

CATIE  
ST  
IT-300

# MUESTREO DIAGNOSTICO: HERRAMIENTA UTIL EN LA TOMA DE DECISIONES SILVICOLAS

  
CONAP



Scott Alexander Stanley

Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP)

Manejo Forestal en la Reserva de la Biosfera Maya: No. 9

C647

.....

**Serie Técnica  
Informe Técnico N° 300**

**Colección Manejo Forestal en  
la Reserva de la Biosfera Maya  
Petén, Guatemala  
Publicación N° 9**

Biblioteca Herbario  
ORTÓN - IICA - CATIE

**12 MAY 1998**

**RECIBIDO**

Turrialba, Costa Rica

**MUESTREO DIAGNOSTICO: UNA HERRAMIENTA UTIL  
EN LA TOMA DE DECISIONES SILVICOLAS**

**Una guía para la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala**

Scott Alexander Stanley

**Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
Consejo Nacional de Areas Protegidas  
Proyecto CATIE/CONAP  
Turrialba, Costa Rica**

1998

IT-300

**El CATIE es una institución de carácter científico y educacional cuyo propósito fundamental es la investigación y enseñanza de postgrado en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales renovables aplicados al trópico americano.**



634.95097281

S789 Stanley, Scott Alexander

Muestreo diagnóstico: una herramienta útil en la toma de decisiones silvícolas; una guía para la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala / Scott Alexander Stanley. - Turrialba, C.R. : Proyecto CATIE/CONAP, 1997.

42 p. ; 27 cm. - (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; no. 300)

ISBN 9977-57-296-8

1. Silvicultura - Muestreo 2. Silvicultura - Toma de decisiones 3. Reserva de la Biosfera Maya - Guatemala I. Título II. Serie

# CONTENIDO

PRESENTACION .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vii
1. INTRODUCCION .....	1
2. DESARROLLO DEL MUESTREO DIAGNOSTICO .....	2
3. METODOLOGIA UTILIZADA EN EL PETEN.....	4
3.1 Planificación .....	5
3.1.1 Definición de especies comerciales .....	5
3.1.2 Estratificación del bosque .....	6
3.1.3 Intensidad del muestreo .....	7
3.1.4 Tamaño de la unidad de muestreo y colocación de las líneas .....	8
3.1.5 Equipo necesario .....	8
3.1.6 Cuadrilla técnica y estimación del rendimiento .....	9
3.1.7 Estimación de los costos.....	9
3.2 Implementación .....	9
3.2.1 La corta y medición de los transectos.....	9
3.2.2 Anotación de parámetros biofísicos .....	10
3.2.3 Anotación de todos los árboles $\geq$ DMC .....	10
3.2.4 Selección del árbol deseable sobresaliente .....	10
4. ANALISIS DE LOS RESULTADOS .....	11
4.1 Mapa de los estratos boscosos.....	11
4.2 Selección de áreas prioritarias para el tratamiento .....	12
4.3 Necesidad y urgencia de un tratamiento silvícola .....	16
4.4 Selección de los tratamientos silvícolas .....	16
4.4.1 Tratamiento de liberación .....	16
4.4.2 Corte de mejoramiento .....	16
4.4.3. Tratamiento de lianas .....	18
5. PROGNOSIS PARA LA FUTURA PRODUCCION DE MADERA .....	18
5.1 Estimación de la próxima cosecha .....	18
5.2 Sostenibilidad de los ciclos de corta .....	19
5.3 Area no ocupada por un deseable sobresaliente .....	19
6. CONCLUSIONES.....	20
BIBLIOGRAFIA .....	21
ANEXOS .....	25

## **ANEXOS**

<b>ANEXO 1. Listado de especies por grupos comerciales según su valor de madera para aserrío .....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXO 2. Formulario para un muestreo diagnóstico y explicación de los códigos .....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXO 3. Formulario para la tabulación de un muestreo diagnóstico .....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXO 4. Mapa de la reserva Bio-Itzá realizado con la post-estratificación del muestreo diagnóstico.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO 5. Instrucciones para usar el triángulo de interpretación .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXO 6. Abreviaturas usadas en el documento.....</b>	<b>41</b>

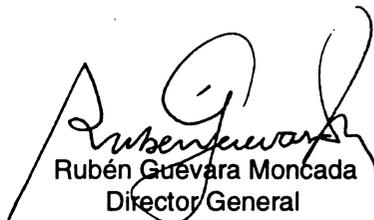
## **PRESENTACION**

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.

Con este trabajo se propone una técnica simple y de aplicación inmediata para la toma de decisiones silvícolas, con miras a optimizar el uso del bosque bajo manejo en el sistema de concesiones forestales en Petén. El autor se basó en la propuesta desarrollada por I.Hutchinson, adaptada a las condiciones locales. El documento aborda aspectos metodológicos, de planificación y ejecución de la técnica, y análisis de los resultados, lo que constituye una valiosa contribución de la Unidad de Manejo de Bosques Naturales del CATIE a la definición de un modelo de manejo bajo el sistema de concesiones en la Reserva de la Biosfera Maya.



Rubén Guevara Moncada  
Director General



## **AGRADECIMIENTO**

Este documento fue revisado y enriquecido por varias personas, a quienes agradezco su valiosa colaboración, en especial a Bas Louman, Gustavo Pinelo, David Quirós, Fernando Carrera y Steven Gretzinger. Una de las primeras personas en aplicar muestreos diagnósticos en los Neotrópicos fue Ian Hutchinson (de grata memoria), a quien siempre estaré agradecido por la experiencia y conocimientos que me brindó. También, agradezco al señor John Palmer sus valiosos comentarios e ideas sobre dicha técnica.

En el Petén, ha existido voluntad y ánimo por parte de los técnicos que trabajan en el manejo forestal, pero es evidente que hay falta de información. Espero que este documento ayude a llenar ciertos vacíos de información, para que el manejo forestal sirva de herramienta en la conservación de la Reserva de la Biosfera Maya.

Scott A. Stanley



## 1. INTRODUCCION

Aunque la explotación de los recursos forestales en el Petén datan desde el principio de este siglo, el interés en manejar sus bosques, con una visión a largo plazo, es reciente (Schwartz, 1990). Con dicho objetivo, en 1990, se creó la Reserva de la Biosfera Maya (RBM), que abarca 1.5 millones de hectáreas. El Estado, representado por el Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP), es el encargado de administrar la RBM, la cual ha sido dividida en tres zonas: Zona Núcleo, Zona de Usos Múltiples y Zona de Amortiguamiento. CONAP ha reconocido que la conservación de la Zona de Usos Múltiples depende mucho de las comunidades ubicadas en dicha área, quienes viven de los productos cosechados de la misma reserva. En esta zona los habitantes pueden seguir aprovechando los recursos forestales bajo el sistema de concesiones, como lo especifica la Ley 5-90.

La RBM está cubierta predominantemente de bosque, aunque la mayoría ha sido aprovechada varias veces para extraer caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*), especialmente en los alrededores de las comunidades y cerca de los caminos dentro de la reserva. Esto dificulta las actividades de manejo forestal, las cuales normalmente son pagadas por el aprovechamiento de dichas especies. Un bosque sin especies comerciales tendrá una menor probabilidad de ser conservado, por lo que es necesario recuperar los bosques degradados y mantener los que tienen todavía madera valiosa. Para lograr este objetivo se deben utilizar técnicas silvícolas que aumenten las tasas de crecimiento e induzcan la regeneración de las especies valiosas de una manera económica. Pero antes de tomar acciones para implementar un tratamiento silvicultural, es esencial contar con información sobre la presencia y estado de competencia de los árboles por favorecer.

Mientras que los inventarios forestales normalmente ejecutados pueden proporcionar alguna información sobre los individuos de especies comerciales que formarán las cosechas futuras, no se enfocan específicamente en ellos. Se necesita una metodología para la toma de decisiones silvícolas que sea: i) sencilla tanto de implementar como interpretar sus resultados, ii) económica, y iii) flexible para tomar en cuenta la variedad de objetivos de manejo y productos cosechados en la RBM. En lugares donde el manejo forestal es incipiente como en el Petén, el muestreo diagnóstico es efectivo para cumplir dichos objetivos y establecer un régimen de actividades silvícolas dirigidas a aumentar la tasa de crecimiento y reducir la mortalidad de los árboles inmaduros.

En este documento se presenta una metodología para realizar e interpretar un muestreo diagnóstico, la cual ha sido probada y aplicada por el CATIE en el Petén. Se presentan ejemplos de los muestreos diagnósticos realizados en San Miguel La Palotada, La Pasadita y la Reserva Bio-Itzá de San José, Petén, Guatemala.

Muchos estudios han mostrado una correlación positiva entre el crecimiento y la iluminación de las copas arbóreas (Dawkins, 1960; Augsburg, 1984; Clark y Clark, 1990; Gálvez, 1996). Por lo tanto, el cuantificar la iluminación que reciben las copas es un indicador de la necesidad de efectuar una liberación. El término de liberación en este documento se refiere a un raleo dirigido a liberar las copas de los árboles de futura cosecha, de la competencia superior y lateral. Aunque se pueden utilizar otros tratamientos silviculturales, este documento se enfocará sobre dicho tratamiento porque es eficaz y económico.

