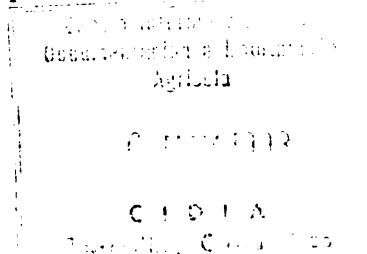


Serie Técnica
INFORME TECNICO No. 204
Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales
Publicación No. 7



**Puntos de Partida y Muestreo Diagnóstico para la Silvicultura de
Bosques Naturales del Trópico Húmedo**

Ian D. Hutchinson

(Traducción al español por Ricardo Luján)

Publicación patrocinada por la
Cooperación Suiza al Desarrollo
COSUDE

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE
Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales
Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales
Turrialba, Costa Rica, 1993

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE CUADROS	iv
PRESENTACION	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vi
1. SECCION I	
PUNTOS DE PARTIDA	
1.1 Introducción	3
1.2 Antecedentes históricos	4
1.3 Las operaciones silviculturales	5
1.4 Tratamientos de mejora	7
1.5 Puntos de partida para la silvicultura	9
1.6 Conclusión	10
2. SECCION II	
MUESTREO DIAGNOSTICO	
2.1 Introducción	13
2.2 Antecedentes	14
2.3 Metodología	15
2.3.1 Los pasos involucrados en el muestreo diagnóstico	18
2.4 Discusión	22
2.5 Conclusiones	28
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	29
RECONOCIMIENTOS	31

LISTA DE FIGURAS

1.	Clases de iluminación	20
2.	Ejemplos de la condición y la intensidad de la iluminación de los <i>deseables sobresalientes</i> en parcelas tratadas así como en testigos. Pérez Zeledón, Costa Rica. Remedición de diciembre, 1989 (el árbol grande solitario en el bloque no. 5 representa el reclutamiento después del tratamiento de noviembre, 1988).	27

LISTA DE CUADROS

1.	Pasos para la selección de un <i>deseable sobresaliente</i> (cuadrados 10 x 10 m).	15
2.	Verificación de las existencias adicionales al <i>deseable sobresaliente</i> , por cuadrado.	17
3.	Resultados de un muestreo diagnóstico en un bosque secundario, no manejado, de 30 años de edad. Pérez Zeledón, Costa Rica (375 cuadrados, cada uno de 10 x 10 m).	21
4.	Bosque en regeneración (15 cuadrados, cada uno de 0,01 ha).	23
5.	Bosque joven (244 cuadrados, cada uno de 0,01 ha).	24
6.	Bosque en maduración (180 cuadrados, cada uno de 0,01 ha).	25
7.	Bosque en maduración, con regeneración natural de iluminación deficiente (160 cuadrados, cada uno de 0,01 ha).	26

PRESENTACION

Desde 1984 el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, a través del Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales, financiado por la Cooperación Suiza al Desarrollo, COSUDE, ha realizado investigación ecológica y silvicultural en bosques naturales y ha llevado a cabo diferentes actividades de capacitación y enseñanza.

Las acciones del Proyecto se dirigen hacia el diseño, desarrollo e implementación de sistemas silviculturales, ecológicamente sostenibles, económicamente atractivos y técnicamente factibles. Tales sistemas deben encaminarse en armonía con la naturaleza y basarse en procesos naturales, de manera que garanticen por un lado, la producción sostenible de productos forestales y por otro lado, las funciones intrínsecas y protectoras del bosque. La conservación del bosque y de sus procesos dinámicos productivos son los insumos más importantes para la producción forestal. Con este enfoque la silvicultura concilia dos objetivos, a menudo considerados contrarios: producción y conservación. Así, el manejo forestal puede convertirse en la mejor herramienta para la conservación.

En Costa Rica el Proyecto identificó dos zonas prioritarias: los bosques primarios de altura de la cordillera de Talamanca y los bosques secundarios y primarios intervenidos, de las zonas húmedas bajas de la vertiente atlántica. En estos ecosistemas, el manejo forestal del bosque natural representa una opción prometedora de uso de la tierra.

El autor del trabajo, el Ing. Ian D. Hutchinson, es profesor del CATIE y ha cooperado por varios años con el Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales. Se le agradece la presente contribución, tan importante para la Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales, en la cual expone importantes conceptos básicos de la silvicultura tropical y describe el método del muestreo diagnóstico desarrollado por él, que ya ha sido de gran utilidad para muchos forestales del trópico.

Este trabajo consiste de dos secciones que corresponden a la traducción de dos artículos publicados inicialmente en inglés* en la revista Commonwealth Forestry Review, por lo que se agradece a los editores de dicha revista haber autorizado la publicación de este trabajo, en español, para garantizar una diseminación adecuada de tan valiosa información.

Thomas Stadtmüller
Líder, Proyecto Silvicultura
de Bosques Naturales

* HUTCHINSON I.D. 1991. Points of departure for the silviculture in humid tropical forest. Commonwealth Forestry Review (G.B.) 67(3):223-230.
HUTCHINSON I.D. 1991. Diagnostic sampling to orientate silviculture and management in natural tropical forest. Commonwealth Forestry Review (G.B.) 70(3):113-132.

RESUMEN

Cada uno de los sistemas silviculturales implementados en bosques tropicales refleja las particularidades del lugar y época de establecimiento. Todavía hay mucho que aprender sobre estos sistemas, pero es arriesgado aplicarlos, sin ninguna modificación, en bosques poco conocidos. Es preferible, empezar con ensayos sobre las reacciones del bosque, tanto en las diferentes operaciones silviculturales como en los tratamientos simples de mejora. Un enfoque de esta naturaleza, proporcionaría información confiable y útil, la cual se emplearía como fundamento para el desarrollo de un sistema silvicultural apropiado.

El aumentar el alcance del muestreo diagnóstico tradicional a través de incluir en un registro aparte los árboles grandes rechazados de cosechas anteriores, medir el dap de todos los árboles seleccionados como *deseables sobresalientes*, y además anotar la intensidad de la iluminación de las copas de todos los *deseables sobresalientes* y también de los cuadrados sin ningún *deseable sobresaliente* mejoraría el valor de la técnica como un implemento eficaz para realizar la silvicultura y planificar el manejo en bosques tropicales.

ABSTRACT

Each established silvicultural system for tropical forest reflects its time and place of origin. There is much to be learned from these systems, but it is dangerous to apply them without modification to forests about which little is known. Instead, it is preferable to begin by testing the forest's reactions to individual silvicultural operations and to simple improvement treatments. This approach will rapidly provide reliable information upon which to develop a suitable silvicultural system.

Expanding the scope of traditional diagnostic sampling to include "relict" trees on a separate record, measure the dbh of leading trees, and note the intensity of illumination of the crowns of all Leading Desirables and of unstocked quadrats, enhances the value of the technique as an effective tool for implementing silviculture and planning management in tropical forest.

SECCION I
PUNTOS DE PARTIDA

1.1 Introducción

En algunas regiones, se están estudiando y a veces enseñando los sistemas silviculturales conocidos como fórmulas estándar o paquetes para aplicarlos sin modificación alguna en bosques poco conocidos.

Con el fin de reducir el riesgo de obtener resultados engañosos y de alto costo con un enfoque limitado, este documento sugiere, que la investigación silvicultural en áreas poco conocidas del bosque tropical, empiece con la observación de los resultados de operaciones silviculturales individuales. Una vez que las consecuencias de una operación sean bien conocidas como para ser pronosticadas con cierta confianza, podrían integrarse diferentes operaciones que en conjunto darían forma a un *sistema silvicultural* tentativo, el cual podría ser entonces, aplicado y probado como una unidad.

En ocasiones no se advierte que un sistema silvicultural establecido refleja el nivel de desarrollo silvicultural de un área y que representa un curso de acción silvicultural resultado de las condiciones de una época (Wyatt-Smith, 1986). De estas condiciones las más importantes son aquellas que se refieren a la vegetación, al terreno, al mercado maderero, a las políticas oficiales y procedimientos administrativos, mano de obra, niveles de adiestramiento del personal, presión demográfica (o la ausencia de la misma), el uso y la tenencia de la tierra.

Por lo tanto, aplicar un sistema silvicultural establecido, sin examinar cuidadosamente el origen de sus componentes, puede acarrear una serie de problemas a largo plazo. Lo cual no quiere decir que no se pueda aprender nada de sistemas establecidos. Por el contrario, estos sistemas tienen mucho que enseñar, pero muchas veces sus lecciones más útiles no se manifiestan inmediatamente.

Por ejemplo, Trinidad nos muestra la importancia de proteger la fauna silvestre en relación con la regeneración natural (Baur, 1964). Los pocos sistemas desarrollados en las islas (Andaman, Reunión, Salomón y Trinidad), revelan que las comunidades reconocieron las limitaciones de los recursos naturales y de la demanda local para los productos forestales; esto sugiere, que los ensayos e investigaciones iniciales que se realicen en regiones de poco desarrollo debieran establecerse en las proximidades de las poblaciones; en donde la influencia la ejercería la comunidad existente o la que se pudiese desarrollar. Así mismo, la sobresaliente contribución malaya podría bien ser el concepto desde donde constantemente fluya información forestal, a partir de un muestreo periódico y especializado, y no tanto las técnicas exclusivamente silviculturales.

No está de más mencionar, que muchos sistemas silviculturales fueron originalmente diseñados para su aplicación en grandes extensiones de bosques protegidos y administrados por el estado. Hoy día, las circunstancias obligan al técnico forestal del trópico a pensar en sistemas silviculturales potenciales y viables, apropiados a pequeñas áreas que frecuentemente se encuentran bajo la presión por otros usos de la tierra. Estas áreas podrían ser propiedad de autoridades civiles o ser administradas por ellas; cooperativas, pequeñas industrias, o pequeños productores capaces de invertir poco más que su propio trabajo.

