamétricas señaladas en el Cuadro 1. Cada clase nueva debe tener un rango en cm que corresponde al ciclo de corta, en este caso 25 años y el IMA (p.ej. 25 años x 0,58 cm/año = 14,5 o 15 cm). Entonces, en teoría, un árbol con su copa liberada que tiene 30 cm al principio, tendrá 45 cm dap después de un ciclo de corta. Si este árbol no fuera tratado, necesitaría 63 años para alcanzar un diámetro de 45 cm (DMC), o más del doble del tiempo (15 cm ÷ 0,24 cm/año = 62,5 años). Se supone que el IMA seguirá la misma tasa para todo el ciclo de corta, el cual probablemente no sucederá sin otra intervención silvicultural. Sin embargo, el modelo asume que los diámetros de los individuos están sesgados al inicio de las clases y esta suposición debe compensar si la tasa de incremento disminuye. Es decir, por ejemplo, en la nueva clase diamétrica de 30 a 44,9 cm, el modelo supone que los individuos que pertenecen a esta clase tienen un diámetro de 30 cm, cuando en realidad hay individuos más grandes. Por lo tanto, aún con un incremento disminuyente sobre el tiempo, muchos árboles en dicha clase llegarán a la próxima clase en 25 años o menos. Hasta que hayan datos sobre un período más largo, se considera que una tasa de incremento de 0,6 cm/año es confiable para todas las especies comerciales.

---

2 Significativo con prueba de Wilcoxon, prob.  $>|z|= 0,0001$ , n=45 tratado, n= 38 testigo

#### **4. Tasa de mortalidad**

Además de ser muy variable entre especies y aún en la misma especie entre tamaños, la mortalidad es dependiente de la competencia entre árboles por la luz, las condiciones del sitio y el clima. Por eso, lo ideal sería tener tasas de mortalidad por especie y zona promediadas sobre un período mínimo de 10 años. No se cuentan con estos datos para la RBM y por eso hay que hacer inferencias con otros sitios para los pocos datos existentes de Petén. Dado que la caoba y el cedro son capaces de vivir por siglos, sus tasas de mortalidad deben ser menores que el promedio, el cual fue comprobado en el estudio de Gullison (1995) en Bolivia. Dicho estudio mostró una tasa anual de mortalidad para caoba en sitios bien drenados de 1,5%, y en sitios susceptibles a inundaciones, la mortalidad fue más alta, llegando al 5,3%. No obstante, para las demás especies monitoriadas en los sitios inundables había un rango de mortalidad anual de 24 a 80%.

Muchas investigaciones sólo reportan la mortalidad en general, agrupando todas las especies monitoriadas, cuyo rango va de 1,06 a 3,5% anual (Mervart, 1972; Nicholson, 1979; Silva, 1989; Alder, 1993; citados por Alder, 1995). Para Petén, los datos preliminares de tres años de monitoreo muestran una tasa anual que varía de 0,78% para San Francisco, a 2,53% para San Miguel. Se calcularon las tasas para todas las especies, debido a que no había un número suficiente de individuos por especie. Cabe señalar que 1994 y 1995 fueron los años más secos en 10 años (INSIVUMEH), y debido a esto, es probable que las tasas de mortalidad promediadas para 10 a 25 años sean menores. Dado los resultados preliminares y los estudios en otras áreas, una tasa anual de mortalidad de 1,25% para caoba y cedro y 2% para las demás especies comerciales son aproximaciones aceptables, mientras no hayan datos más precisos.

#### **5. Estimación del número de semilleros**

La cifra ligada directamente a la corta permisible, es el número mínimo de semilleros necesarios para mantener las especies comerciales a niveles económicamente aceptables sobre el largo plazo. En Petén se considera, como una cifra mínima, que el 15% del número total de árboles aprovechables (dap 60 cm) de caoba y cedro deben ser árboles semilleros. Este porcentaje se basa en que aproximadamente 10% de estas especies de tamaño comercial son defectuosos, sin un volumen comercial (Stanley, 1994). Por lo tanto, es aconsejable dejar, por lo menos, un 5% adicional para tener fuentes de materia genética aceptable.

## 6. Estimación de la corta permisible

Dado los resultados de abundancia por clase diamétrica del inventario, el ciclo de corta y una aproximación de las tasas de incremento y mortalidad, se puede estimar la corta permisible y comprobar si el ciclo de corta es suficientemente largo para proporcionar cosechas económicas en el futuro. Alder (1992) describió un método sencillo para aproximar la corta máxima permisible que toma en cuenta dichas cifras y permite pronosticar el efecto, a largo plazo, que tiene la corta permisible y la factibilidad del ciclo de corta. El método fue modificado en Petén para incluir un mínimo porcentaje de semilleros (Cuadro 4). Si hay diferencias marcadas en los precios del mercado maderero, como en Petén, se debe aplicar el método aparte para los grupos comerciales.