Dado que un muestreo diagnóstico (MD) se concentra en determinar la frecuencia y nivel de iluminación de ciertos árboles que constituirán las cosechas futuras, los resultados son idóneos para decidir sobre la necesidad de una liberación. Además de ser un método efectivo para diagnosticar la presencia y estado de ciertos individuos seleccionados, los resultados del MD proporcionan información sobre:

- El nivel de infestación de lianas en los árboles inmaduros de interés comercial.
- El número y volumen por hectárea de árboles mayores al diámetro mínimo de corta, el cual indica la rentabilidad de un aprovechamiento y sugiere si la cantidad de árboles grandes podría estar impidiendo la germinación de especies comerciales.
- La pos-estratificación del bosque basado en estados de intervención y/o desarrollo.
- El pronóstico sobre la sostenibilidad entre ciclos de corta.

## **2. DESARROLLO DEL MUESTREO DIAGNOSTICO**

El desarrollo del muestreo diagnóstico tiene sus raíces en Malasia, originalmente llamado el Sistema Lineal de Muestreo (Shrubshall, 1934). Este método se inició cuando se percataron de que la distribución espacial (frecuencia) de los brinzales era más importante que la abundancia absoluta, para decidir si un rodal era suficientemente regenerado (Browne, 1936). El método se basaba en el concepto del grado de ocupación adecuada para los brinzales. Tomando en cuenta la mortalidad natural, Brown (1936) consideró que 2 500 brinzales por hectárea de especies

comerciales, bien distribuidas a través del rodal, era un número suficiente para asegurar una cosecha rentable al tiempo de aprovechamiento. En este sentido se calculó el tamaño de la unidad de muestreo de la siguiente manera:

$$10\ 000\text{m}^2/1\text{ha} \div 2\ 500\ \text{brinzales/ha} = 4\text{m}^2/\text{brinzal}$$

Por lo tanto, se colocaron cuadrantes continuos (transectos) de 2 x 2 m a través de un compartimiento de corta antes del aprovechamiento, para determinar la composición y el porcentaje del área ocupada por los brinzales aceptables. Se permitió el aprovechamiento sólo cuando al menos el 40% de los cuadrantes estaban ocupados con un brinzal comercial. Entonces, un rodal con 40% de ocupación tendría 1 000 brinzales/ha distribuidos aceptablemente. Mientras que el sistema lineal de muestreo fue una mejora sobre conteos de regeneración, no proporcionó información acerca del estado de competencia de los individuos seleccionados, y la unidad de muestreo (1/2 500 de ha) era apta sólo para brinzales (Barnard, 1950a).

Para los rodales aprovechados que tenían una regeneración avanzada de latizales o fustales, existía la necesidad de determinar si las áreas estaban regeneradas satisfactoriamente y ganar información sobre el nivel de competencia. Landon (citado por Barnard, 1950b) modificó el principio del Sistema Lineal de Muestreo, dependiendo del tamaño promedio de la regeneración de interés. Él consideró que un rodal era suficientemente regenerado si habían 400 latizales/ha y 100 fustales/ha de especies comerciales bien distribuidos. Aplicando estas cifras, se modificó el tamaño del cuadrante (5 x 5 m y 10 x 10 m, respectivamente) para evaluar la regeneración más avanzada. En cada cuadrante se anotó la especie, clase de tamaño y clase de dominancia (dominante, co-dominante o dominado) para el individuo de especie comercial con mayor potencial de llegar al diámetro mínimo de corta (DMC) y que contaba con un fuste de buena forma. La técnica fue probada en Malasia en 1949, bajo el nombre de Muestreo Lineal de Regeneración (*Linear Regeneration Sampling*).

Después de la Segunda Guerra Mundial la demanda por madera aumentó sustancialmente y se introdujo la mecanización del aprovechamiento y aserrío en Malasia. Estos cambios, más que los requisitos ecológicos de las especies comerciales, provocaron la transformación del sistema policíclico a monocíclico, llamado el Sistema Uniforme Malayo. La inspección posterior de grandes áreas aprovechadas en forma descontrolada durante la ocupación japonesa, mostró una buena regeneración de especies valiosas en varios estados de desarrollo y competencia (Wyatt-Smith, 1961). El nuevo Sistema Uniforme Malayo y las

grandes extensiones aprovechadas, sin intervenciones silvícolas, hizo necesario la creación de un método rápido y económico para determinar cuales áreas tenían suficiente regeneración para justificar un manejo intensivo, así como el grado de urgencia en la realización de tratamientos silviculturales. Con estas innovaciones, el nuevo método de muestreo se convirtió en un muestreo diagnóstico verdadero, el cual incorporó la técnica de Dawkins (1958) para clasificar la iluminación de la copa, contando además con un parámetro que juzgaba la urgencia y el éxito potencial de un tratamiento silvícola basado parcialmente en la forma de la copa del árbol escogido en cada cuadrante. Se registró también, la incidencia de lianas en los árboles seleccionados y la presencia de palmeras en el cuadrante. Las unidades de muestreo eran iguales a las usadas en el Muestreo Lineal de Regeneración, pero en realidad se utilizaron esporádicamente cuadrantes de 5 x 5 m, porque no se consideraron necesarios para bosques regenerados normalmente bajo el Sistema Uniforme Malayo (Wyatt-Smith, 1961; Vincent, 1961).

En Nigeria, Africa y Australia (Queensland) durante la década de los años sesenta, se comprobó la utilidad y versatilidad del MD para evaluar una variedad de bosques tropicales y en cada lugar la técnica fue modificada para adaptarse a los objetivos de manejo y condiciones locales (Walker, 1962; Nicholson, 1972). Por ejemplo, en Costa Rica, con más de 100 especies arbóreas aceptadas en el mercado (DGF, 1988), frecuentemente se encuentra un árbol deseable sobresaliente mayor que 10 cm dap en cada cuadrante durante un MD, y por eso no se consideran brinzales ni latizales para el deseable sobresaliente. En otros lugares las clases de brinzales, latizales y fustales se definieron diferente. Por lo tanto, hay que tener cuidado en comparar los resultados de un lugar con otras áreas del mundo tropical.

En América Latina uno de los primeros en promover la técnica del muestreo diagnóstico fue Hutchinson (1991), quien la usó en Malasia y Costa Rica para decidir sobre la necesidad y tipo de tratamiento silvícola. Como en los MD anteriores, se registraba en cada cuadrante de 10 x 10 m, el mejor árbol que cumplía unos requisitos de calidad y que era menor al diámetro mínimo de corta, pero con la diferencia de que se podía escoger un latizal o brinzal como el deseable sobresaliente y aparte se anotaba el mejor árbol mayor al DMC.

### **3. METODOLOGIA UTILIZADA EN EL PETEN**

Durante el MD se recomienda que se midan todos los árboles mayores al DMC, para calcular estadísticamente el volumen de madera

aprovechable y la abundancia por hectáreas de árboles por encima del diámetro mínimo de corta (Stanley, 1992). Muchos de los bosques centroamericanos han sido aprovechados varias veces pero sin ningún tipo de manejo, dejando una alta abundancia de árboles grandes no comerciales que pueden impedir la regeneración de especies económicas. Por lo tanto, se puede perder información vital si sólo se registra un árbol grande en el cuadrante. También, la información ganada sobre el volumen de madera aprovechable puede aumentar la confiabilidad de un inventario general; en fragmentos boscosos este método puede sustituir a un inventario cuando los fondos y tiempo son limitados (Stanley y Gretzinger, 1996).

Como se mencionó anteriormente, la metodología presentada en este documento ha sido adaptada para los bosques del Petén, donde frecuentemente se combina un MD con un inventario de reconocimiento sobre áreas extensas. En el Petén, como en muchos otros sitios latinoamericanos, durante el aprovechamiento sólo se sacan 1 ó 2 árboles/ha y por eso, el efecto del aprovechamiento es mínimo sobre el aumento de luz para muchos árboles (Gálvez, 1995). Dicho aprovechamiento ligero hace posible realizar un MD durante el inventario de reconocimiento, ahorrando tiempo y dinero. En el futuro, si se cortan más especies, sería aconsejable realizar el MD después del aprovechamiento, para tomar en cuenta el cambio en la clase de iluminación de los deseables sobresalientes.

### **3.1 Planificación**

#### **3.1.1 Definición de especies comerciales**

Debido a la incertidumbre del mercado para especies potencialmente comerciales, es recomendable limitar la selección del deseable sobresaliente a las especies actualmente comerciales. Cabe notar que los resultados están estrechamente ligados al número de especies aceptadas en el mercado, el cual varía entre compradores y con el tiempo. Por lo tanto, es esencial realizar una revisión de la aceptabilidad actual del mercado hacia ciertas especies antes de que se inicie el MD. Donde haya una diferencia marcada en los precios para la madera entre especies, es aconsejable hacer grupos económicos diferentes, dando prioridad al grupo de especies altamente deseables. En el Petén, caoba y cedro forman el grupo AAACOM (altamente comercial), mientras que hay aproximadamente 15 especies (Anexo 1) clasificadas en el grupo ACTCOM (actualmente comercial).