A primera vista, la frase *bosques poco conocidos* podría ser interpretada exclusivamente en referencia a regiones como la amazónica. Pero la situación en regiones intensivamente deforestadas es crítica, ya que existe poca o casi nada de información útil sobre el bosque remanente. En tales regiones, urge desarrollar enfoques silviculturales que estén al alcance de los pequeños propietarios, que permitan establecer un nicho socioeconómico duradero para los bosques

intervenidos y secundarios, dentro de las naciones involucradas. Enfoques silviculturales apropiados permitirían a los pueblos reconocer el valor económico del bosque, elemento fundamental que contribuiría a apoyar los conceptos de conservación y manejo de los recursos forestales.

1.2 Antecedentes históricos

Es de utilidad indicar, que algunos de los sistemas forestales establecidos estuvieron precedidos por una serie de *operaciones* y técnicas exploratorias, aplicadas por años, antes de que ningún sistema evolucionara satisfactoriamente. Hoy día, algunos de los ensayos nos parecen arbitrarios, pero está claro que, en una época de comprensión ecológica y diseño experimental limitados, estos ensayos sirvieron como sondeo para establecer el fundamento de los sistemas que les sucedieron. Por eso, no es muestra de debilidad el seguir, al menos parcialmente, un proceso de desarrollo paralelo. Tales ensayos se describen a continuación, extraídos de Baur (1964).

Malasia: las actividades forestales de principios de este siglo se concentraron en una especie: *Palaquium gutta*. Más tarde, con un mercado maderero en expansión, la silvicultura favoreció un número cada vez mayor de especies con valor comercial y comenzó a inducir la regeneración natural. Durante los años veinte, se desarrollaron y aplicaron los "Apeos para mejorar la regeneración natural". Se eliminaron los árboles viejos, se aplicaron raleos en rodales jóvenes y se limpió el sotobosque.

Durante este período, se reconoció la importancia vital que tiene un flujo de información técnica, para la silvicultura y el manejo forestal; fue así como en 1935 se instituyeron las técnicas de muestreo lineal en actividades de manejo. Los datos que surgieron a partir de este muestreo, la ampliación del mercado maderero y un aprovechamiento concentrado y mecanizado, condujeron a los siguientes resultados:

- a) Cesó de inducirse la regeneración natural al observar la existencia de una reserva adecuada de especies en regeneración.
- b) Se observó que una limpieza excesiva del sotobosque hizo retroceder la sucesión ecológica (Mead, 1937).
- c) Se observó que muchas de las especies con valor comercial fueron heliófitas o sea, especies que reaccionaron favorablemente a grandes y abruptas aperturas del dosel.

En 1950, se aplicó el "Sistema uniforme malayo" en forma rutinaria, incorporándole periódicamente el *muestreo diagnóstico* (Cousens, 1956; Wyatt-Smith *et al.*, 1963); siendo modificado este sistema, en 1957.

Nigeria: durante la década de los años veinte, se reguló el aprovechamiento por medio de un diámetro mínimo de corta. Se observó que la reserva de regeneración natural era deficiente. Se probó una serie de operaciones silviculturales, muchas veces enfocadas hacia los árboles semilleros. La tala rasa provocó enredos de bejucos. Se encontró que los ensayos de limpieza y raleo fueron demasiado dispersados e intensivos con respecto a la mano de obra.

En 1944, se aplicó la primera versión del "Sistema del dosel protector tropical" con el propósito de establecer, antes del aprovechamiento, una cantidad adecuada de árboles de especies con valor comercial existentes para constituir la base de una futura cosecha. Se inició y se continuó un muestreo periódico de la

regeneración natural. Dicho sistema fue modificado durante 1953-1956 y una vez más en 1961 con el objetivo de reducir el número de las operaciones silviculturales, eliminando los árboles viejos y defectuosos, intentando controlar los bejucos, y descontinuando el tratamiento del sotobosque al encontrar que la reserva de latizales de especies con valor comercial estaba siendo reducida en forma accidental pero consistente. El enfoque de Nigeria empleó mucha mano de obra en operaciones intensas y frecuentes. Es posible no encontrar condiciones equivalentes en otras regiones del trópico.

Trinidad: el sistema dosel protector de Trinidad fue desarrollado en un sitio dedicado a la agricultura desde 1890 hasta 1927. Las primeras operaciones silviculturales incluyeron la eliminación y quema de la vegetación existente, para luego establecer una plantación forestal. Una vegetación densa de gramíneas dominó el terreno después de la quema. Un enfoque agrosilvicultural comprobó ser demasiado costoso. Los arbolitos plantados bajo el dosel existente no prosperaron.

En 1936, se registró la presencia de una adecuada regeneración natural. Para 1939, los principios de *dosel protector* empezaron a ser aplicados. Se observó la importancia de los pájaros y murciélagos en la distribución de semillas de las especies arbóreas. Aprovechando la demanda de madera, tanto fresca como seca para la producción de carbón, se dejaron los árboles del dosel superior en un espaciamiento regulado. Fue así como evolucionó el Sistema Dosel Protector, el que fue aplicado en 1941. Este sistema fue modificado en 1945 y una vez más en 1950.

1.3 Las operaciones silviculturales

Un sistema silvicultural para un bosque tropical está formado por una serie de *operaciones* individuales, cada una de las cuales contribuyen a alcanzar los objetivos del sistema. A pesar de las diferencias en los detalles, estas operaciones son comúnmente ejecutadas a lo largo del trópico. Se pueden considerar básicas en el tratamiento y utilizarse en la exploración de la dinámica forestal de un bosque tropical y como parte del proceso de desarrollo de un *sistema* apropiado.

Las operaciones silviculturales pueden agruparse de la siguiente manera:

1. El aprovechamiento. Es de suma importancia tener en mente que un aprovechamiento selectivo por sí solo no es suficiente para provocar reacciones positivas y uniformes en los árboles jóvenes o en la regeneración natural de las especies comercialmente deseables. Para obtener la máxima productividad, el daño que provoca el aprovechamiento en los fustes en pie, debe ser reducido al mínimo, y después del aprovechamiento se debe aplicar un tratamiento silvicultural apropiado y planeado de antemano. Sin embargo, son importantes las aperturas del dosel y la infraestructura resultantes del aprovechamiento.
2. Eliminación de impedimentos. Esta operación busca liberar los árboles y latizales de especies de valor comercial de la competencia que ponen las trepadoras leñosas y otros árboles sin valor comercial, tomando ventaja de la infraestructura dejada por el aprovechamiento.

Por lo general, se cortan las trepadoras leñosas pero aún así, el único control efectivo es la sombra del dosel. Raras veces las palmeras son consideradas impedimentos.

3. **Modificaciones a nivel del suelo.** Esto comprende: (a) la quema controlada, (b) la remoción y (c) el drenaje del suelo; todo esto, con el propósito de preparar un almácigo para la regeneración natural de especies de valor comercial. No es común el tratamiento del suelo, aún cuando se realiza durante el aprovechamiento selectivo, y en forma involuntaria, alguna escarificación resultante del movimiento de maquinaria pesada. A medida que el intenso uso de la tierra incrementa la presión sobre la base productiva forestal relegándola a terrenos difíciles, el tratamiento del suelo podría llegar a ser una operación más frecuente.
4. **Apertura del dosel.** Esto puede ser realizado mediante: (a) una corta controlada de las trepadoras leñosas, (b) una entresaca en uno o más niveles del dosel. La apertura del dosel es el tratamiento más importante que se realiza en un bosque tropical, porque marca la pauta en el distanciamiento de individuos de especies deseables y porque provee un aumento en la intensidad de la iluminación sobre la copa de los árboles jóvenes de las mismas especies. Usualmente, la entresaca del nivel medio del dosel proporciona el mayor efecto. Los árboles por entresacar son anillados y/o envenenados donde: (a) no exista mercado para su madera, (b) se desee evitar el daño físico a los árboles jóvenes o latizales o (c) donde la gradual apertura del dosel favorezca el crecimiento de los árboles jóvenes y de los latizales de las especies más importantes entre las comercialmente deseables.
5. **Liberación.** Con base en los resultados de un muestreo, la liberación separa los árboles jóvenes de la competencia que pueden ejercer árboles de especies con menor valor comercial. El propósito es asegurar un constante y máximo crecimiento de los árboles jóvenes deseables, seleccionados para la liberación. Bryan (1981), establece que de una buena iluminación de copa proporcionada a los árboles jóvenes puede esperarse la tasa óptima de crecimiento de dichos árboles hasta su cosecha. A menos que se realice monitoreo, los efectos positivos de una liberación silvicultural, no serán fácilmente visibles. Estos efectos incluyen una reducida mortalidad natural de las especies deseables, que de otra manera ocurriría. La liberación logra mantener en forma estable una más alta población de árboles jóvenes deseables que es posible en un bosque sin tratamiento silvicultural.
6. **Refinamiento.** Esta operación elimina árboles del rodal por razón exclusivamente de su especie, la cual es considerada de poco valor económico; no permite tomar en cuenta los cambios posibles en el mercado maderero o el hecho de que los árboles sin valor comercial puedan jugar un papel importante en el rodal respecto a: (a) la altura y autopoda de especies deseables, (b) el efecto de su sombra sobre la regeneración natural de especies arbóreas deseables y sobre la inhibición del crecimiento de bejucos y bambúes, (c) la protección del suelo y el reciclaje de nutrientes. Se debe admitir, sin embargo, que el refinamiento con base en las especies está justificado cuando estas poseen la característica de lastimar o provocar reacciones alérgicas

en los trabajadores forestales, obstaculizando así los mismos tratamientos forestales.