Cuadro 4. Estimación de la corta permisible para caoba/cedro para cuatro ciclos de corta, aplicando el requisito de dejar 15% como árboles semilleros (reservados) para los dos primeros ciclos de corta. Datos del inventario Arroyo Colorado, Petén, Guatemala.

Clase diamétrica en el presente	15-29	30-44	55-60	60+
Años para alcanzar el DMC	+75	+50	+25	Presente
No. del ciclo de corta	años 4°	años 3°	años 2°	1°
Abundancia N/ha	0,72	0,4	0,4	1,3
Sobrevivencia %*	39	53	73	100
Abundancia al tiempo de prove. N/ha	0,281	0,212	0,292	1,3
No. de sobrevivientes del ciclo anterior N/ha	0,003	0,036	0,146	NA
<b>Corta máximo permisible N/ha</b>	<b>0,28</b>	<b>0,24</b>	<b>0,37</b>	<b>1,1</b>
Arboles reservados (semilleros) N/ha	0,004	0,008	0,068	0,200
% aprovechado del total disponible	98,6	96,8	84,5	84,6

\* Sobrevivencia se estimó a un tiempo determinado en el futuro empleando la siguiente fórmula:

$$S = (1 - m)^n * 100$$

donde:

m = mortalidad anual (0,0125)

n = número de años para llegar al ciclo de corta

s = Sobrevivencia en porcentaje

Para calcular el número de sobrevivientes del ciclo anterior se multiplica el porcentaje de sobrevivencia de la clase de interés, por el número de árboles reservados de la clase directamente mayor (por ejemplo, los 0,2 árboles/ha dejados como semilleros en la clase 60 + con una tasa de mortalidad igual a 1,25% tendrá una sobrevivencia de 0,146 individuos/ha después de 25 años).

En el Cuadro 4 se aplica la regla de dejar un 15% como semilleros para dos ciclos de corta. Se considera que después de 50 años de haber diseminado sus semillas, no habría necesidad de seguir con esta regla. El cuarto ciclo muestra la corta permisible maximizada, la cual ocurre cuando el porcentaje de árboles aprovechables del total disponible se acerca a 100%.

Desde el primer ciclo de corta al segundo, la corta permisible disminuye en 66%. Mientras que esto es una reducción significativa, el rendimiento todavía debe ser rentable. Hay una disminución entre el segundo y tercer ciclo de corta, también, desde un árbol aprovechable en cada tres hectáreas hasta un individuo en cada cuatro hectáreas. En cuanto a la sostenibilidad a nivel de especie, se debe examinar el número de semilleros/ha entre ciclos de corta. El Cuadro 4 implica que hay una reducción marcada entre los ciclos, lo que indica que se debe fomentar la regeneración de las dos especies valiosas durante el primer ciclo de corta, cuando todavía hay bastantes fuentes de semilla. Si no se realizan tratamientos para fomentar la regeneración, sería aconsejable aumentar el número de semilleros por hectárea hasta que se dejen aproximadamente 0,33 individuos/ha, número recomendado por Snook (1993).

En cuanto a las especies ACTCOM, el Cuadro 5 no muestra reducciones significativas entre ciclos de corta, sino un aumento en el tercer ciclo, lo cual se debe a una distribución diamétrica más "normal". Por lo tanto, el nivel de aprovechamiento debe ser sostenible. No obstante, es notable que sólo el 60% de los árboles en las clase 30-44 cm sobrevivirán hasta el próximo ciclo de corta, asumiendo un 2% de mortalidad anual en vez de 1,25% aplicado en el Cuadro 4. Esta diferencia en sobrevivencia es aún más marcada en 50 años, cuando habrá sólo un 36% de sobrevivencia. La reducción de la competencia entre árboles comerciales y no comerciales, a una edad relativamente joven, puede también reducir la mortalidad asociada con estos individuos comerciales.