Dado que se elige sólo un deseable sobresaliente por cuadrante, es importante establecer criterios claros de calidad para que el individuo seleccionado tenga el mayor potencial para llegar al DMC. El árbol escogido debe ser el más grande del cuadrante, sin exceder el DMC establecido para la especie, con una copa vigorosa, fuste no inclinado de largo comercial o con potencial para el futuro y sin enfermedades ni defectos. La excepción a la regla de tamaño es cuando haya una especie AAACOM y una de ACTCOM en el mismo cuadrante. Si las dos especies cumplen los criterios de calidad se debe escoger el árbol AAACOM aún si tiene menor diámetro, siempre y cuando los dos individuos estén en la misma clase de desarrollo (por ejemplo si los dos son fustales > 10 cm dap, se escoge el AAACOM, pero si el ACTCOM es un fustal y el AAACOM es un latizal, se elige el ACTCOM). Para no dar una impresión falsa sobre la producción potencial futura del rodal, es importante que el deseable sobresaliente no sea mayor que el DMC, debido a que este individuo probablemente sería aprovechado en el corto plazo, o no sobreviviría hasta el próximo ciclo de corta.

### 3.1.2 Estratificación del bosque

Para minimizar el porcentaje del área muestreada y para que los resultados tengan más confianza es recomendable estratificar el bosque por estados de intervención, densidad y topografía. Hay imágenes de 1995 que cubren la mayoría del Petén, que se pueden usar para la pre-estratificación, además, el Cuadro 1 muestra los estratos recomendados.

Cuadro 1. Estratos recomendados para planificar un Muestreo Diagnóstico en el Petén.

Topografía	Estado de desarrollo	Densidad de vegetación
Bajo (partes inundables)	guamil (bosque joven)	denso
Llanura (bien drenada)	bosque secundario/ bosque primario	ralo denso
Loma o karst		ralo

En la pre-estratificación no se contempla incluir la altura del dosel superior, debido a que en las imágenes no se pueden distinguir bien, pero se registra este parámetro en el campo durante el MD para hacer una post-estratificación. Aunque hay diferencias marcadas entre un bosque primario y uno secundario, en cuanto a la composición de especies, tampoco se

puede distinguir con las imágenes. Pero si es necesario, los resultados del MD permiten una estratificación más detallada.

### 3.1.3 Intensidad del muestreo

Originalmente, se determinaba la intensidad del muestreo con base en el porcentaje total de la superficie. En Malasia, empíricamente, se aplicaba un rango entre 5 a 10% para el MD. Sin embargo, varios autores han recomendado que el porcentaje no es tan importante como el número mínimo de cuadrantes que cubren bien la variabilidad del estrato (Hutchinson, 1993; Palmer, 1995). Hutchinson (1993), recomendó un número mínimo de 100 cuadrantes. Peña y Castillo (1996) comprobaron, aplicando una prueba estadística multinomial, que dicha recomendación tenía una cota de error máxima del 8% a un nivel de confianza del 95%. Mientras que para extensiones pequeñas, como áreas de aprovechamiento anual (< 100 ha) dicha cifra puede ser adecuada, en las unidades de manejo en el Petén, se recomiendan 500 cuadrantes (5 km de transectos) como una cantidad mínima por estrato. Si se estratifica bien, dicho número mínimo debe ser adecuado. Palmer (1995), aconseja que se instalen por lo menos dos líneas de transectos por área de muestreo. Debido a que se aprovechan las líneas que llegan a las parcelas de inventario para realizar el MD, normalmente, se muestrean más de 500 cuadrantes.

Se puede usar un muestreo estratificado al azar o sistemático, aunque este último muestreo sistemático tiene beneficios adicionales, tales como el hecho de ganar información valiosa para mapear el sitio.

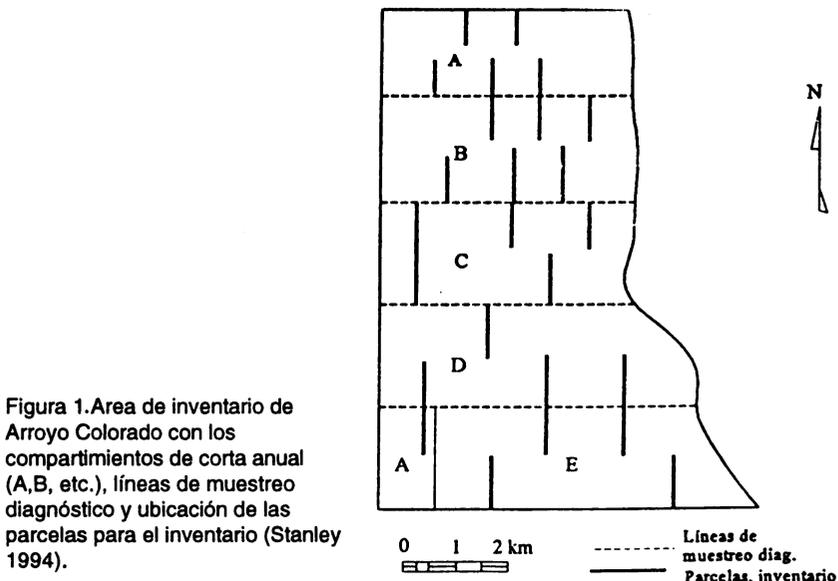


Figura 1. Área de inventario de Arroyo Colorado con los compartimientos de corta anual (A, B, etc.), líneas de muestreo diagnóstico y ubicación de las parcelas para el inventario (Stanley 1994).

### 3.1.4 Tamaño de la unidad de muestreo y colocación de las líneas

Las parcelas de 10 x 10 m, son una medida conveniente y corresponden a un grado de ocupación máxima de 100 árboles/ha uniformemente espaciados. Este número de árboles, como una cifra máxima que puede ocupar el sitio sin mucha competencia, concuerda con un estudio de Dawkins (1963), quien mostró que para 17 especies tropicales existe una relación promedio de 20:1 entre la copa y el diámetro del fuste. Datos de caoba de una investigación en Quintana Roo, México, indican una relación semejante (Snook, 1993). Aplicando esta relación a un bosque con un DMC de 50 cm, resulta que el promedio de las copas de los árboles, al llegar al DMC, tendría una copa con un diámetro de 10 m, la cual con un espaciamiento cuadrado ocuparía 100 m<sup>2</sup>. Normalmente, el manejo forestal puede ser rentable aprovechando mucho menos de 100 árboles/ha, entonces se puede considerar que esta cifra contempla la mortalidad.

El tamaño del cuadrante (10 x 10 m) para un muestreo diagnóstico, no coincide con la unidad usada para inventarios (10 x 50 m) en el Petén. Por lo tanto, para evitar posibles errores y confusión, no es aconsejable realizar el MD en las mismas parcelas a la vez con el inventario. El método recomendado es aprovechar las líneas de entrada que normalmente se abren para llegar a las parcelas de inventario. Como ejemplo, la Figura 1 muestra las líneas de entrada donde se aplicó un MD y la ubicación de las parcelas de inventario en Arroyo Colorado. También, las líneas de entrada sirvieron para delimitar parcialmente las áreas anuales de aprovechamiento, lo que ayuda a disminuir los costos de manejo.

### 3.1.5 Equipo necesario

Una ventaja adicional en el muestreo diagnóstico es que no se necesita mucho equipo para ejecutarlo en el campo. Se recomienda la siguiente lista de equipo para el Petén:

- Formularios diseñados para el MD (Anexos 2 y 3)
- Hoja cartográfica, escala 1:50,000
- Brújula, cinta métrica y diamétrica
- Cinta plástica de dos colores
- Clinómetro graduado en porcentajes
- Lápices de cera o marcadores para escribir la distancia sobre la línea.

### 3.1.6 Cuadrilla técnica y estimación del rendimiento

Se ha comprobado que el número más efectivo de personas para una cuadrilla consiste en cinco personas. Una cuadrilla entrenada es capaz de realizar un promedio de 100 cuadrantes continuos por día, lo cual equivale a un kilómetro de línea de transecto, dependiendo del terreno y la vegetación. Con menos personas el rendimiento se reduce y al aumentar el número de personal no se logra más rendimiento. Se debe enfatizar la importancia de contar con un “baquiano” que conozca la mayoría de las especies arbóreas. La confiabilidad de los resultados está directamente vinculada al conocimiento del baquiano.

**Cuadro 2. División de cargos para la cuadrilla técnica del muestreo diagnóstico y las responsabilidades correspondientes.**

Cargo	Responsabilidad
Jefe de cuadrilla	llena los formularios y mantiene un chequeo de calidad sobre todo el proceso
Baquiano	identifica los deseables sobresalientes y especies > DMC y mide los diámetros
Jefe asistente	fija la dirección y distancia de las líneas
Jornaleros (obreros)	abren las líneas de entrada y ayuda a medir distancias

### 3.1.7 Estimación de los costos

El bajo costo de un MD es una ventaja especialmente para comunidades, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales con presupuestos limitados. Con el personal mencionado en el Cuadro 2, se estima que el costo es aproximadamente de \$100.00 por día. Para tener una aproximación del costo de un MD, se puede dividir el largo total de los transectos que se van a realizar por el rendimiento diario anteriormente mencionado de 1 000 metros de transecto (100 cuadrantes) y se multiplica por \$100.00/día.