7. Limpieza del nivel inferior del dosel. Esta operación incrementa la iluminación a nivel del suelo, promoviendo así la germinación de las especies deseables y estimulando el crecimiento de brinzales y latizales. Dicha operación es costosa, está sujeta a error y a una identificación descuidada de las especies a nivel juvenil. Una limpieza excesiva puede hacer retroceder la sucesión ecológica (Mead, 1937).
8. Muestreo. Esta operación permite tomar decisiones de manejo exactas y flexibles (Wyatt-Smith, 1962). Hace 30 años, en los bosques bajo manejo en Malasia, la intensidad del muestreo diagnóstico y el tamaño de las parcelas de muestreo varió de acuerdo con el tiempo transcurrido desde el tratamiento y la etapa del crecimiento de la vegetación de primer interés. Al contrario, en un bosque sin manejo, la experiencia sugiere que las decisiones preliminares sobre el tipo y la intensidad de las operaciones y tratamientos silviculturales pueden derivarse de un muestreo diagnóstico junto con un inventario forestal convencional, sobre parcelas de 10 x 10 m (representado así, una existencia potencial de 100 árboles promedio por hectárea aptos para una cosecha futura) en las cuales, la intensidad de la iluminación de las copas (Dawkins, 1958) de los *deseables sobresalientes* ha sido anotada (Hutchinson, 1987b).
9. Raleo. En un rodal previamente tratado, el raleo normalmente es aplicado entre los árboles de especies con valor comercial. En tales casos, las decisiones están orientadas por la calidad relativa de los árboles adyacentes: especies, forma de fuste y el vigor del árbol. Donde sea posible, se debe utilizar comercialmente el rendimiento del raleo, factor que reduce mucho el costo neto de la operación. Es aconsejable supervisar estrechamente la operación para asegurar que no sea excesiva la pérdida de árboles seleccionados para una cosecha futura, cosa que implica el adiestramiento de los motosierristas en el volteo de los árboles.

1.4 Tratamientos de mejora

A través de la remoción de fustes viejos, defectuosos, y sin valor comercial, el tratamiento de mejora busca proveer mayor espacio a los árboles de especies deseables. Este tratamiento es casi igual al muy bien conocido, en países donde se conducen bosques naturales hacia el manejo por primera vez y el término ampliamente utilizado para este proceso es el de "Timber Stand Improvement" (TSI). En bosques naturales no manejados, los tratamientos de mejora son de importancia primordial; estos representan el primer paso hacia un aumento en la calidad y la productividad del recurso, la cual es una de las necesidades más urgentes en los bosques tropicales (Wadsworth, 1987). Sin un tratamiento de mejora, cualquier otra acción silvicultural tendría pocas posibilidades de éxito.

Las observaciones recopiladas sobre los efectos del tratamiento de mejora son una valiosa contribución para iniciar la silvicultura y el manejo de un bosque. Además, los tratamientos de mejora conllevan una importancia socioeconómica que no debe ser pasada por alto. Estos tratamientos no tienen por qué ser de difícil

aplicación técnica; son una importante fuente de empleo rural con muchos y variados efectos multiplicadores a largo plazo. Su costo es bajo, el retorno de la inversión es considerable. Y quizá la razón más importante, es que estos tratamientos demuestran que la tierra está siendo utilizada con un potencial de productividad considerable, por eso, actúan como razón para disuadir a los agricultores nómadas y a otros intereses que persiguen un cambio en el uso de la tierra.

A continuación se ofrecen ejemplos de tratamientos de mejora:

1. **Congo:** este tratamiento es ampliamente conocido como "uniformisation par le haut". Se fundamentó en un inventario intensivo, buscó favorecer, por medio de la corta de bejucos y la selección de los fustes a la densidad indicada por el inventario, la regeneración natural y su crecimiento. Se esperaba que después de 10 a 20 años, el bosque se desarrollará hasta una condición apropiada para un sistema de selección.
2. **Costa de Marfil:** el tratamiento en estos bosques siguió los principios establecidos en el Congo, pero prestó mayor atención al favorecimiento de la regeneración natural.
3. **La Liberación:** originado en Puerto Rico (Wadsworth, 1969), este tratamiento de mejora ha sido exitosamente aplicado en Malasia (Hutchinson, 1979, 1987a, 1987b). Se la aplica al bosque después del primer aprovechamiento selectivo con el propósito de favorecer la producción de fustes para la industria. Abarca lo siguiente:
 - a) En ausencia de un mercado para la leña o para la madera, se anillan y/o envenenan todos los árboles viejos, defectuosos y con diámetro a la altura del pecho mayor al diámetro mínimo de corta. En algunos bosques, estos fustes envenenados y/o anillados actuaron, antes de caer al suelo, como *torres* para las trepadoras leñosas y así, como puntos focales para la distribución de sus semillas.
 - b) De los árboles jóvenes y medianos, se seleccionan árboles de calidad adecuada para una cosecha futura, desprendiendo de ellas las trepadoras leñosas donde sea necesario.
 - c) Se anillan y/o envenenan los árboles de especies sin valor comercial que están, o van a entrar, en competencia, vertical o lateral, con un árbol que se seleccionaría para un cosecha futura.

El dosel resultante es relativamente uniforme en altura. Las aperturas creadas por el aprovechamiento y el tratamiento existen, pero en su mayoría no son extensas y favorecen a las especies arbóreas que pueden servirse de aperturas medianas, a la vez que no se favorecen las trepadoras o a las especies arbóreas heliófitas.

1.5 Puntos de partida para la silvicultura

El estudio práctico de las reacciones en un tipo de bosque, a diferentes operaciones silviculturales, contribuiría a la identificación de los principales problemas que se pueden hallar en bosques poco conocidos. Estas reacciones podrían ser agrupadas en lo que más tarde sería un *sistema silvicultural* cohesivo y funcional. En otras palabras, las reacciones del bosque frente a las diferentes operaciones silviculturales proveen puntos de partida para el desarrollo eventual de un sistema silvicultural apropiado.

Por ejemplo, como se muestra más adelante, tales puntos de partida se pueden agrupar con el propósito de orientar y establecer una secuencia de operaciones por realizar en áreas del bosque tropical, sujetas por primera vez al manejo forestal.

Se sugieren las siguientes observaciones:

- a) Analizar la posible influencia, sobre la silvicultura y el manejo, de factores tales como: la presión demográfica, uso y tenencia de la tierra, las responsabilidades existentes para la protección y administración de los recursos forestales. Esto contribuiría en la definición de los objetivos del manejo.
- b) Analizar y evaluar los mercados existentes y potenciales. Identificar los centros de consumo locales y regionales. Estudiarlos con el propósito de abastecer la demanda de la producción forestal, en los bosques cercanos.
- c) Reunir la información sobre las propiedades físicas de la madera de las especies arbóreas, actual y potencialmente comerciable. Si no existe información publicada podría ser necesario enviar especímenes al laboratorio. Agrupar las especies en el bosque de acuerdo con su grado de comercialización, a su color y densidad. Esto contribuiría a definir los objetivos del manejo, simplificaría la interpretación de los resultados de un inventario y sugeriría las operaciones silviculturales por ensayar.
- d) Utilizando la información disponible, dividir las especies arbóreas con valor comercial en grupos ecológicos aproximados, prestando especial atención a aquellas obviamente heliófitas o esciófitas. El conocimiento de este factor ecológico permitirá formarse una idea de la naturaleza del tratamiento silvicultural que se requeriría para favorecer a la mayoría de las especies de interés comercial. Así mismo, la información no disponible de otras fuentes, podría ser obtenida por medio de un muestreo de terrenos aprovechados en años anteriores. Ningún sistema silvicultural es capaz de ser positivamente aplicado hasta que se puedan pronosticar, por lo menos de forma general, las reacciones ecológicas de las principales especies (Hutchinson, 1980).
- e) Recopilar información indicativa sobre las diversas formas de distribución de las semillas de las principales especies con valor comercial, además de las especies heliófitas. La importancia de esto se encuentra en el caso de las especies que dependan de la vida silvestre, para dispersar sus semillas y donde dicha fauna relevante esté en vías de extinción.

- f) Reunir información de inventarios anteriores sobre la estructura y composición de cada tipo de bosque importante, especialmente, respecto a la presencia de árboles viejos y defectuosos, la regeneración natural de árboles intermedios con valor comercial, sobre las trepadoras leñosas, bambúes y palmeras; también sobre las consecuencias de huracanes, inundaciones, sequías, quemas y procesos geomorfológicos.
- g) A través de un muestreo diagnóstico integrado en un inventario cabal de los tipos de bosque importantes, determinar: (a) si existen suficientes individuos de las especies deseables para fundamentar la silvicultura y manejo dirigido a la producción de cosechas futuras, (b) una vía efectiva para favorecer los deseables existentes y programar las futuras cosechas.

Para efectos de demostración y experimentos piloto se recomienda los siguientes pasos:

- a) Aplicar un tratamiento de mejora en donde sea apropiado. Observar los resultados, medir las reacciones de crecimiento, y mantener una cuenta de insumos vs. rendimientos.
- b) Probar los efectos de la quema controlada, de la exposición del suelo mineral, de las aperturas del dosel (superior e inferior) realizadas para inducir la regeneración natural.
- c) En donde exista un mercado para la madera de menores dimensiones, probar la factibilidad de emplear un sistema de rebrotes o un sistema de rebrotes con resalvos para productos y especies apropiadas. Este último, mientras proporciona madera para combustible y construcciones locales, podría eventualmente abastecer una industria basada en maderas finas, producto de los resalvos (Smith, 1962; Hutchinson, 1986).
- d) Observar los aportes silviculturales de las especies heliófitas y de aquellas sin valor comercial. Esto es, observar su función como protector de los brinzales y latizales de las especies comercialmente deseables, y su contribución a: la composición de la regeneración natural, el crecimiento en altura, y la autopoda de las mismas, el control de bejucos y bambúes, y en la protección y la calidad del sitio.

1.6 Conclusión

En donde exista poca información sobre bosques sin manejo previo, los ensayos en operaciones silviculturales individuales y en tratamientos sencillos de mejora, ofrecen un medio por el cual se puede proveer rápidamente la información que puede conducir al desarrollo de sistemas silviculturales apropiados. La identificación de puntos de partida, desde los cuales iniciar los ensayos, es un importante paso en el proceso.