**Cuadro 5. Estimación a la corta permisible en especies ACTCOM para tres ciclos de corta, aplicando la regla de dejar 15% como semilleros. Datos del inventario Arroyo Colorado, Petén, Guatemala.**

Clase diamétrica	15-29	30-44	45+
Años para alcanzar el DMC	50	25	Presente
No. del ciclo de corta	3	2	1
Abundancia N/ha	10,5	3,7	3,2
% mortalidad anual	2,0	2,0	2,0
Sobrevivencia %*	36	60	100
Abundancia al tiempo de aprove. N/ha	3,82	2,23	3,20
No. de sobrevivientes del ciclo anterior N/ha	0,122	0,302	NA
<b>Corta máxima permisible N/ha</b>	<b>3,89</b>	<b>2,20</b>	<b>2,70</b>
Arboles reservados N/ha	0,096	0,335	0,500
% aprovechado del total disponible	97,6	86,8	84,4

## VIII. CONCLUSIONES

La interpretación eficaz de los resultados de un inventario es esencial para planificar el manejo racional y sostenible de una concesión forestal. Para los planes de manejo en la RBM se recomienda poner un cuadro que resuma las interpretaciones hechas en el documento y sus subsiguientes conclusiones y recomendaciones. El cuadro siguiente (Cuadro 6) es una manera que muestra rápidamente el flujo lógico entre los resultados, las interpretaciones y las conclusiones.

**Cuadro 6. Resumen de los resultados de un inventario. Datos del inventario de Arroyo Colorado y la finca "Istancia", Petén, Guatemala.**

<b>Resultado</b>	<b>Interpretación</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones</b>
<b>1. Abundancia de fustales</b>	<b>a. Cedro sólo se encuentra en tamaños aprovechables.</b>	<b>1 a. Después del 1 ciclo de corta no habrá un número suficiente para sostener la producción.</b>
<b>2. Abundancia de brinzales y latizales</b>	<b>b. Grupo ACTCOM tiene una distribución normal.</b> <b>a. Cedro ausente.</b> <b>b. Brinzales de caoba son pocos, mientras hay considerable cantidad de latizales.</b>	<b>1 b. Para 1 rotación, parece posible producción sostenida.</b> <b>1 a-2 a. Es esencial fomentar la regeneración de cedro en el primer ciclo de corta, y hay que dejar un mínimo de 15% como semilleros.</b> <b>2 b. Debe aumentar la regeneración de caoba, e intentar reducir la mortalidad en la clase latizal mediante un raleo de liberación</b>
<b>3. Distribución diamétrica de área basal</b>	<b>a. Para ACTCOM, clase 10-20 está bajo mucha competencia, seguida por la clase 20-30.</b>	<b>3 a. Raleo de liberación para especies ACTCOM de 10 a 30 cm dap es recomendable</b>
<b>4. Gremios ecológicos</b>	<b>a. Cedro y caoba son heliófitas que abundan después de disturbios grandes</b>	<b>4 a. Para tener regeneración exitosa, sistema monocíclico más apropiado para especies AAACOM</b>
<b>5. Determinación de la corta permisible</b>	<b>a. Caoba disminuye en cada ciclo de corta</b> <b>b. No reducción en número aprovechado de spp ACTCOM</b>	<b>5 a. No es sostenible a mediano plazo, importante fomentar la regeneración mediante un sistema monocíclico.</b> <b>5 b. Producción sostenible a mediano plazo y probablemente para muchas spp no habrá problema a largo plazo.</b>

Cada conclusión en el Cuadro 6 está vinculada a un resultado específico, manteniendo el orden de la numeración. Por ejemplo, la interpretación del resultado (2) señala que cedro en la etapa brinzal estuvo ausente en las parcelas de regeneración, indicando: i) una baja o carencia total de abundancia en el bosque y/o ii) su distribución es tan dispersa que ninguna parcela cayó donde estaba la especie. La conclusión (1a-2a) toma en cuenta los resultados e interpretaciones de 1 y 2 con la recomendación que es importante fomentar la regeneración mientras haya todavía árboles grandes.

La evaluación del área basal (3) sugiere que los árboles entre 10 a 20 cm dap están bajo mucha competencia, por lo que un tratamiento de liberación puede ser beneficioso. Como se mencionó anteriormente en el documento, para la decisión final se debe realizar un muestreo diagnóstico.

Mientras la evaluación de los resultados (1) y (2) en el Cuadro 6 indica la necesidad de fomentar la regeneración, la clasificación de las especies en gremios ecológicos (3) sugiere la manera que se puede aumentar la regeneración de especies AAACOM. Un sistema monocíclico tendría más éxito para mantener las especies AAACOM a niveles aprovechables sobre el largo plazo. Dado que la mayoría de las especies ACTCOM son esciófitas parciales, no se debe aplicar un sistema monocíclico sobre toda el área, sino cerca de donde hayan semilleros de caoba y cedro.

El cálculo del corte permisible confirmó que a mediano plazo la producción no es sostenible para especies AAACOM, y con la disminución marcada de semilleros entre el primero y segundo ciclo de corta, es muy aconsejable fomentar la regeneración durante el primer ciclo para que a largo plazo las dos especies se mantengan a niveles aprovechables.