## 3.2 Implementación

### 3.2.1 La corta y medición de los transectos

Es importante que se corte la mínima cantidad de vegetación durante la apertura de los transectos (picas), ya que muchas veces en un cuadrante el árbol seleccionado como deseable sobresaliente, puede ser un brinjal con una altura de 30 cm, susceptible de ser dañado fácilmente.

El jefe asistente y los dos obreros van adelante midiendo unidades de 10 m, dejando una "baliza" a cada medida. Las balizas llevan cinta plástica de color rojo y además, cada 50 m las balizas llevan cinta azul indicando la distancia acumulada. Se debe anotar esta distancia en el formulario. La pica forma el eje central para los cuadrantes continuos que tienen sus límites a 5 m cada lado. Los límites no se miden, sólo se debe medir la distancia perpendicularmente desde la línea central al árbol de interés, cuando aparezca cerca del borde del cuadrante.

### 3.2.2 Anotación de parámetros biofísicos

El Anexo 2 muestra el formulario recomendado para el MD en el Petén. Se puede incorporar más clases al estado de intervención (p.e. evidencia de incendio) si su adición ayudaría en la toma de decisiones de manejo. También, se debe estimar la altura del dosel superior en el cuadrante.

### 3.2.3 Anotación de todos los árboles $\geq$ DMC

En cada cuadrante se deben anotar TODOS los árboles mayores o iguales al DMC. Cabe notar que se deben registrar todas las especies independientemente de su valor económico. Lo anterior es importante por tres razones: i) se puede calcular el volumen aprovechable de madera con límites de confianza, ii) los grupos económicos no son estáticos, por lo que pueden cambiar en intervalos cortos de tiempo, y iii) sugiere si el número por hectárea de árboles grandes podría estar impidiendo la regeneración de especies comerciales. Para los árboles grandes, se registran su dap, calidad de fuste y altura comercial. Estos parámetros están definidos en el Anexo 2.

### 3.2.4 Selección del árbol deseable sobresaliente

El propósito es indicar si el cuadrante está ocupado por un deseable sobresaliente, anotar su clase de desarrollo o diámetro para árboles mayores de 10 cm dap, y cuantificar la iluminación de la copa, aplicando la escala de Dawkins (1958), que se encuentra en el Anexo 2. Donde la abundancia de lianas sea problemática, se debe apuntar el nivel de infestación para cada árbol escogido (Anexo 2). Para árboles deseables hay tres clases de desarrollo, brinzales, latizales y fustales. Para brinzales debido a su amplio rango (30 cm altura a 4.9 cm dap), se recomienda dividir la clase en dos subclases: i) brinzales pequeños de 30 cm a 1.9 m altura, y ii) brinzales grandes de 2 m altura total con 4.9 cm dap. No es necesario anotar el dap para brinzales ni latizales, sólo anotar su etapa de desarrollo. Hutchinson (1993) recomendó para los cuadrantes no ocupados con un deseable sobresaliente, que se indique si es productivo o no (cuerpos de agua, sitios muy pedregosos, etc.), para saber el porcentaje del área que no es capaz de producir madera.

## **4. ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

Se puede dividir el análisis de los resultados del MD en dos componentes básicos, la diagnosis del estado presente del rodal y la prognosis para sostener futuras cosechas. La diagnosis del rodal incluye las siguientes faenas:

- Un mapa que muestra los estratos aproximados de la unidad de manejo realizados mediante la pos-estratificación utilizando los datos tomados durante el MD.
- La selección de áreas prioritarias para el tratamiento silvícola, indicadas en el mapa.
- La necesidad y urgencia del tratamiento.
- El tipo de tratamiento requerido: liberación, corte de mejoramiento, corta de lianas, etc.

Con el propósito de mostrar diferencias entre áreas boscosas, en el presente documento se utilizaron los resultados del MD realizado en las unidades de manejo, Bio-Itzá, la Pasadita y Arroyo Colorado. Cabe señalar que la verdadera utilidad de un muestreo diagnóstico está en la planificación de actividades silvícolas, dentro de una unidad de manejo y/o un área de aprovechamiento anual. El MD puede ayudar a definir los estratos boscosos y dentro de estos, lo que en este documento se define como unidades silvícolas. Estas unidades pueden abarcar uno o más compartimentos anuales de corta y son áreas donde se lleva a cabo la misma serie de tratamientos. Con los resultados de un MD se debe dibujar un mapa, que muestre las unidades silvícolas e indicar el nivel de prioridad (en colores diferentes) y las actividades requeridas para cada unidad. Dichos mapas son fácilmente entendidos por los propietarios del bosque, y por eso se deben incluir en el plan de manejo.

### **4.1 Mapa de los estratos boscosos**

En 1992, técnicos del CATIE llevaron a cabo un MD conjuntamente con un inventario forestal en la Reserva Bio-Itzá, San José, Petén, Guatemala. Sin embargo, debido a la falta de disponibilidad de una imagen satélite del área, ya que las aerofotografías tenían más de 15 años de haber sido tomadas, no se pudo pre-estratificar el bosque. Pero se anotaron los datos biofísicos en los cuadrantes continuos del MD a través de la Reserva, haciendo posible una post-estratificación aproximada (Anexo 4).

## 4.2 Selección de áreas prioritarias para el tratamiento

En áreas grandes y con problemas de escasez de fondos por parte de las comunidades, es importante establecer niveles de prioridad para determinar cuáles áreas deben recibir tratamientos silvícolas. En Malasia y Australia se consideró que para justificar el costo de tratamientos, un área tenía que contar con al menos un 40% del grado de ocupación de deseables sobresalientes a partir de 10 cm dap (Wyatt-Smith y Shahid, 1958; Nicholson, 1972). Se considera que para el Petén esta cifra es aplicable. Aunque debe destacarse que entre más especies aprovechables hayan, más fácil será alcanzar dicho grado de ocupación.

La estimación del nivel de prioridad debe tomar en cuenta que hay mucha diferencia en los precios del mercado entre los dos grupos comercialmente aceptados y que esta diferencia probablemente se mantendrá en el futuro. Por ende, se debe examinar, también, el grado de ocupación para sólo los AAACOM, asignando prioridad a las áreas que tienen un mayor porcentaje de ocupación por dichas especies. El último parámetro que se debe analizar es el porcentaje de los deseables sobresalientes que tiene copas no muy bien iluminadas. El Cuadro 3, muestra los resultados para las tres variables mencionadas.

**Cuadro 3.** Porcentaje de cuadrantes ocupados por un deseable sobresaliente (DS) y porcentaje de los DS que tienen copas con una iluminación deficiente para las unidades de manejo Bio-Itzá, La Pasadita y Arroyo Colorado (Los MD realizados con la misma lista de especies comerciales).

Sitio	N <sup>a</sup>	Cuadrantes ocupados por un DS (%)		Iluminación deficiente <sup>b</sup>
		AAA +ACTCOM 10 cm dap	AAACOM 5 cm dap	(%) AAA + ACTCOM
Bio-Itzá	225	39	15	41
Pasadita	3744	24	3	55
Arroyo Colorado	1529	21	4	38

<sup>a</sup> N = número de cuadrantes (10 x 10 m) instalados en cada muestreo diagnóstico (MD)

<sup>b</sup> porcentaje del total de los cuadrantes que tienen una especie comercial.

Normalmente, se restringe el análisis del grado de ocupación a partir de 10 cm dap, dependiendo de la frecuencia de las especies consideradas comerciales. Sin embargo, para caoba y cedro, dado su alto valor económico, escasez en los tamaños menores y que son incapaces de crecer bajo sombra, valdría la pena considerarlas a partir de 5 cm dap.

En el caso de los tres sitios señalados en el Cuadro 3, parece que la Bio-Itzá debe ser el área prioritaria. Primero, porque la Bio-Itzá casi alcanza la cifra mínima del grado de ocupación de 40% para los deseables sobresalientes, de este total hay 15% que son caobas o cedros. El 40% de los DS tiene copas con iluminación deficiente. Sin embargo, dada la interrelación de las tres variables, a veces no será tan sencillo determinar el área prioritaria. Por lo tanto, en casos semejantes varios autores han desarrollado triángulos que analizan las tres variables, para facilitar la interpretación de los resultados (Holdridge, 1947; Dawkins, 1966).

Este documento emplea un triángulo de interpretación (Figura 2) semejante a lo que usó Dawkins (citado por Palmer, 1995), pero modificado para las condiciones del Petén. El triángulo está dividido en tres partes llamadas zonas 1, 2 y 3; y se dividen estas zonas por subzonas (e.j. 2a, 2b

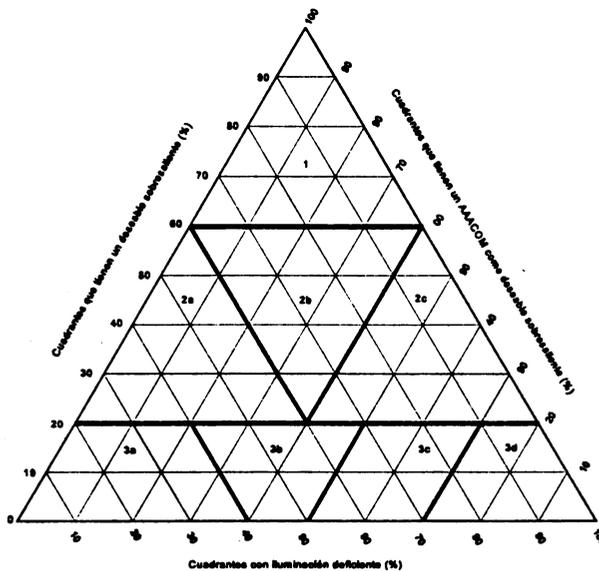


Figura 2. Triángulo de interpretación para un muestreo diagnóstico (ver Anexo 5 para las instrucciones).

y 2c). Se interpreta la Figura 2 calculando la intersección de las tres variables señaladas en el Cuadro 3, y se selecciona la zona y subzona que tiene el mayor número de triangulitos. Si el mayor número cae en la zona 1 significa que un tratamiento es necesario y urgente.

El área donde se realizó el MD tiene un alto porcentaje de especies valiosas y las copas de estos árboles no están bien iluminadas. Lo anterior implica que los deseables sobresalientes no están creciendo a su óptimo y están sujetos a altas tasas de mortalidad. Si la intersección cae en la zona 2, significa que se debe llevar a cabo un tratamiento para favorecer los deseables sobresalientes, pero no es tan urgente como en la zona 1. Dentro de la zona 2, se fija el nivel de prioridad para diferentes áreas según la subzona, siendo la subzona 2b la de mayor prioridad (ver Anexo 5 para una explicación completa). Para la zona 3, un tratamiento para favorecer los DS normalmente no es necesario, aunque podría darse la necesidad de llevar a cabo un tratamiento para inducir la regeneración.

El porcentaje de cuadrantes ocupados con un deseable sobresaliente es la variable más influyente para determinar en cuál zona cae la mayoría de la intersección. Se construyó el triángulo de tal manera que dicha variable tiene que alcanzar cerca del 40% de ocupación, para que la mayoría de la intersección quede en la zona 2. Las Figuras 3, 4 y 5 muestran los resultados de los tres sitios.

Figura 3. Triángulo de interpretación para los resultados de un muestreo diagnóstico en Bio-Itzá.

Número de triangulitos por zona			
2a:	8	3a:	-
2b:	4	3b:	8
2c:	11	3c:	8
		3d:	5.5
<b>Total</b>	<b>23</b>		<b>21.5</b>

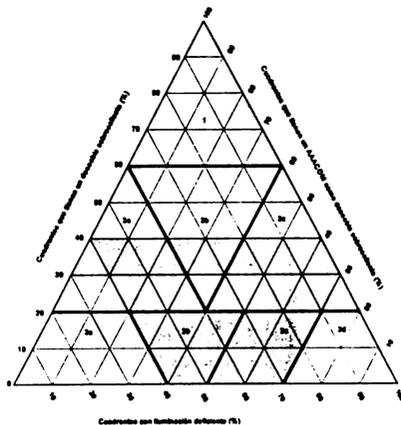


Figura 4. Triángulo de interpretación de los resultados de un muestreo diagnóstico en La Pasadita.

Número de triangulitos por zona			
2a:	-	3a:	-
2b:	-	3b:	2
2c:	3	3c:	7
		3d:	7.7
<b>Total</b>	<b>3</b>		<b>16.7</b>

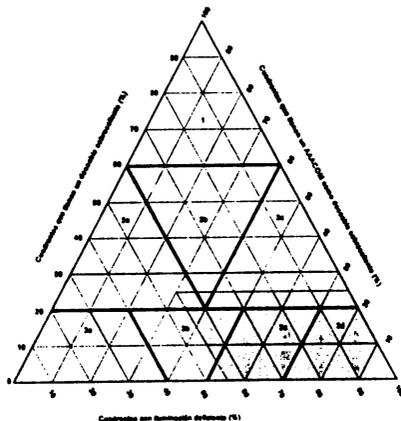
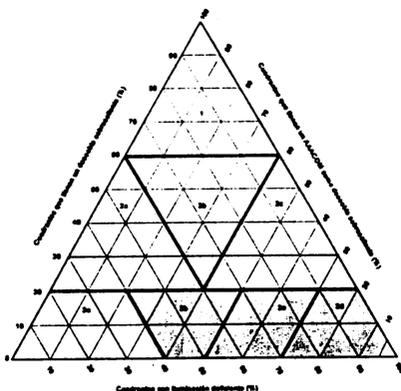


Figura 5. Triángulo de interpretación para los resultados de un muestreo diagnóstico en Arroyo Colorado.

Número de triangulitos por zona			
2a:	-		
2b:	8		
2c:	8		
3d:	7.5		
<b>Total</b>	<b>3</b>		<b>23.5</b>



### 4.3 Necesidad y urgencia de un tratamiento silvícola

De las Figuras anteriores se observa fácilmente la diferencia entre los tres sitios, para Bio-Itzá la mayoría de la intersección (parte sombreada) del triángulo queda en la zona 2. Esto implica que un tratamiento para favorecer los deseables sobresalientes es necesario y tendría mayor impacto con menos costos por hectárea en este sitio comparado con las otras unidades de manejo. Se observa, también, que esta unidad de manejo tiene el mayor porcentaje de los DS que pertenece al grupo AAACOM, el cual aumenta la importancia de un tratamiento. El bajo grado de ocupación de los DS en la Pasadita muestra que probablemente no se justifica un tratamiento para favorecer los DS, pero si hubiera fondos disponibles se podría realizar a una escala pequeña.

### 4.4 Selección de los tratamientos silvícolas

#### 4.4.1 Tratamiento de liberación

El propósito de este documento no es evaluar detalladamente las ventajas y desventajas de varios tratamientos silviculturales. En el caso de Bio-Itzá, los resultados del MD sugieren que es necesario un tratamiento silvicultural. De los tratamientos disponibles para disminuir la competencia de luz entre otros factores, el raleo de liberación tiene ventajas, tales como: menos impacto al medio ambiente, es económico comparado con otros tratamientos, y se enfocan los esfuerzos directamente hacia los árboles con mayor potencial que constituyen las futuras cosechas (Hutchinson, 1993). Mientras que un tratamiento de refinamiento que elimina ciertas especies sin valor económico proporciona más luz a los comerciales, el efecto es casual y se requieren más esfuerzos. La eliminación de ciertas especies aún en áreas limitadas no es recomendable para la RBM, la cual tiene múltiples objetivos de manejo.

#### 4.4.2 Corte de mejoramiento

*no nuevo  
al Redwood of  
R.F.C*

El tratamiento de mejora, normalmente, se enfoca en eliminar los árboles viejos, no comerciales y mal formados. Muchos autores consideran que la eliminación de estos árboles debe ser el primer paso en bosques no manejados anteriormente (Baur, 1964; Wadsworth, 1987; Hutchinson, 1991). Por lo tanto, éste es uno de los propósitos de registrar todos los árboles de cualquier especie encontrados en el cuadrante, a partir de DMC. Al examinar el Cuadro 4 se puede determinar si la abundancia de árboles grandes podría impedir la regeneración de especies comerciales.

**Cuadro 4. Número de árboles por hectárea mayor o igual que el diámetro mínimo de corta en el estrato de bosque alto aprovechado de la Reserva Bio-Itzá, San José, Petén, Guatemala (1 016 cuadrantes de 10 por 10 m).**

Grupo económico	Calidad de troza	
	Aceptable	No aceptable
<b>Comercial</b>		
AAACOM	-	0.2
ACTCOM	6.5	0.3
<b>No comercial</b>		
POTCOM <sup>a</sup>	2.9	0.7
SINVAL <sup>b</sup>	2.5	0.6
VEDADO <sup>c</sup>	-	-
<b>Total</b>	<b>11.9</b>	<b>1.8</b>

<sup>a</sup> Especies potencialmente comerciales

<sup>b</sup> Especies sin valor económico

<sup>c</sup> Especies protegidas por ley o que proporcionan productos no maderables.

Dado el estado cambiante de los mercados, de los 6.7 árboles/ha no comerciales, señalados en el Cuadro 4, los POTCOM de buena forma podrían ser comercialmente aceptados en un futuro cercano y por eso no se deben eliminar. No se encontraron especies vedadas mayores al DMC, pero si se hubieran encontrado, no se podrían cortar dado su estado protegido. Por lo tanto, sólo cuatro árboles/ha (2.5 + 0.2 + 0.3 + 0.7 + 0.6) podrían ser eliminados por un tratamiento de mejora.

Hay que tomar en cuenta que La Reserva de la Biosfera Maya es manejada para múltiples objetivos, y que la producción de madera no es la única consideración. Por ejemplo, los árboles grandes del dosel superior proporcionan hábitat para la avifauna, importante también porque aumentan la distribución vertical de follaje (Harris, 1984). En consideración de tales funciones, se recomienda que en áreas de producción de madera, se eliminen dichos árboles grandes únicamente cuando su total exceda los 10 árboles/ha, o cuando estén directamente compitiendo con un árbol de valor económico. Esta regla se basa en la relación de 20:1 anotada por Dawkins (1963) entre el diámetro de la copa y el dap, e implica que los 10 árboles/ha con un dap promedio de 50 cm "sombrearían" al menos 10% de la superficie del área. En el caso de Bio-Itzá, no se recomienda un tratamiento específico para eliminar los árboles grandes.