SECCION II

MUESTREO DIAGNOSTICO

2.1 Introducción

En la búsqueda de sistemas para manejar el bosque húmedo tropical, uno de los retos es idear maneras donde se enfoquen los componentes esenciales. Uno de estos muy bien puede ser el muestreo diagnóstico, con sus conceptos de importancia de tamaño, distribución espacial, y las normas de calidad para individuos seleccionados. Obviamente, el muestreo diagnóstico no es apto para todos los casos, ni para todos los forestales, pero existen ocasiones donde la información obtenida mediante esta técnica puede ser invaluable.

Cuando no ha existido un manejo forestal previo, es útil poder:

- a) Establecer las prioridades para iniciar las operaciones silviculturales en los distintos tipos de bosque entrando bajo manejo, para así optimizar la productividad y planear dónde aplicar cada operación.
- b) Delinear una secuencia inicial adecuada de las operaciones silviculturales, definiendo los tipos de bosque y componentes del rodal donde se deben dirigir las operaciones para así lograr los objetivos definidos. Se necesita considerar el costo de tales operaciones con respecto a los rendimientos posibles, no sólo en términos de productos sino también con el aumento de la tasa de sobrevivencia y la tasa de crecimiento diámetrica de los árboles por cosechar en el futuro, de las especies comercialmente deseables.
- c) Estimar un ciclo de corta general en relación con las clases, reclutadas de las especies comercialmente deseables.

A menudo, esa información se puede obtener en formas más efectivas por medio del muestreo diagnóstico. Sin embargo, aún cuando este tipo de muestreo contribuye enormemente hacia una definición silvicultural y en las decisiones sobre el manejo, es prudente el reconocerlo como una herramienta práctica y como tal, no puede sustituir a un inventario de la regeneración, ni actuar como implemento para estudios botánicos o ecológicos, ni como sustituto de un inventario forestal convencional. No parece apropiado para madera para pulpa, ni para leña. A sus resultados no se les puede aplicar fácilmente análisis estadísticos. Hasta el momento, el tamaño de la muestra se define en forma empírica.

Se puede definir el muestreo diagnóstico como una operación intencionada para estimar la productividad potencial de un rodal. Sus resultados se basan en el tamaño de la clase y en la calidad de los individuos encontrados dentro de un rango de tamaño especificado y una distribución espacial definida. Dentro de la unidad de área especificada, sólo un individuo (árbol, latizal, o brinzal), el mejor disponible, se escoge como un deseable sobresaliente (DS).

En algunas ladas, el término *muestreo diagnóstico* se está usando equivocadamente para todo tipo de inventarios de reconocimiento y muestreo exploratorio. Muchas veces se confunde el concepto de un *deseable sobresaliente* (el individuo por seleccionar, como una parte indispensable del muestreo diagnóstico) con el concepto de *árbol potencialmente cosechable* (seleccionado como el favorecido para aplicarle el tratamiento silvicultural). Algunos estudios equivocadamente excluyen los latizales y brinzales o incluyen árboles más grandes que el propuesto diámetro mínimo de corta. A veces, no se reconoce la importancia de la distribución espacial de los *deseables sobresalientes*.

Es cierto que un inventario convencional, acompañado por un conteo de la regeneración natural (si se incluye el concepto de árbol potencialmente

cosechable), puede suministrar la información requerida para las decisiones de manejo y silviculturales. Sin embargo, el muestreo diagnóstico es más sencillo y más rápido de implementar, y más fácil de interpretar. Es un tipo de muestreo que dirige su atención hacia el futuro. Permite visualizar y proyectar las posibilidades de las cosechas futuras, basándose en los individuos ya existentes, distribuidos espacialmente en forma aceptable, y creciendo hacia la madurez.

Es importante reconocer que las decisiones para el muestreo diagnóstico se tienen que tomar en el bosque. Es un error pensar que se puede construir el muestreo diagnóstico basándose en las hojas de campo de un inventario convencional.

2.2 Antecedentes

El muestreo diagnóstico se deriva del muestreo lineal estratificado de la regeneración natural aplicado en Malasia durante los años treinta. Reconociendo que la regeneración exitosa no es función solamente de las existencias, sino también de la distribución espacial y de la calidad de las plantas, el muestreo diagnóstico fue desarrollado e incorporado como una operación silvicultural en el "Sistema Uniforme de Malasia" aplicado después de 1950, por medio del cual se decidía si un estrato de bosque se estaba regenerando satisfactoriamente. Sus objetivos y metodologías han sido tratados por muchos autores, incluyendo a Barnard, (1950b, 1954), Baur (1964), Browne (1936), Cousens (1956), Dawkins (1958), Landon (1948), Shrubshall (1934), Taylor (1962), Walton *et al.* (1952), Wyatt-Smith (1963, 1986), Wyatt-Smith *et al.* (1963). Más recientemente, se ha usado el principio para la regeneración natural en Canadá (Brand, 1988) donde identifica los tipos de tratamiento silvicultural requeridos y muestra en un mapa donde se aplica cada uno. En Malasia, el muestreo lineal, mediante el cual también se produjo un mapa donde se mostró la distribución espacial de la regeneración y las diferencias de sitios, probablemente fue el medio por el cual se empezó a detectar la presencia de una adecuada regeneración natural en el bosque, lo que resultó en la suspensión de las talas practicadas para inducir a la regeneración natural durante 1927-37.

En sus formas originales, el muestreo diagnóstico sustituyó a los conteos de población como un medio de evaluar el estatus silvicultural de la vegetación favorecida por el *Sistema Uniforme Malayo*. Por esta razón, en aquella época se anotó la presencia de las trepadoras, un conocimiento crucialmente importante para el establecimiento de poblaciones arbóreas coetáneas y jóvenes, de especies comercialmente deseables. De la misma manera, las palmeras sin tallos, las cuales constituyen un problema silvicultural, se pueden tomar en cuenta, como le fueron en el muestreo diagnóstico malayo durante los años cincuenta y sesenta.

En el norte de Costa Rica, casi todas las especies arbóreas que lleguen a dimensiones aserrables, ya son comercialmente aceptables; situación que se espera sea más y más común en los trópicos. Como resultado el impulso principal de la recolección de información ya no es solamente separar lo comerciable de la biomasa, sino llegar a identificar la etapa de desarrollo del tipo de bosque, identificando las necesidades y prioridades silviculturales y de manejo para toda la región de interés; además de estimar el tiempo requerido para llegar a la cosecha potencial de los árboles de las especies comercialmente deseables.

Naturalmente, a pesar de la demanda casi total de estas especies, siguen siendo importante la confección de listas que ordenen el valor comercial relativo de cada una de las especies ocurrentes. Los datos presentados en este trabajo se basan

en una lista de especies comerciales que son, tanto especies esciófitas, como oportunistas, en los claros. Las especies heliófitas pioneras aunque de valor comercial, se excluyen de la lista porque queda claro que los individuos de tales especies muchas veces ocupan una posición dominante en el dosel y por eso no requieren ninguna liberación silvicultural.

2.3 Metodología

A pesar de la creciente escasez de los recursos forestales del bosque tropical, los raleos a menudo no tienen mercado. Por esta razón sigue siendo válido basar las estimaciones de la futura productividad con base en las trozas de aserrío presentes en la cosecha final potencial (Cousens, 1956). Sin embargo, es útil reconocer que el muestreo diagnóstico también se puede ajustar para pronosticar las potencialidades de los árboles productores de frutas, importantes en el manejo de la fauna silvestre, como también para fines apícolas los árboles que florecen, plantas medicinales, y para otros tipos parecidos de objetivos del manejo.

La aplicación práctica del muestro diagnóstico gira en torno a la selección de un individuo (árbol, latizal, o brinzal), dentro de una conveniente unidad de área, como 10 x 10 m (0,01 ha).

Cuando las observaciones se restrinjan a un solo tallo, es imperativo que unos criterios de calidad sean empleados como base inequívoca para seleccionar o rechazar individuos. Es necesario definir estrictamente dicho criterio (Cuadro 1), especialmente cuando se va a usar en bosques caracterizados por una gran variedad en la ocurrencia de especies, en las tasas de crecimiento, y en la calidad de tallos y copas. Toda la metodología deberá estar de acuerdo con las capacidades de los que van a llevar a cabo el trabajo de campo. Debe ser sencilla, directa, y de un formato uniforme. Las especies deben ser identificadas por una persona de experiencia y confianza. Antes de iniciar el muestreo, se debe confeccionar una lista precisa de las especies comercialmente deseables en orden de importancia y ésta no debe cambiarse durante el transcurso del trabajo.

Cuadro 1. Pasos para la selección de un *deseable sobresaliente* (cuadrados 10 x 10 m).

Primer paso: el cuadrado contiene un *árbol* que satisface las normas requeridas para ser un *deseable sobresaliente*. Este árbol debe:

- ser el mejor (muchas veces el más alto o el de mayor diámetro) entre los árboles comercialmente deseables en el cuadrado;
 - tener un dap de 10 cm o más, pero menos del límite mínimo de corta a aplicar en el bosque;
 - ser de un solo tronco, sano, bien formado, que contenga, o parezca que contendrá, una sección recta de por lo menos cuatro metros de largo, libre de defectos, deformaciones o nudos grandes;
 - tener una copa bien formada y vigorosa.
-

Cuadro 1. Continuación.

Segundo paso: el cuadrado no contiene ningún árbol que sea aceptable como un *deseable sobresaliente* (ya sea por la especie, dap, mala forma, mala copa, o falta de vigor), pero sí contiene un *latizal* adecuado que cumple con los siguientes requisitos:

- es una especie de valor comercial;
- tiene entre 5,0 y 9,9 cm de dap;
- tiene un sólo tronco recto, sano, libre de defectos y deformaciones, y sin ramas pesadas;
- tiene una copa bien formada y vigorosa.

Tercer paso: el cuadrado no contiene ningún árbol, ni *latizal*, que sea aceptable como *deseable sobresaliente*, pero si contiene un *brinzal* apropiado:

- es de una especie comercialmente deseable;
- de un tamaño entre los 30 cm de altura total y 4,9 cm de dap;
- con un sólo tronco recto sin daño, ni defectos visibles;
- y una copa bien formada y vigorosa.