Finalmente, este documento no debe ser interpretado como un instrumento rígido con recetas inflexibles, sino como una guía que ofrece ideas y métodos sencillos para analizar los resultados de un inventario. Se debe recordar que los tipos de análisis pueden cambiar dependiendo mucho de los objetivos de manejo.

## BIBLIOGRAFIA

- AHG-APESA. 1992. Plan de desarrollo integrado de Petén: inventario forestal del departamento de Petén (Convenio gobiernos Alemania-Guatemala). Santa Elena, Petén, Guatemala. p. irr.
- ALDER, D. 1992. Simple methods for calculating minimum diameter and sustainable yield in mixed tropical forests. *In* Wise Management of Tropical Forests. Proceedings of the Oxford Conference on Tropical Forests. Ed. by F.R. Miller, K.L. Adam. Oxford Forestry Institute, University of Oxford. p. 189-199.
- ALDER, D. 1995. Growth modelling for mixed tropical forests. Tropical Forestry Papers No. 30. Oxford Forestry Institute. 231 p.
- BARNARD, R.C. 1950. The elements of Malayan silviculture. The Malayan Forester 13 (3): 122-136.
- BRAGG, C.; HENRY, N. 1983. Managing the tropical forest. *In*: Shepard, K. and Richter, H. (eds.) Tropical Forest Management Workshop. Development Studies Centre, The Australian National University, Gympie, Queensland, pp. 281-296.
- BRENES, H.; MARTINS, P. 1996. Sistema para evaluación, monitoreo y análisis forestal. Manual de uso para la entrada y análisis de datos. Borrador. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 83 p.
- CARRERA, F. 1996. Guía para la planificación de inventarios forestales en la zona de usos múltiples de la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Colección Manejo Forestal en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Publicación No. 3. Proyecto CATIE/CONAP, Turrialba, C.R. 40 p.
- CLARK, D. 1994. Plant demography. *In* La Selva: ecology and natural history of a Neotropical Rainforest. Ed. by L.A. Mcdade, S.B. Kamaljit, H.A. Hespeneide, and G.S. Hartshorn, Chicago: University of Chicago Press. pp 90-105.
- \_\_\_\_\_. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. *In* Clark, D.; Dirzo, R.; Fetcher, N. (eds). Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos. Revista de Biología Tropical (C.R.) 35 (supl. 1):40-45.

- CONAP. 1996. Plan Maestro de la Reserva de la Biosfera Maya. Colección Manejo Forestal en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Publicación No. 2. Proyecto CATIE/CONAP. Turrialba, C.R. 39 p.
- DAWKINS H.C. 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute (G.B.) Paper No. 34.
- DAWKINS H.C. 1963. Crown diameters: Their relation to bole diameter in tropical forest trees. Commonwealth Forestry Review, 2 (2): 318-333.
- DENSLOW, J. 1980. Gap responses of tropical shrubs to tree fall gap environments. Ecology 71:165-179.
- \_\_\_\_\_ ; NEWELL, E.; ELLISON, A. 1991. The effect of understory palms and cyclanths on the growth and survival of *Inga* seedlings. Biotropica 23:225-234.
- FINEGAN, B. 1993. Los gremios de especies forestales. Documento del Curso de Bases Ecológicas Para la Producción Sostenible. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 24 p.
- GALVEZ, J. 1996. Elementos técnicos para el manejo forestal diversificado de bosques naturales tropicales en San Miguel, Petén, Guatemala. M.S. Tesis, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 162 p.
- GRETZINGER S. 1994. Response to disturbance, community associations and successional processes on upland forest in the Maya Biosphere Reserve, Petén, Guatemala. M.S. Thesis, North Carolina State University, Raleigh, N.C. 94 p.
- GULLISON, R. E. 1995. Conservation of tropical forests through the sustainable production of forest products: The case of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. Ph.D. dissertation, Princeton 172 p.
- \_\_\_\_\_ ; HUBBELL, S.P. 1992. Regeneración natural de la mara (*Swietenia macrophylla*) en El Bosque Chimanes, Bolivia. Ecología en Bolivia 19: 43-56.

- HUBBELL, S.P. 1979. Tree dispersion, abundance, and diversity in a tropical dry forest. *Science* 203: 1299-1309.
- LAMB, F.B. 1966. Mahogany of tropical America: its ecology and management. Ann Arbor: University of Michigan Press, Ann Arbor.
- ORGANIZACION INTERNACIONAL DE MADERAS TROPICALES 1992. Criteria for the measurement of sustainable tropical forest management. ITTO- Policy Development Series No. 3. Yokohama, Japan. 5 p.
- PINELO, G. 1996. Dinámica del bosque Petenero: Avances de investigación en Petén, Guatemala. CATIE. Turrialba, Costa Rica 40 p.
- SNOOK L. 1993. Stand dynamics of mahogany (*Swietenia macrophylla*) and associated species after fire and hurricane in the tropical forests of the Yucatan Peninsula, Mexico. Ph.D. dissertation, Yale University, New Haven. 254 p.
- STANLEY, S. 1993. Análisis del inventario de la finca "La Istanica" Propiedad de CUDEP, Petén, Guatemala y recomendaciones para el manejo sostenible. CATIE Turrialba, Costa Rica 19 p. + anexos.
- STANLEY, S. 1994. Plan de manejo forestal, unidad de manejo Arroyo Colorado, Petén, Guatemala CATIE/CONAP. Turrialba, C.R. 64 p + anexos.
- STANLEY, S.; Gretzinger, S. 1996. Timber management of forest patches in Guatemala. *In: Forest patches in tropical landscapes*, editado por Schelhas J. y Greenberg.
- WYATT-SMITH, J. 1961. "A Review of Malayan Silviculture Today". *The Malayan Forester* 24: 5-18.

**ANEXO 1.****SIGLAS**

<b>CATIE</b>	<b>Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza</b>
<b>CECON</b>	<b>Centro de Estudios Conservacionistas</b>
<b>CITES</b>	<b>Convenio Internacional de Especies de Fauna y Flora en Peligro de Extinción</b>
<b>CONAMA</b>	<b>Consejo Nacional de Medio Ambiente</b>
<b>CONAP</b>	<b>Consejo Nacional de Areas Protegidas</b>
<b>DIGEBOS</b>	<b>Dirección General de Bosques y Vida Silvestre</b>
<b>DMC</b>	<b>Diámetro mínimo de corta</b>
<b>IMA</b>	<b>Incremento medio anual</b>
<b>INSIVUMEH</b>	<b>Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología</b>
<b>IPA</b>	<b>Incremento periódico anual</b>
<b>MD</b>	<b>Muestreo diagnóstico</b>
<b>OIMT</b>	<b>Organización Internacional de Maderas Tropicales</b>
<b>RBM</b>	<b>Reserva de la Biosfera Maya</b>
<b>SEMAFOR</b>	<b>Sistema para la Evaluación, Monitoreo y Análisis Forestal</b>
<b>TMP</b>	<b>Tiempo medio de paso (en años)</b>

**ANEXO 2. Listado de especies consideradas de valor económico cuando se realizó el inventario de Arroyo Colorado, Petén, Guatemala.**

Grupo económico/ Especie	Nombre común	Gremio ecológico valor numérico	Gremio ecológico nombre
<b>AAACOM</b>			
<i>Cedrela odorata</i>	cedro	5	heliófita durable
<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	5	heliófita durable
<b>ACTCOM</b>			
<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	malerio colorado	2	esciófita parcial
<i>Aspidosperma stegomeres</i>	malerio blanco	2	esciófita parcial
<i>Astronium graveolens</i>	jobillo	2	esciófita parcial
<i>Calophyllum brasiliense</i>	santa maría	2	esciófita parcial
<i>Gymnanthes lucida</i>	Guaciban	2	esciófita parcial
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	manchiche	4	heliófita durable
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	amapola	4	heliófita durable
<i>Schizolobium paahybum</i>	plumajillo	5	heliófita de rápido crecimiento
<i>Terminalia amazonia</i>	canxan	3	heliófita durable
<i>Vatairea lundelli</i>	danto	3	heliófita durable
<i>Zanthoxylum elephatiasis</i>	naranjillo	4	heliófita durable

**ANEXO 3. Listado de especies arbóreas existentes en las PPM establecidas por CATIE en Petén, Guatemala.**

No.	Nombre vernacular	Familia	Nombre científico	GRUPO COMERCIAL	
				MADERA	OTRO USO
1	<i>Aceituno eludo</i>	<i>Rosaceae</i>	<i>Hirtella americana</i>	SINVAL	FRUFAU
2	<i>Achiotillo</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Bernardita interrupta</i>	SINVAL	SINVAL
3	<i>Amapola</i>	<i>Bombacaceae</i>	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	ACTCOM	SINVAL
4	<i>Amate</i>	<i>Moraceae</i>	<i>Ficus sp</i>	SINVAL	FRUFAU
5	<i>Anona de Montaña</i>	<i>Annonaceae</i>	<i>Anona sp</i>	SINVAL	FRUFAU
6	<i>Bálsamo</i>	<i>Papilionaceae</i>	<i>Miroxylon balsamun</i>	POTCOM	MED
7	<i>Baquelac</i>	<i>Filacourtiaceae</i>	<i>Laetia thamnina</i>	SINVAL	SINVAL
8	<i>Bitze</i>	<i>Mimosaceae</i>	<i>Inga leptoloba</i>	SINVAL	FRUFAU
9	<i>Bojón negro</i>	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia gerascanthus</i>	SINVAL	SINVAL
10	<i>Bolunché</i>			SINVAL	SINVAL
11	<i>Cacho de venado</i>			SINVAL	SINVAL
12	<i>Campac/majagua</i>	<i>Tiliaceae</i>	<i>Mortoniadendron sp</i>	SINVAL	SINVAL
13	<i>Canisté</i>	<i>Sapotaceae</i>	<i>Pouteria campechiana</i>	SINVAL	SINVAL
14	<i>Canxán</i>	<i>Combretaceae</i>	<i>Terminalia amazonia</i>	ACTCOM	SINVAL
15	<i>Canté (madre cacao)</i>	<i>Papilionaceae</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	ACTCOM	MED/FORRAJE
16	<i>Caoba</i>	<i>Meliaceae</i>	<i>Swietenia macrophylla</i>	AAACOM	SINVAL
17	<i>Catalox</i>	<i>Caesalpiniaceae</i>	<i>Swartzia lundelli</i>	POTCOM	FRUFAU
18	<i>Cedrillo hoja fina</i>	<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea tonduzii</i>	POTCOM	SINVAL
19	<i>Cedrillo hoja grande</i>	<i>Meliaceae</i>	<i>Guarea excelsa</i>	POTCOM	SINVAL
20	<i>Cedro</i>	<i>Meliaceae</i>	<i>Cedrela odorata</i>	AAACOM	SINVAL
21	<i>Ceiba</i>	<i>Bombacaceae</i>	<i>Ceiba pentandra</i>	VENADO	POL
22	<i>Ceibillo</i>	<i>Bombacaceae</i>	<i>Ceiba aesculifolia</i>	SINVAL	POL
23	<i>Cericote</i>	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia dodecandra</i>	VENADO	FRU
24	<i>Chacaj blanco</i>	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera graveolens</i>	POTCOM	POL
25	<i>Chacaj colorado</i>	<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera simaruba</i>	POTCOM	MEDPOL

Continúa...

No	Nombre vernacular	Familia	Nombre científico	GRUPO COMERCIAL	
				MADERA	OTRO USO
26	Chalteco	Caesalpiaceae	Caesalpinia velutina	POT'COM	SIN'VAL
27	Chechén blanco	Euphorbiaceae	Sebastiania longicuspis	VENENO	SIN'VAL
28	Chechén negro	Anacardiaceae	Metopium brownei	POT'COM	VENENO
29	Chichipate	Papilionaceae	Sweetia paramensis	POT'COM	MET'INTES
30	Chico-zapote	Sapotaceae	Manilkara zapota	VEDADO	RESINA/FRU
31	Chile malache	Meliaceae	Trichilia glabra	SIN'VAL	SIN'VAL
32	Chile chichalaca	Sapindaceae	Allophylus sp	SIN'VAL	FRUFAU
33	Chilit	Myrsinaceae	Ardisia paschalis	SIN'VAL	SIN'VAL
34	Chilonché	Myrtaceae	Eugenia capuli	SIN'VAL	SIN'VAL
35	Chintoc blanco	Celastraceae	Wimmeria concolor	SIN'VAL	SIN'VAL
36	Chintoc negro	Rhamnaceae	Krugiodendron ferreum	SIN'VAL	SIN'VAL
37	Chique	Theaceae	Ternstroemia tepezapote	SIN'VAL	SIN'VAL
38	Chonté	Sapindaceae	Cupania macrophylla	SIN'VAL	SIN'VAL
39	Chununté			SIN'VAL	SIN'VAL
40	Cajón de caballo	Apocynaceae	Stemmadenia donnell-smithii	SIN'VAL	SIN'VAL
41	Cola de cohe	Mimosaceae	Pithecelobium arboreum	ACTCOM	POL
42	Coloc	Sapindaceae	Talisia floresii	SIN'VAL	FRUFAU
43	Copal	Burseraceae	Protium copal	SIN'VAL	MED/RESINA
44	Copó	Moraceae	Coussapoa oligocephala	POTCOM	FRUFAU/POL
45	Copó hoja fina			SIN'VAL	SIN'VAL
46	Danto	Papilionaceae	Vatairea lundellii	ACTCOM	SIN'VAL
47	Ek tic			SIN'VAL	SIN'VAL
48	Flor de chombo			SIN'VAL	SIN'VAL
49	Frente de toro	Moraceae		SIN'VAL	SIN'VAL
50	Guarumo	Moraceae	Cecropia obtusifolia	SIN'VAL	SIN'VAL
51	Guaya	Sapindaceae	Talisia olivaeformis	SIN'VAL	FRUPOI.

Continúa...

No.	Nombre vernacular	Familia	Nombre científico	GRUPO COMERCIAL	
				MADERA	OTRO USO
52	Hormigo	Papilionaceae	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	POTCOM	SINVAL
53	Hule	Moraceae	<i>Castilla elastica</i>	SINVAL	RES
54	Ixcajaguay	Solanaceae	<i>Cestrum racemosum</i>	SINVAL	SINVAL
55	Jabin	Papilionaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	POTCOM	POL
56	Jesmo	Mimosaceae	<i>Lysiloma sp</i>	POTCOM	SINVAL
57	Jobillo	Amacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	ACTCOM	FRUFAU
58	Jobo	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	POTCOM	FORRAJE
59	Jolol	Tiliaceae	<i>Nelotia sp</i>	SINVAL	SINVAL
60	Julub			SINVAL	SINVAL
61	Lagarto	Rutaceae	<i>Zantoxylon belizense</i>	POTCOM	SINVAL
62	Laurel blanco			SINVAL	SINVAL
63	Laurel negro	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	POTCOM	FRUFAU
64	Lain hembra	Ulmaceae	<i>Ampelocera hottlei</i>	POTCOM	SINVAL
65	Matilisquate	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	SINVAL	MED
66	Malerio blanco	Apocynaceae	<i>Aspidosperma stegomeris</i>	ACTCOM	SINVAL
67	Malerio colorado	Apocynaceae	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	ACTCOM	SINVAL
68	Manax	Moraceae	<i>Pseudolmedia panamensis</i>	POTCOM	FRUFAU
69	Manchiche	Papilionaceae	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	ACTCOM	SINVAL
70	Mano de león	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	POTCOM	FRUFAU
71	Matapalo	Moraceae	<i>Ficus radula</i>	SINVAL	SINVAL
72	Molinillo	Bombacaceae	<i>Quararibea fieldii</i>	SINVAL	SINVAL
73	Mora	Moraceae	<i>Clorophora tinctoria</i>	POTCOM	SINVAL
74	Naranjillo	Rutaceae	<i>Zantoxylum elephantiasis</i>	SINVAL	SINVAL
75	Ocbat	Mimosaceae	<i>Pithecolobium tonduzii</i>	SINVAL	SINVAL
76	Palo de deinte	Meliaceae	<i>Trichilia glabra</i>	SINVAL	SINVAL
77	Palo de gas	Burseraceae	<i>Tetragastris panamensis</i>	SINVAL	SINVAL

Continúa...

No.	Nombre vernacular	Familia	Nombre científico	GRUPO COMERCIAL	
				MADERA	OTRO USO
78	Palo espinudo	Mimosaceae	Acacia angustissima	POTCOM	SINVAL
79	Palo gusano/yaxmogen	Papilionaceae	Lonchocarpus guatemalensis	SINVAL	SINVAL
80	Papaturrito	Polygonaceae	Coccoloba reflexiflora	SINVAL	SINVAL
81	Papturro blanco	Polygonaceae	Coccoloba sp	SINVAL	SINVAL
82	Pasaque hembra	Simaroubaceae	Simarouba glauca	POTCOM	FRUFAU
83	Pasaque macho	Anacardiaceae	Mosquitoxylom jamaicemse	SINVAL	SINVAL
84	Pij	Auphorbiaceae	Gymnanthes lucida	POTCOM	SINVAL
85	Pimienta gorda	Mytaceae	Pimienta dioica	VEDADO	FRUMEPO
86	Plumajillo	Caesalpiniaceae	Schizolobium parahybum	ACTCOM	SINVAL
87	Pucsiquil	Rubiaceae	Faramaea occidentalis	SINVAL	SINVAL
88	Pucté	Combretaceae	Bucida buceras	POTCOM	SINVAL
89	Quina	Quinaceae	Quina schippii	SINVAL	MED
90	Quisainché			SINVAL	SINVAL
91	Ramón blanco	Moraceae	Brosimum alicastrum	POTCOM	FRUFAU/POL
92	Ramón colorado	Moraceae	Trophis racemosa	POTCOM	FRUFAU
93	Ramón oreja de mico	Moraceae	Brosimum costaricanum	POTCOM	FRUFAU
94	Roble	Boraginaceae	Cordia sp	SINVAL	FRUFAU
95	Roble blanco			SINVAL	SINVAL
96	Sacalanté Aguacatillo	Lauraceae	Ocotea sp	SINVAL	SINVAL
97	Sacuché	Verbenaceae	Rehdera penninervia	POTCOM	SINVAL
98	Sajap	Dilleniaceae	Curatella americana	SINVAL	SINVAL
99	Saltemuche	Rubiaceae	Simira salvadorensis	POTCOM	TINTES
100	Santa maria	Guttiferae	Calophyllum brasilienses	ACTCOM	SINVAL
101	Sastanté	Annonaceae	Xilopia frutescens	SINVAL	SINVAL
102	Silión	Sapotaceae	Pouteria amygdalina	POTCOM	SINVAL
103	Siqiyá	Sapotaceae	Chysohyllum mexicanum	SINVAL	FRUFAU
104	Son	Rubiaceae	Alseis yucatanensis	POTCOM	SINVAL

Continúa...

No.	Nombre vernacular	Familia	Nombre científico	GRUPO COMERCIAL	
				MADERA	OTRO USO
105	Sasni	Lauraceae	<i>Ocotea lundellii</i>	SINVAL	SINVAL
106	Subin colorado	Mimosaceae	<i>Acacia dolichostachya</i>	SINVAL	POL
107	Sufricay	Annonaceae	<i>Rollinia microcephala</i>	SINVAL	SINVAL
108	Suj	Mimosaceae	<i>Lysiloma desmostachys</i>	POTCOM	SINVAL
109	Suluté	Lauraceae		SINVAL	SINVAL
110	Sunza	Rosaceae	<i>Licania platypus</i>	SINVAL	FRU
111	Toma-hay	Flacourtiaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	SINVAL	SINVAL
112	Tempisque	Sapotaceae	<i>Bumelia mayana</i>	POTCOM	FRUFAU
113	Testap	Rubiaceae	<i>Guettarda comsbi</i>	POTCOM	SINVAL
114	Tinto	Caesalpiniaceae	<i>Haematoxylon campechianum</i>	SINVAL	TINTES
115	Tzalam	Mimosaceae	<i>Lysiloma bahamensis</i>	POTCOM	SINVAL
116	Tzol	Sapindaceae	<i>Blomia prisca</i>	SINVAL	FRUFAU
117	Yaxnik	Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	POTCOM	POL/FRUFAU
118	Yaxochoc			SINVAL	SINVAL
119	Zacuayúm	Sapindaceae	<i>Matayba oppositifolia</i>	POTCOM	SINVAL
120	Zapote mamey	Sapotaceae	<i>Pouteria mammosa</i>	POTCOM	FRU
121	Zapotillo hoja fina	Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>	SINVAL	FRUFAU

DESCRIPCION DE LOS GRUPOS COMERCIALES (MADERA)		OTROS USOS
AAACOM	<i>Altamente Comercial (cedro y caoba)</i>	FRU Frutos Comercializables
ACTCOM	<i>Actualmente Comercial</i>	MED Productos Medicinales
POTCOM	<i>Potencialmente Comercial</i>	POL Importante para apicultura
SINVAL	<i>Sin Valor Comercial</i>	FRUMEPO Frutos, medicinal, polen
VENENO	<i>Cáustico, no comercializable</i>	FRUIPOL Frutos y Polen
		FRUFAU Frutos importante para la fauna
		MEDPOL Medicinales y polen
		FORRAJE: hojas alimento para ganado
		RESINA: Resina y/o látex comercializable
		TINTES: Corteza utiliza para tenir
FUENTE: Listado de nombres Científicos: UNEPET, 1992 Listado grupos comerciales: CATIE/PBN, 1995		

**ANEXO 4. Especies listadas en los apéndices I y II de CITES que posiblemente se encuentran en El Petén.**

	Apéndice I	Apéndice II
FAMILIA	Especies	
LEGUMINOSEAE (FABACEAE)	<i>Dalbergia nigra</i>	<i>Pericopsis elata</i> <i>Platymiscium pleiostachyum</i> <i>Pterocarpus santalinus</i>
MELIACEAE		<i>Swietenia humilis</i> <i>Swietenia mahagoni</i>
PROTEACEAE	<i>Orothamnus zeyheri</i> <i>Protea odorata</i>	
ZYGOPHYLLACEAE		<i>Guaiaacum officinale</i> <i>Guaiaacum sanctum</i>