### 4.4.3 Tratamiento de lianas

Dependiendo del nivel de infestación, las lianas pueden afectar negativamente el crecimiento de los árboles. Clark y Clark (1990) determinaron que hubo una correlación alta entre la cantidad de bejucos que tenía un árbol y su crecimiento en un bosque húmedo de Costa Rica. Sin embargo, en San Miguel, Petén, Gálvez (1995) no pudo encontrar una correlación significativa entre la tasa de crecimiento y el nivel de infestación de lianas. Esto se debió probablemente al bajo nivel de infestación. Resultados del MD para Arroyo Colorado, en un bosque cerca del estudio de Gálvez, muestran un bajo nivel de infestación; de los 873 deseables sobresalientes registrados, el 73% no tenía lianas, y sólo el 16% se clasificó con un grado de infestación moderado o severo (Stanley 1993). Por ende, la corta de lianas para los árboles inmaduros no parece necesario en bosques semejantes al de Arroyo Colorado y San Miguel. No obstante, la abundancia de lianas es variable en el Petén y por lo tanto, se recomienda todavía registrar este parámetro en el MD.

## 5. PROGNOSIS PARA LA FUTURA PRODUCCION DE MADERA

### 5.1 Estimación de la próxima cosecha<sup>1</sup>

Las clases diamétricas para el Cuadro 5 coinciden, aproximadamente, con el ciclo de corta de 25 años, asumiendo un incremento diamétrico anual de 0.6 cm. Este incremento promedio se basa en los resultados de tres años de crecimiento en parcelas permanentes, después del aprovechamiento y la liberación (Pinelo, 1997). Se estima que el ciclo de 25 años es el mínimo intervalo de tiempo en que habrá una cantidad rentable de árboles de tamaño aprovechable. La clase de 45 a 59 cm muestra un grado de ocupación de 1.3% para los deseables sobresalientes de AAACOM. Dado que hay 100 cuadrantes en una hectárea, el 1.3% es equivalente a 1.3 árboles/ha de especies valiosas. Aún con una mortalidad que reduce el promedio a 1 árbol/ha al tiempo de aprovechamiento, habrá árboles aprovechables de caoba donde actualmente no hay una cantidad aprovechable.

El diámetro mínimo de corta para las especies ACTCOM comienza a partir de 45 cm dap en este caso específico. Por eso, la suma de las dos clases diamétricas superiores resulta en 10.2 árboles/ha, potencialmente disponibles para la próxima cosecha. Esta cantidad, después de restar la mortalidad, sugiere que la próxima cosecha debe ser mayor que la presente. Esta estimación del aumento en la producción por hectárea incentiva la conservación del área boscosa.

<sup>1</sup> Los cálculos en esta sección son de datos preliminares y se usan sólo para tener una idea general de la producción futura.

## 5.2 Sostenibilidad de los ciclos de corta

Se obtiene una idea sobre la sostenibilidad de los ciclos de corta al comparar el grado de ocupación por clase diamétrica. Para evaluar si hay un flujo continuo y para tomar en cuenta la mortalidad, con cada clase menor, debe haber un mayor grado de ocupación. Se combinan las clases 10 a 14.9 y los latizales. El Cuadro 5, en el Anexo 6, muestra una distribución de lo que se espera, sugiriendo que los ciclos de corta son sostenibles, bajo el supuesto de que el incremento diamétrico promedio es igual a 0.6 cm/año. En realidad, el incremento varía mucho entre clases diamétricas, sin embargo, hasta que hayan más datos específicos, esta cifra permite una predicción aproximada.

## 5.3 Area no ocupada por un deseable sobresaliente

El Cuadro 5, indica que en el 25% de los cuadrantes no se registró un deseable sobresaliente, semejante a otros MD en bosques del Petén (26% La Pasadita). Esto no es tanto una indicación de la baja productividad del sitio, sino a la lista limitada de especies comerciales.

Cuadro 5. Número total de deseables sobresalientes (DS) por clase de iluminación en la Reserva Bio-Itzá, San José, Petén, Guatemala (225 cuadrantes de 10 x 10 m).

Clase diamétrica del DS	Nº de DS por clase de iluminación de la copa						Total	Grado de ocupación (%)
	Iluminación Abundante		Iluminación Parcial		Iluminación Deficiente			
1. dap en cm	AAA	ACT	AAA	ACT	AAA	ACT		
45-59.9	3	-	-	-	-	-	3	1.3
30-44.9	8	11	-	-	-	1	20	8.9
15-29.9	6	20	1	4	1	4	36	16
10-14.9	-	3	3	7	4	11	28	12.4
Subtotal	17	34	4	11	5	16	87	38.6
Porcentaje	19.5	39.1	4.6	12.6	5.7	18.3	100%	
2. Latizales	1	-	2	3	5	9	20	8.9
Porcentaje	5	-	10	15	25	45	100%	-
3. Brinzal	-	-	1	1	4	56	62	27.6
Porcentaje	-	-	1.6	1.6	6.4	90.3	100%	-
4. No ocupados	-	-	-	-	-	56	56	24.9
Porcentaje	-	-	-	-	-	100	100%	-
						Total	225	100%

## 6. CONCLUSIONES

El presente documento ha mostrado que el muestreo diagnóstico es una herramienta valiosa en la toma de decisiones silvícolas. Los resultados son sencillos de analizar y proporcionan información vital sobre el estado del bosque. Esta sencillez hace posible la mayor participación de la comunidad en el análisis de su bosque y en la toma de decisiones sobre el manejo racional de sus recursos.

En el caso de la Reserva Bio-Itzá, se demostraron varios aspectos sobre el estado del bosque, tales como:

- El bosque, en general, está adecuadamente ocupado por árboles de la futura cosecha
- Hay necesidad de un tratamiento
- La cantidad y calidad de madera para el próximo ciclo de corta debería ser mayor que el presente
- El flujo de producción de madera entre ciclos de corta no debe disminuir.

Dada la riqueza de información que el muestreo diagnóstico proporciona y el mínimo costo de incorporarlo en los inventarios de reconocimiento para una unidad de manejo, se recomienda que CONAP adopte oficialmente este método para concesiones forestales. En este documento no se discutió el uso de MD para muestrear productos no maderables, pero su aplicación es posible. Sin embargo, el MD no es apto para todos los bosques ni para algunos objetivos de manejo. Por ejemplo, no se recomienda un MD para bosques áridos, donde la luz no es el factor más limitante (Stanley y Gretzinger, 1996), y tampoco sería útil cuando el objetivo del manejo es producir leña o pulpa (Hutchinson, 1993).

Los miembros de las empresas campesinas que están manejando concesiones forestales de grandes extensiones en la Reserva de la Biosfera Maya, necesitan técnicas de manejo que sean sencillas y económicas, tanto en su implementación como en su análisis. El muestreo diagnóstico puede ser una herramienta para ellos, ayudándoles en la toma de decisiones y en la conservación de los recursos naturales a través de un manejo efectivo.

## **BIBLIOGRAFIA**

- BARNARD, R.C. 1950a. Linear regeneration sampling. *Malayan Forester* (Malasia) 13(3): 129-142.
- BARNARD, R.C. 1950b. "The Elements of Malayan Silviculture". *The Malayan Forester*, 13 (3): 122-136.
- BAUR, G.N. 1964. "The Ecological Basis of Rainforest Management". Sydney, Australia, Forestry Commission of New South Wales. 499 p.
- BROWNE, F.G. 1936. Milliacre surveys. *The Malayan Forester*. Vol. V, p. 177.
- CASTAÑEDA, A., et al. 1994. Aprovechamiento Mejorado en el Bosque Tropical Húmedo: Estudio de Caso en el sitio "Los Filos", Río San Juan, Nicaragua. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- CLARK D.B., D.A. Clark. 1990. Distribution and effects on tree growth of lianas and woody hemiepiphytes in a Costa Rican tropical wet forest. *Jornal of Tropical Ecology* 6:321-331.
- COCHRAN, H.C. 1958. Sampling techniques. John Wiley and Sons Inc. New York.
- 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. 1960. New methods of improving stand composition in tropical forests. Paper presented at the Fifth World Forestry Congress. Seattle, Washington, EE.UU. 14 p.
- DAWKINS, H.C. 1963. Crown diameters: their relation to bole diameter in tropical forest trees. *Commonwealth Forestry Review*, 2 (2): 318-333.
- DAWKINS, H.C. 1966. Diagnostic Sampling for indigenous forests in Ghana; apendix 6 in report to the Government of Ghana on forestry research. Commonwealth Forestry Institute, Oxford, England.

DIRECCION GENERAL FORESTAL. 1988. Censo de la industria forestal 1986-1987. Departamento de Desarrollo Forestal. Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas (MIRENEM). San José, Costa Rica.

GALVEZ, J.J. 1995. Elementos técnicos para el manejo forestal diversificado de bosques naturales tropicales en San Miguel, Petén, Guatemala. Tesis de M.Sc. CATIE Turrialba, Costa Rica. 163 p.

HARRIS, L. D. 1984. The Fragmented Forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity. The University of Chicago Press, Chicago and London.

HOLDRIDGE, L.R. 1947. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105(2727): 367-368.