Cuarto paso: el cuadrado no contiene ningún árbol, *latizal*, o *brinzal* apropiado que pueda ser seleccionado como *deseable sobresaliente*. Técnicamente está *desocupado*.

- a) El cuadrado no contiene ninguna planta de ningún tipo que califique como *deseable sobresaliente*, pero se considera como *potencialmente productivo*. Apunte esta información por medio de un número de código apropiado pues, como parte del *diagnóstico* que se derivará del muestreo, es importante indicar la proporción del área de bosque muestreado que es capaz de producir una cosecha futura, pero que será la más lenta en producirla.
 - b) El no contiene ninguna planta de ningún tipo que califique como *deseable sobresaliente*. Además, por la aparente mala calidad de sitio, el cuadrado se debe considerar como *permanentemente improductivo*.
-

Para el muestreo, las hojas de campo deben de disponer de espacio para las entradas, las cuales incluyen: especie de árbol, clase de calidad del mejor tronco en el tallo del mejor árbol grande en un cuadrado (de diámetro mayor a mínimo de corta), especie, dap, y clase de iluminación de la copa de un *deseable sobresaliente* por cuadrado, el cual debe tener un diámetro inferior al mínimo de corta.

La idea de restringir la selección del *deseable sobresaliente* a sólo un individuo por cuadrado de 0,01 ha, es a veces criticado, especialmente si es un *latizal* o *brinzal*, pues al ser un solo individuo está propenso a perderse fácilmente debido a causas naturales, y por ende no contribuirá en las estimaciones del valor de las futuras cosechas. Por eso Dawkins (1958) describe la selección de *deseables sobresalientes alternativos*, incrementándose su número al disminuir en tamaño los *deseables sobresalientes*. Esta práctica también fue influenciada por la preocupación sobre el efecto de las diferentes tasas de crecimiento entre los *deseables sobresalientes* alternativos (Barnard, 1950a).

En las observaciones aquí reportadas, se consideró que la presencia de un latizal o de un brinzal escogido para ser el *deseable sobresaliente*, implica la existencia en el cuadrado de otros individuos de tamaño y calidad parecidos. Esta suposición fue probada con resultados positivos (Cuadro 2). Se concluyó que cuando la existencia de la regeneración de una especie comercial es escasa por naturaleza, entonces el número de cuadrados desocupados revelará este hecho.

Cuadro 2. Verificación de las existencias adicionales al *deseable sobresaliente*, por cuadrado.

Bosque secundario alto, de 30 años de edad, Pérez Zeledón, Costa Rica						
Tipo de DS	Numero de cuadrados 10 x 10 m	Tipo de <i>deseable sobresaliente</i> (No de cuadrados 5 x 5 m)				Total
		Arbol	Latizal	Brinzal	Ninguno	
Cuadrados no tratados silviculturalmente						
árbol	81	115	61	137	15	328
latizal	16		11	45	4	60
brinzal	3			12	-	12
ninguno	0				-	-
Total	100	115	72	194	19	400
Cuadrados tratados silviculturalmente (cosecha y mejoramiento, más liberación)						
árbol	81	109	48	162	5	324
latizal	10		7	29	4	40
brinzal	9			33	3	36
ninguno	0				-	-
Total	100	109	55	224	12	400

El seleccionar un individuo de buena calidad en cada cuadrado de 0,01 ha conduce a la conveniente y muy usada cifra de 100 árboles potencialmente cosechables uniformemente espaciados por hectárea como una norma contra la cual las existencias encontradas se pueden comparar. En la mayoría de los bosques, se logra una cosecha rentable de madera de aserrío con mucho menos de 100 fustes por hectárea. Por lo tanto se puede asumir que la cifra de 100 considera una mortalidad natural.

Es esencial distinguir claramente entre la cifra aceptada y conveniente de los 100 árboles por hectárea y el número de árboles que pueden llegar a ser activamente favorecidos por un tratamiento silvicultural. Como este último número es influenciado por el dap promedio y las cantidades de los individuos de especies deseables, fácilmente podría sumar a más de 100. Pero mientras el muestreo sea

adecuado, el número nunca debería ser significativamente menor que el total mostrado por el muestreo diagnóstico.

En 1954, Barnard hizo un llamado de atención con respecto a los árboles con dimensiones mayores al límite mínimo de corta que quedaban como sobrevivientes *reliquias* de las cortas selectivas, reconociendo su fuerte influencia sobre la silvicultura, y declarando que un forestal se ve obligado a aceptar su presencia con la intención de removerlos antes de que demasiados árboles potenciales cosechables se estanquen y se tornen incapaces de responder a la liberación.

El muestreo diagnóstico, al estar orientado hacia las cosechas futuras, debería incluir como *deseable sobresaliente* solamente aquellos con diámetros menores al mínimo de corta. En otras palabras, el considerar como un *deseable sobresaliente* algún árbol de tamaño comercializable en el momento del muestreo, distorsiona la impresión de cosechas futuras. El ignorar la presencia de árboles de dimensiones mayores, impide al intérprete el conocimiento de lo que puede ser una fuente de sombra y de competencia para los tallos que se quiere favorecer para la futura cosecha, evitándole que se forme ideas claras en cuanto a la mejor manera de remover los árboles de dimensiones mayores o de poder incorporarlos dentro de un determinado tratamiento silvicultural (como árboles semilleros, o como individuos considerados valiosos como hábitat para criaturas importantes para la polinización o en la dispersión de semillas).

La metodología que se presenta aquí sugiere que los árboles más grandes respecto al diámetro mínimo de corta se tomen en cuenta según las prácticas del muestreo diagnóstico (el mejor de cada cuadrado de 10 x 10 m), pero anotado en un registro distinto al de los *deseables sobresalientes* (Cuadro 3 y Discusión).

2.3.1 Los pasos involucrados en el muestreo diagnóstico

Se recomienda seguir los siguientes pasos para llevar a cabo el muestreo diagnóstico en el campo:

1. Establecer los cuadrados de 10 x 10 m en fajas o en bloques.
Para una interpretación substanciada, se considera necesario un mínimo absoluto de 100 cuadrados. Un número mayor es preferible. Si se integra el muestreo diagnóstico dentro de un inventario forestal convencional, se mejora el alcance mientras sus costos se vuelven insignificantes.
2. Registrar información sobre cualquier árbol principal presente más grande que el diámetro mínimo de corta.
Estos son los árboles más grandes que se pueden eliminar mediante una cosecha comercial, por una cosecha de rescate, o por un tratamiento de mejoramiento. Tome esta información independientemente de la presencia de *deseables sobresalientes*. Un árbol dentro de un cuadrado que presente dimensiones más grandes que el diámetro mínimo de corta se le debería apuntar si es una especie comercial o no comercial; y si el fuste de buena calidad (clasificado como *bueno*), o si está deformado, dañado o podrido (clasificado como *rechazado*). Si existe más de un árbol mayor al diámetro mínimo de corta, se debe registrar el mejor en términos de especie y calidad de fuste.

3. Clasificar el tipo de *deseable sobresaliente* (Cuadro 1). El *deseable sobresaliente* para un cuadrado puede ser un árbol, un latizal o un brinzal. Las etapas para identificar un *deseable sobresaliente* son las siguientes: primero, busque un árbol apropiado (Cuadro 1). Si no se puede encontrar un árbol adecuado dentro del cuadrado, entonces busque críticamente entre los latizales con miras a escoger el mejor, que será el *deseable sobresaliente* (Cuadro 1). Si no existe ningún árbol, ni latizal que cumpla con los criterios de calidad, entonces busque un *deseable sobresaliente* entre los brinzales presentes.
Cuando no se pueda encontrar ningún tipo de *deseable sobresaliente*, entonces la ausencia es importante, y deberá notarse como un cuadrado desocupado. Es importante reconocer que aunque un cuadrado esté repleto con vegetación de todos los tamaños, se consideraría como desocupado mientras ningún individuo de las especies comercialmente deseables cumpla los criterios del DS en cuanto a calidad de fuste y vigor de planta (Cuadro 1). Las parcelas desocupadas se pueden clasificar como *potencialmente productivas* para madera, o como *permanentemente no productivas* (vías de agua o afloraciones de roca).
4. Registrar el dap de los árboles *deseables sobresalientes*.
El dap de cada árbol considerado como *deseable sobresaliente* se mide y se apunta para que nos ayude en el manejo, siendo el dap inversamente proporcional al período de tiempo estimado que requerirá el árbol para obtener su madurez comercial (Cuadro 3).
5. Registrar la clase de iluminación de la copa de cada *deseable sobresaliente* (Figura 1).
Nótese la intensidad de iluminación que recibe la copa de cada *deseable sobresaliente* porque, en bosques donde el crecimiento de los árboles no está limitado por un déficit de la humedad del suelo, clasificar la iluminación de la copa ayuda a indicar el tipo y la urgencia del tratamiento silvicultural requerido para favorecer los árboles seleccionados para la cosecha final. En los cuadrados desocupados la intensidad de iluminación se estima al centro del cuadrado a una altura de 1,30 m sobre nivel del suelo. Esta información sugeriría el grupo ecológico de la regeneración natural que se espera en los sitios *productivos*.

Los datos recogidos por el muestreo diagnóstico se podrán resumir y cuantificar como se muestra en el Cuadro 3.

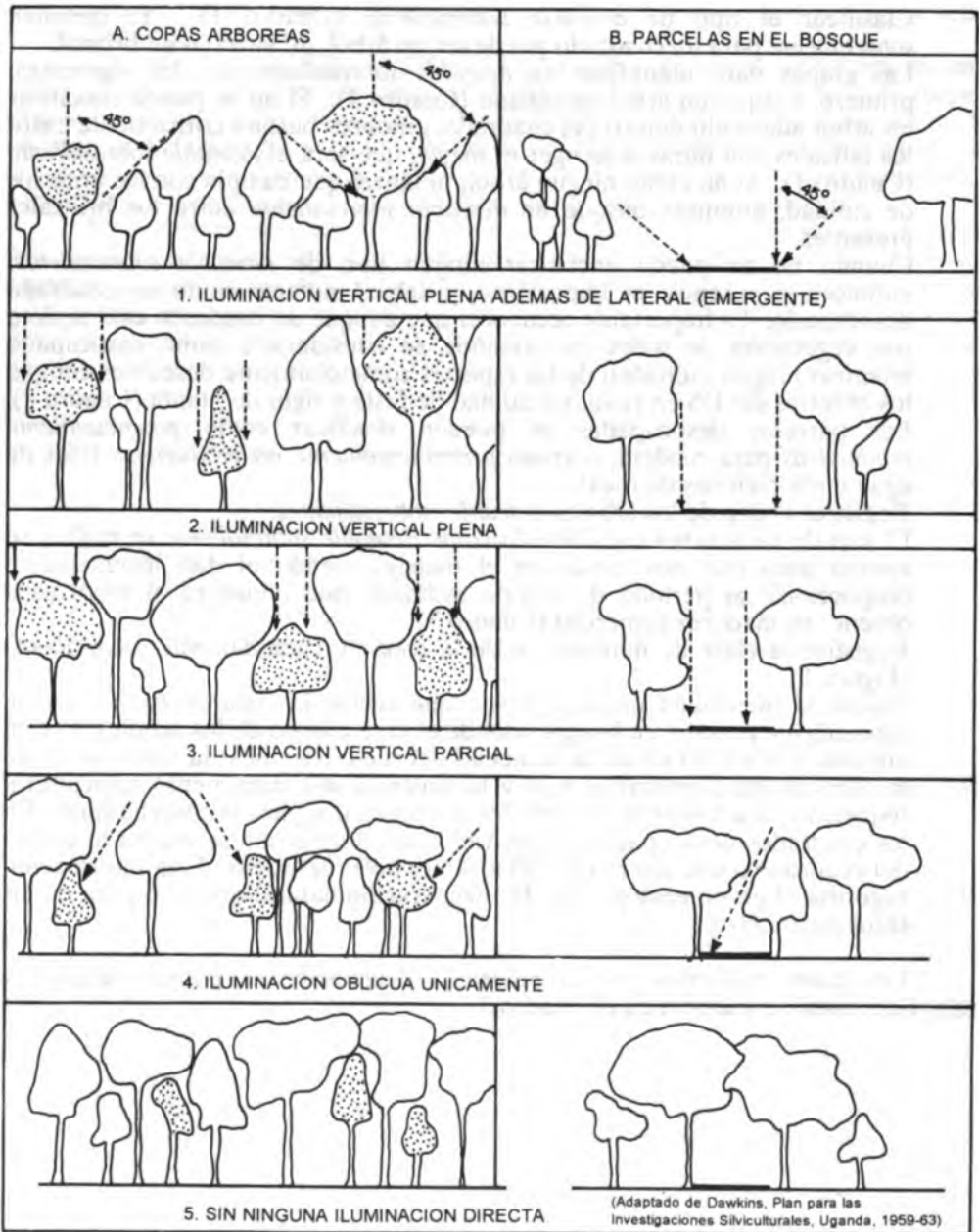


Figura 1. Clases de iluminación.

Cuadro 3. Resultados de un muestreo diagnóstico en un bosque secundario, no manejado, de 30 años de edad. Pérez Zeledón, Costa Rica (375 cuadrados, cada uno de 10 x 10 m).

A. ARBOLES SOBRESALIENTES MAYORES QUE EL DIAMETRO MINIMO DE CORTA (40 cm dap en este caso)												
	Especies comercialmente aceptables					Especies sin valor comercial					Cuadrados sin ningún árbol 40+cm dap	Número total de cuadrados
	Clase de calidad de fuste		Fustes no comercialmente aceptables			Fuste		Fuste				
	Troza actual 40+ cm (inferior)	Troza futura 10-39cm (superior)	Deformado	Dañado	Podrido	40+cm dap (inf.)	10-39cm dap (sup.)	Deformado	Dañado	Podrido		
No. cuadrados	98	4	2	1	8	6	1	1	-	-	254	375
Porcentaje	26	1	-	-	2	2	-	-			68	100

Tipo de deseable sobresaliente	B. DESEABLES SOBRESALIENTES						
	Clase de iluminación de copa					Total cuadrados	Porcentaje
	Emergente 1	Plena vertical 2	Vertical parcial 3	Oblicua 4	Indirecta 5		
1. ARBOL: 30-39 cm dap 20-29 cm dap 10-19 cm dap	7 3 2 12 5%	48 40 14 102 39%	25 58 30 113 43%	-- 4 22 26 9%	-- 4 6 10 4%	80 109 74 263 100%	21 29 20 70
2. LATIZAL: 5-9 cm dap	-	-	8 19%	11 25%	24 56%	43 100%	12
3. BRINZAL: < 5 cm dap	1 2%	1 2%	3 5%	14 23%	42 68%	61 100%	16
9. CUADRADOS SIN NINGUN SOBRESALIENTE							
a) Sitio potencialmente productivo.	-	1	2	-	-	5	1
b) Sitio sin posibilidades productivas	-	1	1	1	-	3	1
No. total de cuadrados:	13	105	126	53	78	375	100
Porcentaje:	3	28	34	14	21	100	

Aumento en la necesidad para una liberación



Aumento en tiempo hacia la cosecha



2.4 Discusión

Al aceptar que una de las funciones del muestreo diagnóstico es la de proveer una hipótesis con la que se trabajará, algunos de los resultados se expresarán a manera de instrucciones precisas de campo para las operaciones silviculturales, como se muestra en el Cuadro 3; en este ejemplo en particular, los árboles de especies comerciales y de buena calidad de fuste y mayores al diámetro mínimo de corta (40 cm dap), ocurren sobre el 26% del área muestreada. Esto es suficiente para una extracción comercial de las trozas. El seis por ciento del área presenta árboles de dimensiones mayores que son fustes de calidad inferior de especies, no comerciales. Estos se pueden remover mediante una operación de mejoramiento, como lo es la del "Mejoramiento del rodal", aplicado simultáneamente con la liberación de fustes pequeños seleccionados que se menciona abajo. Como explicaron Baur (1964), Wadsworth (1987), y Hutchinson (1987a, 1987b, 1988), estas operaciones son esenciales donde no ha habido manejo previo.

Del ejemplo resumido en el Cuadro 3, se puede deducir lo siguiente:

- a) Los árboles de cosecha final están ampliamente distribuidos. Sólo un dos por ciento del área total carece de un *deseable sobresaliente*, un área fácilmente tolerable en el manejo del bosque natural.
- b) Setenta por ciento de todos los *deseables sobresalientes* son árboles con una preponderancia en la clase de dap de 20-29 cm. La clase de dap más cercana a la madurez comercial, 30-39 cm, cubre el 21% del área muestreada. De todos los árboles, un 5% + 39% = 44% se puede suponer que está creciendo cerca de la tasa óptima pues sus copas están bien iluminadas. Un porcentaje igual recibe luz parcial de arriba y aunque la tasa de crecimiento de los árboles en este segundo grupo puede ser aceptable, la liberación silvicultural ayudaría a incrementarla. Sin embargo, un 9% + 4% = 13% de los árboles sobresalientes obviamente están creciendo bajo una iluminación deficiente. En esta categoría, la liberación de los árboles *seleccionables* aseguraría en el futuro un aumento de la tasa de crecimiento y evitaría pérdidas debidas a la mortalidad natural.
- c) Los latizales y brinzales juntos que son *deseables sobresalientes* representan un 12% + 16% = 28% del área muestreada en este caso, y la mayoría de ellos están mal iluminados. Como por lo general es difícil y costoso tratar directamente con latizales y brinzales, el tratamiento podría enfocarse en los elementos arbóreos mal iluminados, confiando de este modo, en un mejoramiento casual en la intensidad de la iluminación de los latizales y los brinzales.

Wadsworth (comunicación personal) informa desde Sarawak que el tratamiento silvicultural de este tipo (Hutchinson, 1981), aplicado sobre grandes áreas durante la década pasada, ha resultado en estándares altos en la forma de fuste y en tasas de crecimiento obviamente incrementadas con respecto a los árboles seleccionados y liberados, de este modo reduciendo la duración del ciclo de corta en 10 años. Se ha preservado la diversidad botánica. Se ha optimizado la productividad de especies comercialmente deseables.

Donde la presión del tiempo obliga a tomar decisiones rápidas sobre las prioridades de manejo y técnicas silviculturales, puede ser preferible emplear el muestreo diagnóstico en vez del inventario convencional pues, como se ve en el

Cuadro 3, este es capaz de presentar información resumida, mucho más rápidamente. El planeamiento y las decisiones prioritarias se toman de acuerdo con la interpretación de los resultados del muestreo de cada tipo de bosque, y con el área relativa de cada tipo de bosque encontrado existente en el bosque de interés. A continuación se presentan cuatro ejemplos del muestreo diagnóstico en diferentes tipos de bosque en zonas bajas de Costa Rica.

Los resultados del Cuadro 4, claramente indican una muestra demasiado pequeña para un análisis efectivo. Dejando este aspecto de lado, se puede ver que en este bosque joven es conspicuo que la mayoría de los *deseables sobresalientes*, a nivel de latizales y brinzales, no están bien iluminados a causa de la densidad del rodal joven.