HUTCHINSON, I.D. 1991. "Diagnostic Sampling to Orient Silviculture and Management in Natural Tropical Forest". Commonwealth Forestry Review 67(3): 223-230.

HUTCHINSON, I.D. 1993. "Silvicultura y manejo en un bosque secundario tropical: caso Pérez Zeledón, Costa Rica." Revista Forestal Centroamericana (C.R.), CATIE, 2(2): 13-18.

NICHOLSON, D.I. 1972. "Compartment sampling in North Queensland rainforests as a basis for silvicultural treatment". Commonwealth Forestry Review, 51 (4): 314-325.

PALMER, J. 1995. "Report on natural forest management and silviculture consultancy, 24 September - 6 October, 1995" Fundación Forestal 'Juan Manuel Durini P.', Ecuador. sin publicar.

PEÑA, O.; CASTILLO, A. "Domiciliario de técnicas de muestreo, análisis multinomial del muestreo diagnóstico. Sin publicar. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 14 p.

PINELO, G.I. 1996. Dinamica del bosque petenero: avances de investigación en Petén, Guatemala Proyecto CATIE/CONAP. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 40 p.

SCHRUBSHALL, E. J. 1934. The linear sampling system as practised in Malacca. Malayan Forester Vol. III p. 207.

SCHWARTZ, N. B. 1990. Forest Society: A Social History of Petén, Guatemala. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.

- 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. Thesis de doctorado, Yale University. New Haven, Connecticut, USA. 254 p.
- STANLEY, S.A.** 1992. Analisis del inventario de la Finca "Istancia", propiedad de CUDEP, Petén, Guatemala y recomendaciones para el manejo sostenible. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- STANLEY, S.A.** 1994. Plan de Manejo Forestal, Unidad de Manejo Arroyo Colorado, Petén, Guatemala. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- STANLEY, S.A.; S.P. Gretzinger.** 1996. Timber management of forest patches in the Maya Biosphere Reserve, Petén, Guatemala. *In* Forest Patches in Tropical Landscapes, Ed. By J. Schelhas; R. Greenburg. Island Press.
- VINCENT, A.J.** 1961. A critical review of the sampling practice integrated with present day Malayan Silviculture. *Malayan Forester* Vol. 24 p 19-31.
- WADSWORTH, F.H.** 1987. Applicability of Asian and African silviculture systems to naturally regenerated forest of the neotropics. *In* Natural Management of Moist Forests. Ed. By F. Mergen; J.R. Vincent. New Haven, Conn., EE.UU. , Yale University. P. 93-111.
- WALKER, F.S.** 1962. Diagnostic sampling in Eastern Nigeria. *The Malayan Forester.* Vol. 25 p 123-134.
- WYATT-SMITH, J.** 1961. "A Review of Malayan Silviculture Today". *The Malayan Forester* 24: 5-18.
- WYATT-SMITH, J.; A.M. Shahid.** 1958. Preliminary note on analysis of linear regeneration samplings in the Federation of Malaya. *The Malayan Forester.* 21: 28-33.
- WYATT-SMITH, J.; A.J. Vincent.** 1963. "A New Technique for Diagnosing the Treatment Required in the Naturally Regenerated Crop of the First Managed Rotation in Lowland Dipterocarp Forest." *The Malayan Forester,* 26: 18-59.







## ANEXO 1

Listado de especies por grupos comerciales, según el valor de su madera para aserrío.

### Grupo AAACOM - altamente comercial

<u>Nombre común</u>	<u>Genero botánico</u>
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>

### Grupo ACTCOM - otras especies comerciales

<u>Nombre común</u>	<u>Género botánico</u>
Amapola	<i>Pseudobombax</i>
Canxán	<i>Terminalia</i>
Danto	<i>Vatairea</i>
Jobillo	<i>Astronium</i>
Malerio blanco	<i>Aspidosperma</i>
Malerio colorado	<i>Aspidosperma</i>
Manchiche	<i>Lonchocarpus</i>
Santa maría	<i>Calophyllum</i>

### Grupo POTCOM - potencialmente comercial

<u>Nombre común</u>	<u>Genero botánico</u>
Aceituno	
Bálsamo	<i>Balsamo</i>
Bojón	<i>Cordia</i>
Catalox	
Cedrillo hoja ancha	<i>Guarea</i>
Cedrillo hoja fina	<i>Guarea</i>
Ceiba	<i>Ceiba</i>
Chacaj blanco	<i>Bursera</i>
Chacaj colorado	<i>Bursera</i>
Gesmo	<i>Lysiloma</i>
Jobo	<i>Spondias</i>
Lagarto	<i>Zanthoxylon</i>
Laurel	
Luin hembra	<i>Ampelocera</i>
Manax	<i>Pseudolmedia</i>
Mano de león	<i>Dendropanax</i>

<u>Nombre común</u>	<u>Género botánico</u>
Mora	<i>Chlorophora</i>
Pasaque	<i>Simaruba</i>
Pucte	<i>Bucida</i>
Ramón blanco	<i>Brosium</i>
Sacuche	<i>Matayba</i>
Salam	<i>Lysiloma</i>
Saltemuche	<i>Sickingia</i>
Silión	<i>Pouteria</i>
Son	<i>Alseis</i>
Testap	<i>Guettarda</i>
Yaxnik	<i>Vitex</i>
Zacuayum	<i>Matayba</i>

**GRUPO SINVAL** - no tiene valor económico y constituye las demás especies no mencionadas anteriormente.

**GRUPO VEDADO** - especies protegidas

<u>Nombre común</u>	<u>Género botánico</u>
Chicozapote	<i>Manilkara</i>
Pimienta gorda	<i>Pimenta</i>





•

## Explicación de los códigos para el formulario del muestreo diagnóstico

Tipo de bosque:		No. código	
altura (m)	Cobertura (%)		
Alto denso	> 25	60-100	1
Alto ralo	> 25	< 60	2
Medio denso	15-25	60-100	3
Medio ralo	15-25	< 60	4
Bajo denso	< 15	60-100	5
Bajo ralo	< 15	< 60	6
<b>Fuste Cal.: Calidad del fuste</b>			
	Comercial actualmente		1
	Comercial en futuro		2
	Base podrido pero hay una troza sana		3
	Deformado		4
	Dañado		5
	Podrido		6
<b>Tipo:</b>			
	Brinzal, 30 cm altura - 4.9 cm dap		1
	Latizal, 5 a 9.9 cm dap		2
	Fustal $\geq$ 10 cm dap		3
	No existe		9
<b>Clase de iluminación:</b>			
	Emergente		1
	Plena vertical		2
	Vertical parcial		3
	Iluminación oblicua		4
	Nada directa		5
<b>Clase Lianas:</b>			
<b>A. Ninguno visible en el fuste:</b>			
	-No visible en copa		1
	-Existe en copa		2
	-Cubriendo >50% de copa		3
<b>B. Sueltos en el fuste:</b>			
	-No visible en copa		4
	-Existe en copa		5
	-Cubriendo >50% de copa		6
<b>C. Apretando el fuste:</b>			
	-No visible en copa		7
	-Existe en copa		8
	Cubriendo >50% de copa		9



### ANEXO 3. FORMULARIO PARA LA TABULACION DE UN MUESTREO DIAGNOSTICO

TABULACION DE LOS RESULTADOS DE UN MUESTREO DIAGNOSTICO

Nombre de sitio: \_\_\_\_\_

No. de líneas: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

#### A. ARBOLES > DIAMETRO MINIMO DE CORTA

Especies Comercializables		Especies No Comerciales				Total
Ci. Cal. Fuste "1"	Ci. Cal. Fuste "4-6"	Ci. Cal. Fuste "1"	Ci. Cal. Fuste "4-6"	Ninguno		
AAA	ACT	AAA	ACT	AAA	ACT	

#### B. ARBOLES DESEABLES SOBRESALIENTES < DMC

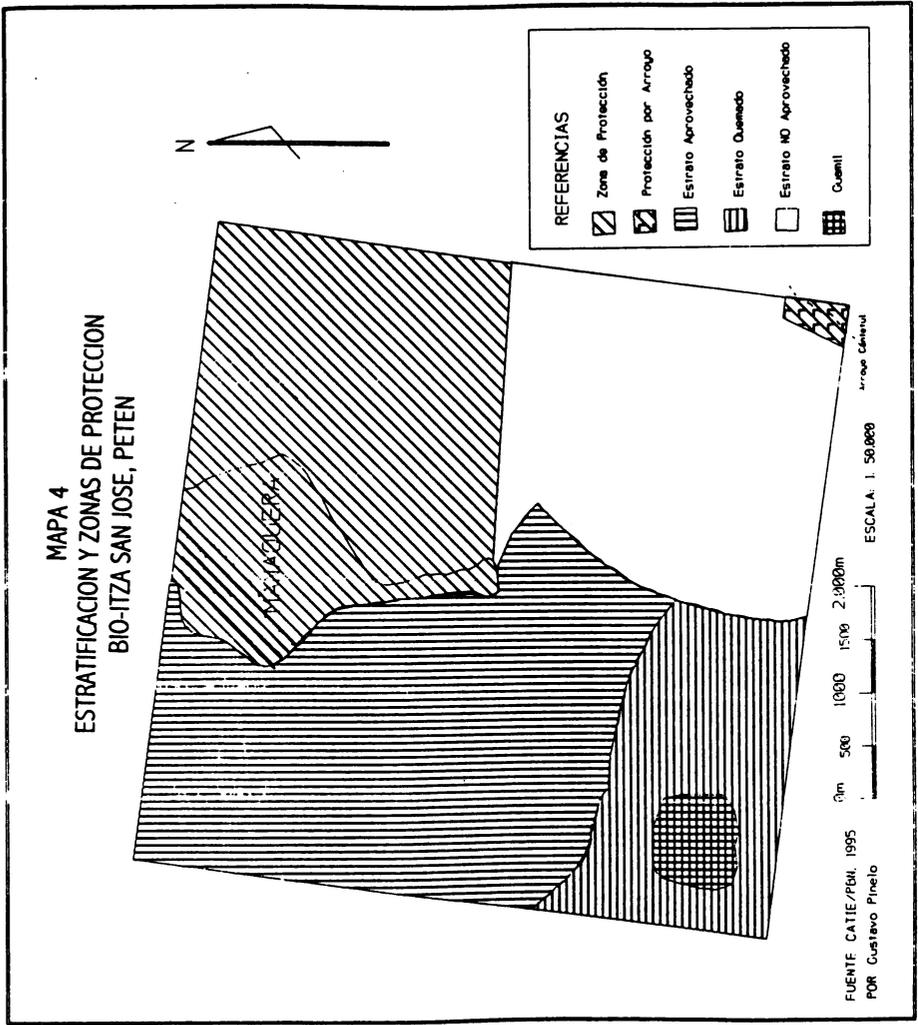
Tamaño de Deseable Sobresaliente DAP	Clase de iluminación de la copa								Número total	%
	Iluminación abundante		Ilum. parcial		Iluminación deficiente		5. Nada dir.			
1. Emerg. AAA	ACT	2. Pl. vert. AAA	ACT	3. Vert. parc. AAA	ACT	4. Oblicua AAA	ACT	5. Nada dir. AAA	ACT	
1. FUSTAL > 10 cm da										
45-59.9										
30-44.9										
15 - 29.9										
10 - 14.9										
Subtotal										
Por ciento										

2. LATIZAL										
Subtotal										
Por ciento										
3. BRINZAL										
Subtotal										
Por ciento										
9. NINGUNO										
Subtotal										
Por ciento										

TOTAL										
PORCIENTO										



**ANEXO 4. MAPA DE LA RESERVA BIO-ITZA REALIZADO CON LA POS-ESTRATIFICACION DEL MUESTREO DIAGNOSTICO**





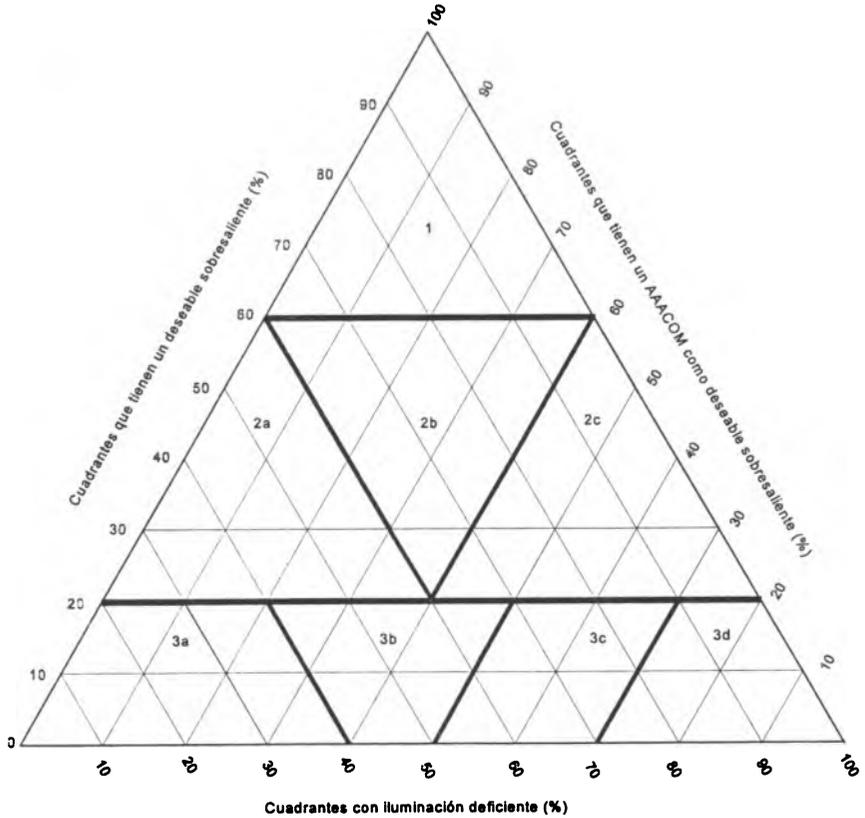
## ANEXO 5

### Instrucciones para usar el triángulo de interpretación:

1. Calcular el porcentaje de cuadrantes ocupados por un deseable sobresaliente (DS). Para especies AAACOM (caoba y cedro) se recomienda incluir un dap mínimo de 5 cm y para ACTCOM un dap de 10 cm.
2. Estimar el porcentaje de cuadrantes para todas las especies comerciales que tienen un DS con iluminación deficiente (Clase de iluminación de la copa 3-6).
3. Calcular el porcentaje del total de los DS que pertenece al grupo AAACOM.
4. Poner tres lápices o reglas indicando los porcentajes calculados en los pasos 1-3 sobre el triángulo. En el área de intersección, cuente el número de triángulos pequeños que están en las zonas 1, 2 o 3.
5. Si el mayor número de triángulos pequeños están en la zona:
  - 1: Un tratamiento silvícola es necesario y urgente. Existe un alto porcentaje de los DS no muy bien iluminados y el mayor porcentaje de ellos son de especies valiosas.
  - 2: Un tratamiento es necesario.
    - 2a. Area con la menor frecuencia de DS, pero de los que están presentes hay un alto porcentaje de especies AAACOM. Por eso, es importante que se reduzca la mortalidad de los AAACOM a través de un tratamiento. Tiene menor prioridad que la zona 2b.
    - 2b. En la zona 2 está el área más productiva. Existe un alto grado de ocupación de los DS, tanto de especies ACTCOM como AAACOM, por lo tanto, esta subzona debe tener alta prioridad en un tratamiento. Debe ser protegida del fuego y otros riesgos.
    - 2c. Esta subzona tiene la menor frecuencia de especies AAACOM. Ocupa el tercer lugar de prioridad en esta zona para un tratamiento.

- 3: No se justifica un tratamiento silvícola por tener un grado de ocupación bajo de deseables sobresalientes.
- 3a. Area no muy productiva para una rotación. Si la intersección queda mayormente en esta subzona, significa que de los pocos DS encontrados hay un alto porcentaje de especies valiosas. Por eso, se puede pensar en inducir la regeneración de especies valiosas si más del 30% de los cuadrantes carece de un DS, sumando las clases de desarrollo (brinzal, latizal o fustal).
  - 3b. Si la intersección está mayormente en esta subzona, implica que el área es relativamente rica en especies valiosas; se deben proteger del fuego y otros riesgos. No se requiere tratamiento de liberación. Pero, se puede considerar inducir la regeneración de especies AAACOM si más del 30% de los cuadrantes carece de un DS, sumando las etapas de desarrollo (brinzal, latizal, o fustal).
  - 3c. Frecuencia alta de especies comerciales, pero menos frecuencia de las AAACOM. Debe ser protegida del fuego y otros riesgos. Se debe evaluar la abundancia de lianas en los DS para determinar la necesidad de cortarlas.
  - 3d. Frecuencia muy alta de especies del grupo ACTCOM, pero con pocos DS del grupo AAACOM. No se justifica un tratamiento para favorecer los deseables sobresalientes.

## Triángulo de interpretación para un Muestreo Diagnóstico



Zona 1: tratamiento necesario y urgente

Zona 2: tratamiento necesario

Zona 3: tratamiento no necesario

Fuente original: Dawkins (1966) modificado para El Petén



## ANEXO 6

### ABREVIATURAS USADAS EN EL DOCUMENTO

AAACOM	Especies altamente comerciales
ACTCOM	Especies actualmente comerciales
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CONAP	Consejo Nacional de Areas Protegidas
DAP	Diámetro a altura de pecho
DGF	Dirección General Forestal
DMC	Diámetro mínimo de corta
DS	Deseable sobresaliente
MD	Muestreo diagnóstico
RBM	Reserva de la Biosfera Maya



# **CATIE**

Edición:	Elí Rodríguez A.
Digitación:	Emilce Chavarría
Diagramación:	Silvia Francis S.

Impreso en la Unidad de Producción de Medios del CATIE  
Edición de 500 ejemplares  
Abril 1998

DEVUELTO

DATE DUE

DEVUELTO  
DEVUELTO DEVUELTO

DEVUELTO

20 JUNE 2003  
DEVUELTO DEVUELTO

11 FEB 2003  
DEVUELTO

10 JUN 2004  
DEVUELTO

18 MAY 2005  
DEVUELTO

DEVUELTO

DEVUELTO