Cuadro 4. Bosque en regeneración (15 cuadrados, cada uno de 0,01 ha)

	Arboles >40 cm dap porcentaje	Porcentaje cuadrados vacíos	Total árboles/ha	
A. Arboles sobresalientes mayores al diámetro mínimo de corta	0	100	0	
Clase de iluminación de copa				
B. Tipo de deseable sobresaliente	Bueno 1+2 %	Aceptable 3 %	Deficiente 4+5 %	Total %
árbol				
30-39 cm dap		7		7
20-29 cm dap		7		7
10-19 cm dap				
latizal		7	20	27
brinzal	13	13	27	53
cuadrados sin ningún deseable sobresaliente			6	6
Porcentaje total	13	40	47	100

La perpetuación de esta circunstancia implica crecimiento lento y una ocupación de las especies deseables progresivamente reducida por la mortalidad natural. Si fuera esto un bosque extensivo, probablemente sería mejor no intervenir de inmediato, a fin de permitir que avance la sucesión. Sin embargo, en una propiedad pequeña, el dueño podría decidir invertir en labores durante las épocas menos ocupadas de cada año, trabajando con herramientas de mano para liberar los individuos jóvenes seleccionados para ser árboles potenciales de cosecha final, suponiendo de que tal intervención no causará que la sucesión se revierta a sus etapas más tempranas (Mead, 1937). Al hacerlo así, se podría contar con una

cosecha temprana de una especie pionera como lo es el *Didymopanax*, que se vende como madera para fósforos, y a la vez se favorece a los deseables más tolerantes para una cosecha selectiva posterior. También, se podría poner atención para fomentar la regeneración natural de las especies comercialmente deseables en los espacios abiertos (el 6% del área muestreada).

El Cuadro 5, presenta un bosque que ha madurado a tal grado que, aunque ningún árbol ha alcanzado en tamaño comerciable, el $23\% + 33\% + 24\% = 80\%$ del área de muestreo consiste de árboles pequeños, la mayoría bien iluminados y por consiguiente creciendo a una buena tasa. Sin embargo, un $7\% + 12\% = 19\%$ del área en que los *deseables sobresalientes* son latizales y brinzales bajo iluminación deficiente, se beneficiaría casualmente con una liberación de los árboles seleccionados que se encontraron mal o sólo aceptablemente iluminados ($7\% + 16\% + 10\% + 3\% + 9\% = 45\%$ del área).

Cuadro 5. Bosque joven (244 cuadrados; cada uno de 0,01 ha)

	Arboles >40 cm dap porcentaje	Porcentaje cuadrados vacíos	Total árboles/ha	
A. Arboles sobresalientes, mayores al diámetro mínimo de corta	0	100	0	
Clase de iluminación de copa				
B. Tipo de deseable sobresaliente	Bueno	Aceptable	Deficiente	Total
	1+2 %	3 %	4+5 %	%
árbol				
30-39 cm dap	16	7	-	23
20-29 cm dap	14	16	3	33
10-19 cm dap	5	10	9	24
latizal		-	7	7
brinzal		-	12	12
cuadrados sin ningún deseable sobresaliente				0
Porcentaje total	35	33	32	100

El Cuadro 6, presenta un bosque más alto y diferenciado que el del Cuadro 5. Se encuentran aproximadamente 32 árboles/ha de dimensiones y especies comerciales, lo que sugiere que el primer paso hacia el manejo debería ser un extracción comercial. El saldo de los árboles grandes (7-10%) puede talarse o anillarse durante un tratamiento de mejoramiento del rodal. El 26% por ciento del área lo representan los latizales y brinzales sobresalientes bajo una iluminación aceptable o deficiente. Para que la tasa de crecimiento de los componentes de este

rodal no se quede atrás, sería ventajoso buscar los beneficios iniciales de una liberación de los árboles seleccionados que no están bien iluminados ($9 + 16 + 6 + 3 + 12 = 46\%$ del área muestreada).

Cuadro 6. Bosque en maduración (180 cuadrados; cada uno de 0,01 ha).

	Especies comerciales (Clase de calidad del fuste)			Especies no comerciales	Cuadrados vacíos	Total árboles/ha
	Troza actual	Troza futura	No accept.			
A. Árboles sobresalientes mayores al diámetro mínimo de corta	52%	3%	3%	4%	38%	61
B. Tipo de deseable sobresaliente	Clase de iluminación de copa					
	Bueno 1+2 %	Aceptable 3 %	Deficiente 4+5 %	Total %		
árbol						
30-39 cm dap	17	9		26		
20-29 cm dap	8	16	3	27		
10-19 cm dap		6	12	18		
latizal		3	9	12		
brinzal			14	14		
cuadrados sin ningún deseable sobresaliente			2	2		
Porcentaje total	26	34	40	100		

El Cuadro 7, presenta un caso que requiere cuidado especial porque más de la mitad de los *deseables sobresalientes* son brinzales con mala iluminación. Los aspectos relevantes son:

- a) El 22% de los árboles grandes por hectárea está listo para una extracción comercial.
- b) El 15% de los árboles grandes, por hectárea, posiblemente podría llegar a producir una cosecha comercial, compuesta por trozas de partes altas de los fustes.
- c) Una existencia parecida de árboles grandes no comerciales y defectuosos ($6\% + 15\% = 21\%$) los cuales, si les agregamos a los de la categoría (a) para que sean entresacados, causarían daños extensivos a la población de brinzales.
- d) Tres cuartas partes de los árboles *deseables sobresalientes* están de bien a aceptablemente iluminados, por lo que no necesitan ninguna liberación ($14\% + 10\% = 24\%$ del área).

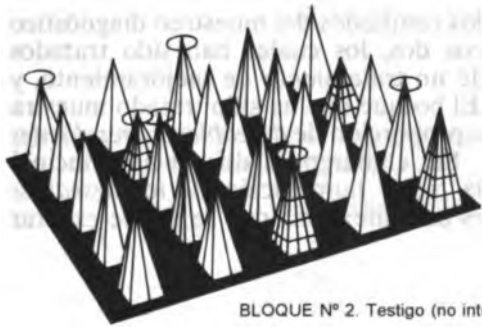
- e) De importancia crítica en este caso es el hecho de que en el 9% + 54% = 65% del área de este bosque, las próximas cosechas son representadas únicamente por latizales y brinzales bajo iluminación deficiente. Mientras estos necesitan que su iluminación les sea mejorada para así optimizar la productividad y acortar el ciclo de corta, son altamente susceptibles a pérdidas y daños durante cualquier intervención.

Cuadro 7. Bosque en maduración con regeneración natural de iluminación deficiente (160 cuadrados; cada uno de 0,01 ha).

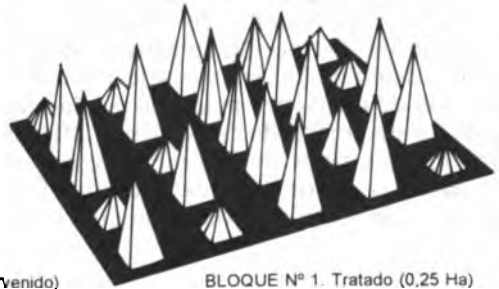
	Especies comerciales (Clase de calidad del fuste)			Especies no comerciales	Cuadrados vacíos	Total árboles/ha
	Troza actual	Troza futura	Troza no accept.			
A. Árboles sobresalientes mayores al diámetro mínimo de corta	22%	15%	6%	15%	42%	58
B. Tipo de deseable sobresaliente	Clase de iluminación de copa					
	Bueno 1+2 %	Acceptable 3 %	Deficiente 4+5 %	Total %		
árbol 10-39 cm dap	14	10	7	31		
latizal			9	9		
brinzal			54	54		
cuadrados sin ningún deseable sobresaliente	2	4		6		
Porcentaje total	16	14	70	100		

Una posible secuencia de acción para el tipo de bosque en el Cuadro 7 podría incluir:

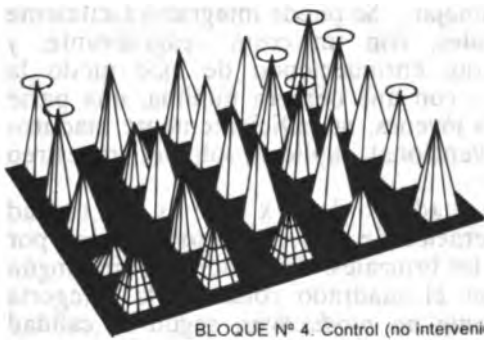
1. Envenenar o anillar los árboles grandes que no sean comerciales, ya sea por la especie o por defectos (21%), para así abrir el dosel superior, pero evitando daños significativos a la población de brinzales.
2. Después de que los brinzales deseables hayan crecido hasta convertirse en latizales y árboles pequeños más fácilmente visibles, cosechar los árboles que actualmente son comerciales (22% del área) y liberar los árboles seleccionados más pequeños de la competencia tanto vertical como lateral, producto de árboles adyacentes de menor valor comercial.



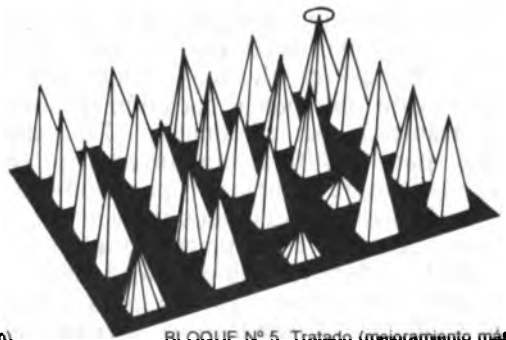
BLOQUE N° 2. Testigo (no intervenido)



BLOQUE N° 1. Tratado (0,25 Ha)



BLOQUE N° 4. Control (no intervenido)



BLOQUE N° 5. Tratado (mejoramiento más liberación de árboles seleccionados)

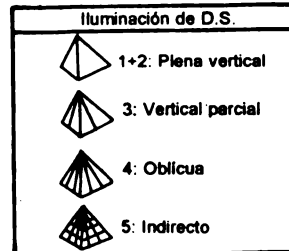
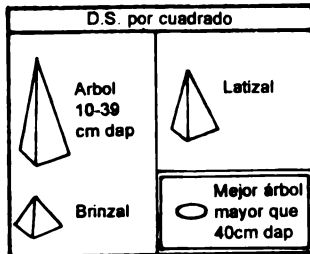


Figura 2. Ejemplos de la condición y la intensidad de la iluminación de los *deseables sobresalientes* en parcelas tratadas, así como en testigos, Pérez Zeledón, Costa Rica. Remedición de diciembre, 1989 (el árbol grande solitario en el bloque no. 5 representa el reclutamiento después del tratamiento de noviembre, 1988).

La Figura 2, representa gráficamente los resultados del muestreo diagnóstico en dos bloques testigos de 50 x 50 m, y otros dos, los cuales han sido tratados mediante una extracción selectiva, además de un tratamiento de mejoramiento, y una liberación de los árboles seleccionados. El bosque que ha sido tratado muestra evidencia de daños por madereo por la mayor proporción de *deseables sobresalientes* presentes en forma de brinzales y latizales. Sin embargo, la diferencia principal entre los dos tipos de bosque consiste en la mejor iluminación de los *deseables sobresalientes* en los bosques tratados. Esta es una diferencia que se puede esperar que dure a lo largo de toda la vida del rodal.

2.5 Conclusiones

El muestreo diagnóstico puede ser una herramienta efectiva para la silvicultura y el manejo del bosque tropical que se quiere manejar. Se puede integrarlo fácilmente en los inventarios forestales convencionales, con un costo insignificante, y ampliando así el alcance de un inventario, enriqueciendo de este modo la información obtenida y haciendo disponible con una demora mínima, una parte importante de esa información. En rodales jóvenes, no suficientemente maduros como para justificar un inventario convencional, aplicar sólo el muestreo diagnóstico será la mejor propuesta inicial.

Los casos estudiados indican que un cuadrado de 10 x 10 m es una unidad básica eficiente y conveniente para la enumeración de un *deseable sobresaliente* por cuadrado, suficiente aún para los latizales y los brinzales. En cuadrados sin ningún *deseable sobresaliente*, es útil para clasificar el cuadrado como de la categoría *potencialmente productivos* o *permanentemente no productivos*, según la calidad estimada del sitio.

En los bosques tropicales que no han sido manejados con anterioridad y que se sometan al manejo, el muestreo diagnóstico tradicional puede convertirse en una herramienta de manejo más eficiente y comprensible al añadirle los siguientes componentes:

- a) Observar en cada cuadrado el mejor árbol más grande que el dap mínimo de corta, y registrar la especie, grupo de calidad de madera y clase de calidad de fuste de ese árbol.
- b) Dividir en clases de dap aquellos *deseables sobresalientes* que son árboles mayores a los 10 cm, pero más pequeños que el límite mínimo de corta. Esto demostrará a la cosecha futura en términos de tamaño actual en relación con el diámetro de corta y a la duración estimada del ciclo de corta.
- c) Registrar la intensidad de la iluminación de la copa de cada *deseable sobresaliente* y de cualquier cuadrante desocupado.
- d) Registrar la incidencia de trepadoras si se considera apropiado, recordando el hecho de que probablemente el aspecto más importante de las trepadoras y que muchas veces es el más difícil de ver, es el encadenamiento que establecen entre árboles.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BARNARD, R.C. 1950a. The elements of Malayan silviculture. *Malayan Forester (Malasia)* 13(3):122-129.
- _____. 1950b. Linear regeneration sampling. *Malayan Forester (Malasia)* 13(3):129-142.
- _____. 1954. A manual of Malayan silviculture for inland lowland forests. Forest Research Institute (Malasia). Research Pamphlet no. 14. 199 p.
- BAUR, G.N. 1964. The ecological basis of rainforest management. Sydney, Australia, Forestry Commission of New South Wales. 499 p.
- BRAND, D.G. 1988. A systematic approach to assess forest regeneration. *Forestry Chronicle (Can.)* 64(5):414-420.
- BROWNE, F.G. 1936. Milliacre surveys. *Malayan Forester (Malasia)*. 5:177.
- BRYAN, M.B. 1981. Studies of timber growth and mortality in the mixed dipterocarp forest of Sarawak. Forestry Dept. (Malasia). UNDP/FAO/MAL/78/008, SWK. 56 p.
- COUSENS, J.E. 1956. A pilot sampling scheme in the regenerated forest of Perak. Forest Research Institute. Project M8 (Malasia). Research Pamphlet no. 23. 24 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. 155 p.
- HUTCHINSON, I.D. 1979. Liberation thinning: a tool in the management of mixed dipterocarp forest in Sarawak. In *Malaysian Forestry Conference (7., 1979, Penang, Malasia)*. Proceedings. FAO Report no. FO:MAL/26/008. Field Document no. 5. 28 p.
- _____. 1980. Approach adopted to define interim guidelines for silviculture and management of mixed dipterocarp forest in Sarawak. In *Forestry Seminar (1980, Serdang, Malasia)*. Proceedings. s.n.t. p. 127-146.
- _____. 1981. Sarawak liberation thinning: background and initial analysis of performance: a practical guide. Sarawak Forestry Dept. (Malasia). UNDP/FAO/MAL/76/008. 121 p.
- _____. 1986. Forest management planning. Forest Dept. (Sierra Leona). Field Doct. UNDP/FAO/SIL/84/003. 28 p.
- _____. 1987a. The management of humid tropical forest to produce wood. In *Management of the Forests of Tropical America: Prospects and Technologies (1986, San Juan, P.R.)*. Proceedings of a conference. Ed. by J.C. Figueroa; F.H. Wadsworth; S. Branham. San Juan, P.R., USDA Forest Service. p. 121-155.

- _____. 1987b. Improvement thinning in natural tropical forest: aspects and institutionalization. In *Natural management of moist forest*. Ed. by F. Mergen; J.R. Vincent. New Haven, Conn., EE.UU., Yale University. p. 113-133.
- _____. 1988. Points of departure for silviculture in humid tropical forest. *Commonwealth Forestry Review (G.B.)* 67(3):223-230.
- LANDON, F.H. 1948. Treatment of uncontrolled timber felling areas. Forestry Dept. (Malasia). Circular no. 17. s.p.
- MEAD, J.F. 1937. The silvicultural treatment of young Meranti stands. *Malayan Forester (Malasia)* 6(1):53-56.
- SHRUBSHALL, E.J. 1934. The linear sampling system as practiced in Malacca. *Malayan Forester (Malasia)* 3:207.
- SMITH, D.M. 1962. The practice of silviculture. New York, EE.UU., John Wiley. 578 p.
- TAYLOR, C.J. 1962. Tropical forestry with particular reference to West Africa. London, G.B., Oxford University Press. 165 p.
- WADSWORTH, F.H. 1969. Posibilidades futuras de los bosques del Paraguay. Min. Agric. y Ganadería (Par.). Documento de Trabajo no. 2. PNUD/FAO/PAR/66/515. 36 p.
- _____. 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.
- WALTON, A.B.; BARNARD, R.C.; WYATT-SMITH, J. 1952. The silviculture of lowland dipterocarp forest in Malaya. *Malayan Forester (Malasia)* 15(4):181-197.
Presentado en: British Commonwealth Forestry Conference (6., 1952, Ottawa, Can.).
- WYATT-SMITH, J. 1962. A review of Malayan silviculture today. In *British Commonwealth Forestry Conference (8., 1962, East Africa)*. s.l., Malasia, Ministerio de Agricultura. 15 p.
- _____; VINCENT, A.J. 1963. A new technique for diagnosing the treatment required in the naturally regenerated crop of the first managed rotation in lowland dipterocarp forest. *Malayan Forester (Malasia)* 26:18-59.
- _____. 1963. Manual of Malayan silviculture for inland forest. *Malayan Forest Research Record (Malasia)* 23(1). s.p.
- _____. 1986. Sistemas de manejo (silvicultural) de Asia Sureste y Africa usando regeneración natural. In *Seminario sobre Manejo de Bosque Tropical Húmedo en la Región de Centro América (1986, Siguatepeque, Hond.)*. Actas. s.n.t. 33 p.

RECONOCIMIENTOS

El autor agradece al Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales (Cooperación Técnica Suiza/CATIE), Dr. Ronnie de Camino y la Cooperativa Forestal Coopemadereros, R.L. de Pérez Zeledón, Costa Rica, por su apoyo logístico durante estas observaciones. Agradece al Ing. Walter Picado por su participación en el trabajo de campo, y al Dr. John Wyatt-Smith e Ing. David Hughell por sus valiosos comentarios sobre el manuscrito.

Publicación del Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales (COSUDE), editado por INFORAT/CATIE.

Coordinadora de INFORAT:	Claudia Monge
Editor:	Emilio Hidalgo de Caviedes
Revisión bibliográfica:	Carlos Granados
Dibujos:	Rocio Jiménez
Diseño artístico de la portada:	Lucio Pedroni
Diseño gráfico de la portada:	Roy García
Levantado de texto:	Ricardo Luján
Composición e impresión en láser:	Alvaro Chaves
Montaje de artes finales:	Varitec S.A.

Impreso en los talleres gráficos de Varitec S.A.

Edición de 650 ejemplares

Se terminó de imprimir en el mes de febrero, 1993

Títulos de la Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales

- 1. Blaser, J.; Camacho, M.
1991**
Estructura, Composición y Aspectos Silviculturales de un Bosque de Roble (*Quercus* spp.) del Piso Montano en Costa Rica
- 2. Orozco, L.
1991**
Estudio Ecológico y de EstHEstructura Horizontal de seis Comunidades Boscosas de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica
- 3. Pedroni, L.
1991**
Sobre la Producción de Carbón en los Robledales de Altura de Costa Rica
- 4. Räder, C.
1991**
Regeneración Natural sobre Arboles Muertos en un Bosque Nublado de Costa Rica
- 5. Finegan, B.
1992**
El Potencial de Manejo de los Bosques Húmedos Secundarios Neotropicales de las Tierras Bajas
- 6. Beek, aus der R.; Sáenz, G.
1992**
Manejo forestal basado en la regeneración natural del bosque: estudio de caso en los robledales de altura de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica
- 7. Hutchinson, I.D.
1993**
Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo