

**Serie Técnica**  
**INFORME TECNICO No. 188**  
**Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales**  
**Publicación No. 5**

**El Potencial de Manejo de los Bosques Húmedos  
Secundarios Neotropicales de las Tierras Bajas**

**Bryan Finegan**

**(Traducción al español por Ricardo Luján)**

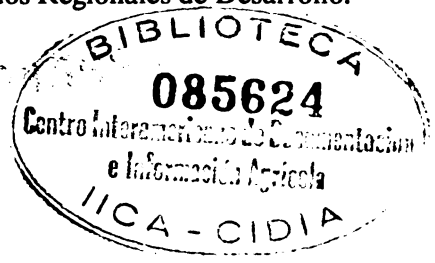
**Publicación patrocinada por la  
Cooperación Suiza al Desarrollo  
COSUDE**

**Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE  
Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido  
Area de Producción Forestal y Agroforestal  
Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales  
Turrialba, Costa Rica, 1992**

CATIE  
IT-122  
02

El CATIE es una institución de carácter científico y educacional, cuyo propósito fundamental es la investigación y la enseñanza de posgrado en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales renovables aplicados al trópico americano, particularmente en los países de América Central y el Caribe.

La Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE) es una dirección especializada dentro del Ministerio de Relaciones Exteriores de Suiza, responsable de la mayor parte de la cooperación para el desarrollo y ayuda humanitaria, que brinda el Gobierno de Suiza a nivel internacional. Presta su apoyo, tanto por medio de convenios bilaterales en más de 50 países de África, Asia y América Latina, como por la vía multilateral, a través de organismos especializados de las Naciones Unidas, de los Bancos y Fondos Regionales de Desarrollo.



- 1992, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.  
ISBN 9977-57-119-8

634.9  
F495

Finegan, Bryan

El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas/B. Finegan. Turrialba, C.R.: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido, 1992. 28 p.; 24 cm.-(Serie técnica. Informe técnico/CATIE; No. 188)

ISBN 9977-57-119-8

1. Bosques húmedos - Manejo

I. CATIE II. Título III. Serie

## CONTENIDO

<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>iv</b>
<b>PRESENTACION</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. EL POTENCIAL DE MANEJO</b>	<b>3</b>
2.1 El contexto biogeográfico y tecnológico	3
2.2 El sistema de dosel protector de Trinidad - SDPT	4
2.3 El potencial biológico de manejo de bosques secundarios: estudio general	5
2.4 El potencial biológico de manejo en bosques secundarios: experiencia en Costa Rica	9
2.5 El SDPT y el potencial biológico de manejo de bosques secundarios: conclusión	10
<b>3. PAUTAS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE</b>	<b>11</b>
3.1 Fundamentos ecológicos: la dinámica de la sucesión secundaria	11
3.2 Pautas para la silvicultura	12
3.3 La silvicultura en la primera y segunda etapas de sucesión	13
3.4 La silvicultura en la tercera etapa de la sucesión	14
3.5 Explotación y regeneración	14
3.6 Otras alternativas silviculturales	15
<b>4. LA SOSTENIBILIDAD ECOLOGICA DEL MANEJO DE BOSQUES SECUNDARIOS</b>	<b>16</b>
4.1 El papel de la fertilidad del sustrato y del uso anterior del sitio	16
4.2 Silvicultura Monocíclica y Sostenibilidad Ecológica	17
4.3 Los bosques secundarios como hábitats en islas	18
<b>5. DISCUSION</b>	<b>20</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>22</b>
<b>RECONOCIMIENTOS</b>	<b>28</b>

## **LISTA DE CUADROS**

- |           |   |          |
|-----------|---|----------|
| <b>1.</b> | <b>Propiedades y usos potenciales de la madera de 16 especies comunes en bosques lluviosos secundarios neotropicales</b>              | <b>3</b> |
| <b>2.</b> | <b>Abundancia de 15 especies maderables comunes de bosque secundario como reportados en 18 fuentes a través del neotrópico húmedo</b> | <b>6</b> |

## **LISTA DE FIGURAS**

- |           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Modelo esquemático del desarrollo de un bosque lluvioso secundario neotropical en suelos no degradados y con suficiente fuente de semillas</b> | <b>12</b> |
|-----------|---|-----------|

## 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, así como actividades de capacitación y enseñanza.

Las acciones se dirigen hacia el diseño, desarrollo e instrumentación 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 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 de silvicultura se concilian dos objetivos, a menudo considerados contrarios: producción y conservación. Por lo tanto, el manejo forestal se convierte en la mejor herramienta de conservación y de desarrollo.

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

Sin embargo, los bosques secundarios son a menudo despreciados como "charrales" o "tacotales". El presente trabajo muestra por medio de una amplia revisión bibliográfica, así como por resultados de las investigaciones del Proyecto, que muchos de los bosques húmedos secundarios de las zonas bajas en los neotrópicos tienen un potencial favorable para un manejo y una producción forestal. El autor del trabajo, el PhD Bryan Finegan, Oficial de la Administración para el Desarrollo en Ultramar (ODA) del Reino Unido coopera estrechamente, desde 1987, con el Proyecto en las investigaciones sobre silvicultura y manejo de bosques de las zonas húmedas bajas. Se le agradece la presente contribución tan importante a la COLECCION SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES NATURALES que pone de relieve las propiedades ecológicas y el potencial productivo de los bosques secundarios.

El trabajo presente es una traducción con modificaciones del artículo publicado inicialmente en inglés, en la revista "Forest Ecology and Management". Aparece en esta forma traducido con el permiso de la casa editora ELSEVIER de Amsterdam, Holanda.

Thomas Stadtmüller  
Líder, Proyecto Silvicultura de Bosques  
Naturales

## RESUMEN

El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas, se reseña a raíz del creciente aumento en el área ocupada por estos, y de la constante destrucción de los bosques primarios. El grupo ecológico de especies arbóreas heliófitas durables, también llamado el de los pioneros grandes, se demuestra que consiste casi exclusivamente de árboles comerciales o utilizables, los cuales son abundantes y de rápido crecimiento en los bosques húmedos secundarios a lo largo de los neotrópicos. Su madera es relativamente liviana y carece de durabilidad natural pero estos factores no constituyen problemas para su utilización. Se analiza el Sistema de Doseil Protector de Trinidad, demostrándose la factibilidad técnica y económica del manejo de bosques secundarios en situaciones en donde los mercados aceptan maderas de especies heliófitas durables. Se concluye que mientras el potencial de manejo biológico de los bosques secundarios es general en los neotrópicos, las condiciones de mercados favorables no lo son, pero la creciente demanda y disminución en la oferta de productos forestales deberá cambiar esta situación en el futuro. Un modelo demográfico de la sucesión secundaria, es utilizado como marco de referencia para una secuencia sencilla y preliminar de tratamientos silviculturales, basados en un enfoque monocíclico. La sostenibilidad ecológica del manejo de los bosques secundarios se considera que depende del mantenimiento de la función del ecosistema que, en suelos infértiles, puede ser destruida por las intervenciones relativamente intensas del sistema monocíclico. Sin embargo, esto de ninguna manera es seguro, y se necesita investigación. Los bosques secundarios generalmente constituyen hábitat en islotes y esto debe tomarse en cuenta en su manejo, especialmente con respecto a la regeneración natural vía semilla. La productividad relativamente alta de los bosques secundarios y su potencial de manejo mediante intervenciones sencillas, y si se desea en combinación con ciertos cultivos, se considera que los hace apropiados para su incorporación a sistemas de producción de pequeñas y medianas fincas.

## ABSTRACT

The management potential of neotropical secondary lowland rain forests is reviewed in the light of the increasing land area occupied by them and the continuing destruction of primary forests. The ecological group of long-lived intolerant trees, or big pioneers, is shown to consist almost exclusively of commercial or utilizable trees which are abundant and fast-growing in secondary rain forests throughout the neotropics. The timbers are relatively light and lack natural durability but these factors do not constitute problems for utilization. The Trinidad Shelterwood System is analyzed, demonstrating the technical and economic feasibility of secondary forest management in situations in which markets accept timbers of long-lived intolerant species. It is concluded that while the biological management potential of secondary forest is general in the neotropics, favourable market conditions are not, but the growing demand for and shrinking supply of forest products should change this in the future. A population-based model of secondary succession is used as the framework for a simple preliminary sequence of silvicultural treatments, based upon a monocyclic approach. The ecological sustainability of secondary forest management is considered to depend on the maintenance of ecosystem function which, on poor soils, may be broken down by the relatively intensive interventions of a monocyclic system. This is by no means certain, however, and research is needed. Secondary forests usually constitute habitat islands and this must be taken into account in their management, especially with respect to natural regeneration from seed. The relatively high productivity of secondary forests and their potential for management through simple operations, in combination with certain crops if desired, are considered to suit them for incorporation into small and medium farm production systems.

## 1. INTRODUCCION

Las reflexiones polémicas sobre la deforestación en los trópicos húmedos (p.e. Myers, 1988) tienden a pasar por alto el hecho de que las intervenciones humanas no solo reducen el total de la cobertura boscosa, sino que dejan gran cantidad de bosque alterado en su estructura y composición. El bosque secundario (definido aquí como la vegetación leñosa que se desarrolla en tierras que son abandonadas después de que su vegetación original es destruida por la actividad humana) se regenera en forma rápida, a lo largo de grandes áreas en los trópicos, después de la intervención humana. Informes de la FAO (1981), en lo concerniente a los neotrópicos, mencionan que al final de los años setenta, en unos 21 millones de ha de tierras agrícolas que fueron abandonadas en México, América Central y el Caribe, se regeneraron bosques secundarios. El mismo inventario identifica 78 millones de ha en América del Sur como del mismo origen. Se proyectó que estos valores ascenderían en 1985 a 23 millones de ha y a 83 millones de ha respectivamente (FAO, 1981).

A un nivel nacional, la presente "era de la vegetación secundaria" (Gómez-Pompa *et al.*, 1972) se ejemplifica con la situación de Costa Rica. En ese país, todo el bosque húmedo primario de las tierras bajas, fuera de las áreas protegidas, posiblemente habrá sido perturbado o destruido para finales de siglo (Leonard, 1986), mientras que en 1984 se reportaron según un censo agrícola (Costa Rica-SEPSA-FAO, 1986), unas 480 000 ha de tierras agrícolas abandonadas (9,4% de su territorio).

Diferencias en las tasas de deforestación y la importancia relativa de los diferentes tipos de bosques tienen consecuencias importantes en lo que respecta al manejo del bosque (sea que los objetivos de manejo sean producción, conservación, recreación o restauración del paisaje o alguna combinación de éstas). Países como Surinam y Guayana Francesa, con una cobertura forestal extensa y relativamente poco amenazada, tienen la posibilidad de considerar varias alternativas. Los países que comparten la Cuenca del Amazonas se encuentran en una situación intermedia (Myers, 1988), mientras que los de América Central enfrentan una crisis creciente (FAO, 1981; Leonard, 1986). En este punto, una de las opciones más atractivas para asegurar el mantenimiento de la singular combinación de bienes y servicios que proporcionan los bosques naturales (madera, leña, postes, productos forestales no madereros, protección del suelo y del agua, conservación de recursos genéticos, etc.) pareciera ser un manejo relativamente intenso y de rendimiento sostenido con una plena participación de la población rural. Lógicamente, en las grandes áreas ya colonizadas, debe darse un énfasis acrecentador a los bosques secundarios.

En vista del incremento en la importancia de los bosques secundarios en los neotrópicos húmedos, el propósito del presente artículo es ilustrar, mediante una revisión de la literatura disponible, el potencial de manejo productivo y sostenible de esta vegetación. Con anterioridad, varios autores ya han mencionado éste potencial, llegando a sus conclusiones por diversos caminos, (Holdridge, 1957; Budowski, 1985; Ewel, 1979; Wadsworth, 1979, 1987). Sin embargo, en la actualidad es que se da el agotamiento de los bosques primarios, el aumento en su accesibilidad, adelantos tecnológicos y condiciones de mercados cambiantes combinándose de tal forma que hacen el manejo del bosque secundario como una proposición viable.

El manejo del bosque secundario es una alternativa de uso de la tierra relativamente nueva. Por lo tanto, no es posible revisar una serie de éxitos



prácticos, aunque afortunadamente, el ejemplo sobresaliente de manejo de bosques naturales del neotrópico -el Sistema de Dosel Protector de Trinidad (SDPT)- concierne a los bosques secundarios. El SDPT se evaluará más adelante. Por la carencia de información de otros tipos de manejo relacionados y porque el potencial de producción de los bosques secundarios frecuentemente es ignorado o descartado (p.e. FAO, 1981), el potencial de manejo ha sido demostrado en términos de la abundancia, productividad, y propiedades de las maderas de especies de árboles comerciales o utilizables y comunes del bosque secundario\*. Esta información, que se puede considerar para demostrar el potencial biológico y ecológico del manejo de los bosques secundarios, se ha recopilado de una amplia gama de fuentes. También se esboza un posible acercamiento general a la silvicultura. De esta manera se espera contribuir al desarrollo de una base técnica para el uso sostenible de la tierra en los neotrópicos. Aunque en Puerto Rico se están estudiando los bosques secundarios (Wadsworth y Birdsey, 1985; Weaver y Birdsey, 1986), se restringió el ámbito geográfico de la revisión a la parte continental de América Central y del Sur (así como las islas de Trinidad y Tobago) por las marcadas diferencias fitogeográficas entre ésta masa de tierra y la cadena de las islas de las Antillas (Graham, 1972; Croat, 1978).

---

\* Entiéndase aquí como definición de especies comerciales, aquellas que son aceptadas comúnmente por los mercados, mientras que las especies utilizables son aquellas que por sus propiedades son adecuadas para un ámbito dado de productos finales, aunque generalmente todavía no sean aceptadas por los mercados.

## 2. EL POTENCIAL DE MANEJO

### 2.1 El contexto biogeográfico y tecnológico

El contexto biogeográfico general para cualquier evaluación de los bosques secundarios neotropicales es uno de relativa uniformidad a lo largo de la región. Las mismas especies utilizables, heliófitas durables, intolerantes a la sombra, o diferentes especies del mismo género, son características de estos bosques a lo largo del área geográfica. Las distribuciones de *Didymopanax morototoni* (Araliaceae), *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae), *Laetia procera* (Flacourtiaceae) y *Simarouba amara* (Simaroubaceae) se extienden desde Centro América hasta la Cuenca Amazónica. Especies del género *Casearia* (Flacourtiaceae), *Cordia* (Boraginaceae), *Pourouma* (Moraceae), *Rollinia* (Annonaceae), *Spondias* (Anacardiaceae), *Vochysia* (Vochysiaceae), *Stryphnodendron* e *Inga* (ambas Mimosaceae) se encuentran en la vegetación secundaria a lo largo de los neotrópicos húmedos. *Goupia glabra* (Celastraceae), una especie comercial ampliamente utilizada (Vink, 1965), se regenera libremente en áreas disturbadas en muchas partes del trópico continental de América del Sur. La familia Tiliaceae contribuye con algunas especies de madera utilizable (el género *Apeiba*, *Goethalsia meiantha*, esta última confinada a América Central) como también con especies de árboles pioneros, en el género de *Bellotia* y *Heliocarpus*.

La abundancia y rápido crecimiento de estas especies, constituyen el potencial biológico de los bosques secundarios neotropicales. Pueden proveer de materia prima para una amplia gama de productos finales, su carencia de durabilidad natural se puede rectificar fácilmente si son tratadas con preservantes (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Propiedades y usos potenciales de la madera de 16 especies comunes en bosques lluviosos secundarios neotropicales.

	Gravedad Específica	U S O S										
		IC	EC	HC	FU	EB	FL	TP	PL	T	B	M
<i>Apeiba membranacea</i>	0.30	*										*
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0.57-0.64	*			*							
<i>Goethalsia meiantha</i>	0.41	*							(*)c		*	**
<i>Jacaranda copaia</i>	0.39	*							*c			
<i>Laetia procera</i>	0.63	*	*	*	*	*	*					
<i>Pentaclethra macroloba</i>	0.49	*	*	*	*	*	**					
<i>Pourouma aspera</i>	0.38	*				(*)				(*)	(*)	
<i>Pourouma minor</i>	0.41	*			(*)	(*)						
<i>Rollinia microsepala</i>	N/A	*			**	*						
<i>Simarouba amara</i>	0.36	*	*		*				**f	**	*	
<i>Spondias mombin</i>	0.36	*									*	*
<i>Stryphnodendron excelsum</i>	0.34	*			*						*	
<i>Trema micrantha</i>	0.36	*								*		
<i>Vochysia ferruginea</i>	0.42	*	*		(*)	(*)		(*)	(*)			
<i>Vochysia hondurensis</i>	0.33-0.42	*			(*)	(*)			(*)			
<i>Zanthoxylum belizense</i>	0.46	*						*p				

La Gravedad Específica se expresa en volumen verde y peso seco. Los asteriscos indican los usos de cada especie; los asteriscos entre paréntesis son usos determinados por observaciones personales del autor.

Abreviaturas para usos: IC, construcción interna y carpintería en general; EC, madera para exteriores; HC, madera de construcción pesada; FU, mobiliario; EB, ebanistería; FL, pisos (p indica especies adecuadas para "parquet"; TP, postes para telégrafo; PL, contrachapados (c indica el interior y f las caras); T, juguetes; B, cajas; M, fósforos.

**Cuadro 1. Continuación.**

PROPIEDADES		
D	PR	S
<i>Apeiba membranacea</i>	NO DURABLE <sup>1</sup>	N/A 5,7
<i>Byrsonima crassifolia</i>		MOD. FACIL 6
<i>Goethalsia meiantha</i>		N/A 5,7
<i>Jacaranda copaia</i>	NO DURABLE <sup>1</sup>	FACIL 1,6
<i>Laetia procera</i>	NO DURABLE <sup>1</sup>	MOD. FACIL 4,8
<i>Pentaclethra macroloba</i>	MODERADO <sup>2</sup>	MOD. DIFICIL 1,5
<i>Pourouma aspera</i>		MOD. FACIL 4,5
<i>Pourouma minor</i>		FACIL 4,5
<i>Rollinia microsepala</i>		N/A 5
<i>Simarouba amara</i>		FACIL 1,2
<i>Spondias mombin</i>	NO DURABLE <sup>1</sup>	FACIL 6
<i>Stryphnodendron excelsum</i>	NO DURABLE <sup>1</sup>	FACIL 3
<i>Trema micrantha</i>		DIFICIL 6
<i>Vochysia ferruginea</i>	NO DURABLE <sup>2</sup>	MOD. FACIL 1,5,6
<i>Vochysia hondurensis</i>		FACIL 6,8
<i>Zanthoxylum belizense</i>		DIFICIL 6,8

Abreviaciones para propiedades: D, durabilidad (1 indica información de González y Kronen, 1974; 2, información de González y González, 1973); PR, facilidad de preservado con pentaclorofenol en aceite diesel, excepto la referencia 4 en la cual una solución acuosa de boro, óxido de cobre y ácido crómico fueron usados. La columna S indica la fuente de información: 1, González y González, 1973; 2, Longwood, 1962; 3, González et al., 1972; 4, Laboratorio de Productos Forestales, 1985; 5, observaciones personales; 6, Wellwood, 1988; 7, Wiemann y Williamson, 1989; 8, Weissel et al., 1983.

## 2.2 El sistema de dosel protector de Trinidad - SDPT

El SDPT fue un gran éxito (Baur, 1964) y de acuerdo con Synnott (1989) ha sido aplicado a unas 2 600 ha de bosque a 1978. Synnott (1989) informa que doseles regenerados bajo SDPT durante los años cincuenta están en la actualidad siendo maderados, aunque los tratamientos silvícolas ya no se están llevando a cabo. El siguiente informe se resume de Baur (1964), Neil (1981), y FAO (1985); este último documento se basa en el trabajo de D. Moore, Jefe Conservador de Bosques en Trinidad durante una fase importante del desarrollo del SDPT.

El SDPT se desarrolló en la reserva del bosque de Arena, después del fracaso en la obtención de resultados satisfactorios mediante las plantaciones y siembras de enriquecimiento. Cuando empezaron los intentos de manejo, partes de la reserva habían sido deforestadas o perturbadas severamente por agricultores y carboneros. Tanto en tierras perturbadas como en plantaciones forestales, se observó una adecuada o abundante regeneración natural de especies comerciales. Originalmente se estableció un ciclo de corta de 60 años, pero después de la segunda guerra mundial las condiciones del mercado en la isla cambiaron de tal manera que especies heliófitas abundantes, de rápido crecimiento, como *Didymopanax morototoni*, *Byrsonima spicata* y *Laetia procera* podían ser vendidas.

Así, en su forma final el SDPT se proyectó como un sistema policíclico con una rotación de 60 años y dos ciclos de corta de 30 años. El primer corte se enfocaba al dosel coetáneo de heliófitas de rápido crecimiento, típicas de bosques secundarios y el segundo (que probablemente nunca se lleve a cabo en la manera que originalmente se contempló) era para haber aprovechado las especies esciófitas que continuamente se regeneraban debajo del dosel de heliófitas.

La silvicultura se desarrolló en forma empírica, la formación del dosel protector (que como se ha definido aquí, inicia el desarrollo del bosque secundario) viene a constituir un método organizado y ecológicamente conservador de recrear

las condiciones necesarias para el desarrollo de la regeneración abundante. La participación de los carboneros en la formación del dosel protector y una alta demanda por los productos de los raleos de la regeneración, se combinaban para convertir las intervenciones silviculturales intensivas en operaciones rentables, haciendo una contribución crucial para el éxito del sistema.

Aparentemente nunca se determinó rigurosamente el incremento del volumen comercial bajo el SDPT, sin embargo la estimación de  $6,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , calculada por Wadsworth (1983) de datos preliminares suministrados por Baur (1964), harían, si son precisos, de los bosques de Trinidad bajo este sistema, los bosques húmedos tropicales más productivos de tierras bajas manejados hasta la fecha.

Con respecto a las metas del presente artículo, el SDPT demuestra los siguientes puntos:

1. Tierra agrícola abandonada o bosque primario muy fuertemente disturbado es colonizado por abundantes árboles utilizables de especies heliófitas de rápido crecimiento.
2. Es técnicamente factible el manejo de esta regeneración -el potencial biológico de bosques secundarios- para producir troncos aserrables y troncos para contrachapado de calidad aceptable.
- \*3. En general, el manejo de bosques secundarios es económicamente posible sólo donde los árboles de especies heliófitas son comerciales y no solamente utilizables, como en el caso de Trinidad. O sea, debe existir una convergencia de lo ecológico/silvicultural y de las condiciones socioeconómicas (Hutchinson, 1988).

Más adelante, se ilustra la generalidad del potencial de manejo de los bosques secundarios llamando la atención a las condiciones ecológicas dentro de las cuales **este** potencial surge y puede ser sostenido. Un análisis de los cambios socioeconómicos necesarios para hacer posible el manejo extenso de estos bosques se encuentra más allá del alcance del presente artículo.

### 2.3 El potencial biológico de manejo de bosques secundarios: estudio general

- \* Estudios ecológicos se han llevado a cabo con una variedad de objetivos, oscilando desde descripciones generales de vegetación a estudios experimentales de establecimiento de plántulas. Sin embargo, de los variados datos disponibles, se puede extraer información que demuestra en un amplio ámbito geográfico, cómo las especies mencionadas arriba son abundantes en, o dominan, la regeneración en varias etapas de desarrollo. En el Cuadro 2 se resumen los datos obtenidos de los estudios citados más adelante.\*

Taylor (1959) describió la vegetación de la zona Atlántica de Nicaragua, mencionando la abundancia, en bosques secundarios más viejos, de *Vochysia ferruginea* y otras especies utilizables. *V. ferruginea*, *V. hondurensis* y en elevaciones superiores a los 400 msnm., *Vochysia sp.* se encuentran frecuentemente como dominantes de bosques secundarios más viejos a lo largo del Atlántico y zona Norte de Costa Rica (p.e. en El Plástico de Sarapiquí, Provincia de Heredia, y cerca de Veintiocho Millas, Provincia de Limón; observaciones personales). Descripciones cuantitativas de bosques húmedos secundarios en Costa Rica, claramente resaltan la abundancia y rápido crecimiento de especies heliófitas durables utilizables (Hartshorn, 1983), e incluyen estudios de corto plazo del crecimiento y dinámica de pequeños rodales en cafetales abandonados (Somarriba, 1984) o en pastizales (Werner, 1985). En 1989 el bosque estudiado por Somarriba fue cortado y presentó rendimientos de más de  $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de madera aserrable (Herrera, 1990).

**Cuadro 2.** Abundancia de 15 especies maderables comunes de bosque secundario reportadas en 18 fuentes a través del neotrópico húmedo.

País y Sitio	Uso previo del Sitio	Edad del Sitio (años)	Clase de Tamaño	APEIME	DIDYMO	GOETME	GOUPLG	JACACO	LAETPR	PENTHA
BRASIL Curua-Una Tapajos	1B 2R	2 40	s d20	-----	P N=11 G=0.5	-----	N=1200	P N=34 G=1.8	-----	-----
COLOMBIA Bajo Calima	1A	0.5-5	s	P	-----	P	P	-----	-----	-----
COSTA RICA Turrialba	2C	73	d5	-----	-----	N=144 P G=17	-----	-----	-----	-----
Turrialba	2C	48	d10	-----	-----	D	-----	-----	-----	-----
Sarapiquí	3	16	d2	-----	-----	D	-----	-----	-----	P
Sarapiquí	3	30	d2	-----	-----	D	-----	-----	-----	P
Sarapiquí	20	1.5	h30	P	-----	N=650 P	-----	P	-----	-----
Sarapiquí	15	15	d10	P	-----	P	-----	P	N=177 G=2.2	N=57 G=1.3
Sarapiquí	1A	25	d10	P	-----	P	-----	P	N=48 G=0.8	N=87 G=18
Sarapiquí	9	12	d10	P	-----	N=95 G=4.2 N=330 N=20	-----	-----	-----	P
Siquirres	3	15	d10	-----	-----	N=20	-----	-----	-----	-----
Siquirres	3	15	d10	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Siquirres	9	20	d10	P	-----	-----	-----	-----	P	-----
GUYANA FRANCESA Saint Elie	1A	6	s	P	N=20	-----	N=1160	P	N=1010	-----
PANAMA Isla de Barro Colorado	2V	15-65	d2.5	P	-----	-----	-----	P	-----	-----
PERU Valle de Palcazú	1A	2	s	-----	-----	-----	-----	N=440	N=449	-----
NICARAGUA Tierras húmedas bajas en general	2V	VARIOS	n/a	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
SURINAM Blakawatra	1B	11	g20	-----	-----	-----	A	-----	A	-----
TRINIDAD Arena F.R.	2V,1A	VARIOS	n/a	-----	A	-----	-----	-----	P	P
VENEZUELA San Carlos de Río Negro	2V,1A	6	h200	-----	-----	-----	N=27	-----	-----	-----

Abreviaciones para la abundancia: N, número de árboles por hectárea; G, área basal en m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup>; P, especies presentes; A, especies abundantes; D, especies dominantes.

Abreviaciones para el uso previo del sitio: 1A, tala-rasa, no quemado ni cultivado; 1B, tala-rasa, quemado pero no cultivado; 2, cultivos permanentes; 2C, café, 2O, arroz, 2R, hule, 2V, varios; 3, potrerros; 9, desconocido.

Abreviaciones para la clase de tamaño: s, plántulas, brinzales y latizales; d, diámetro mínimo de medición en cm; h, altura mínima de medición en cm; g, circunferencia mínima de medición en cm.

**Cuadro 2** Continuación.

País y Sitio	POURAS	POURMI	ROLLMI	SIMAAM	STRYEX	TAPIGU	VOCHFÉ	VOCHMA	FUENTE
BRASIL Curua-Una Tapajos	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	P N=16 G=2	Pitt, 1961 Silva et al., 1986
COLOMBIA Bajo Calima	-----	-----	-----	-----	-----	-----	P	-----	Lette, 1981
COSTA RICA Turrialba	P	-----	N=23 G=2 A	P	-----	-----	-----	-----	Somarriba, 1984
Turrialba	P	-----	A	A	-----	-----	-----	-----	Martinez, 1979
Sarapiquí	-----	-----	-----	-----	P	-----	-----	-----	Werner, 1985
Sarapiquí	-----	-----	-----	-----	P	-----	-----	-----	Werner, 1985
Sarapiquí	P	P	P	N=141 G=4	P	P	P	-----	Finegan y Guillen en prep. Finegan y Guillen en prep.
Sarapiquí	P	P	P	P	P	-----	N=133 G=11	-----	Finegan y Guillen en prep. Hartshorn, 1983
Sarapiquí	-----	-----	-----	-----	-----	-----	P	-----	Rosero, 1979
Siquirres	-----	-----	N=90	P	-----	-----	-----	-----	Rosero, 1979
Siquirres	P	P	N=260 P	P	P	-----	P	-----	Obs. personales
GUYANA FRANCESA Saint Elie	-----	-----	-----	P	-----	P	-----	-----	Sarrailh, 1983
PANAMA Isla de Barro Colorado	-----	-----	-----	N=40 G=1	-----	-----	-----	-----	Lang y Knight, 1983
PERU Valle de Palcazú	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	PERU-INADE, 1987
NICARAGUA Tierras húmedas bajas en general	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Taylor, 1959
SURINAM Blakawatra	-----	-----	-----	-----	-----	P	-----	-----	Zwetsloot, 1981
TRINIDAD Arena F.R.	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Baur, 1964
VENEZUELA San Carlos de Río Negro	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	Uhl, 1987

Códigos de especies: APEIME, *Apeiba membranacea* (Tiliaceae); DIDYMO, *Didymopanax morototoni* (Araliaceae); GOETME, *Goethalsia meiantha* (Tiliaceae); GOUPGL, *Goupia Glabra* (Celastraceae); JACACO, *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae); LAETPR, *Laetia procera* (Flacourtiaceae); PENTMA, *Pentaclethra macroloba* (Mimosaceae); POURAS, *Pourouma aspera* (Moraceae); POURMI, *Pourouma minor* (Moraceae); ROLLMI, *Rollinia microsepala* (Annonaceae); SIMAAM, *Simarouba amara* (Simaroubaceae); STRYEX, *Stryphnodendron excelsum* (Mimosaceae); TAPIGU, *Tapirira guianensis* (Anacardiaceae); VOCHFÉ, *Vochysia ferruginea* (Vochysiaceae); VOCHMA, *Vochysia maxima* (Vochysiaceae).

Knight (1975) y Lang y Knight (1983) describen la estructura, composición y dinámica de un bosque secundario de 60-70 años de edad en la Isla Barra Colorado, en Panamá; entre las especies utilizables y dignas de atención en el sitio aparecen *Simarouba amara* y *Cordia alliodora*. En tanto, *Goupia glabra* resultó importante entre las plántulas y latizales de especies heliófitas durables que colonizaban un sitio agrícola en San Carlos de Río Negro, Venezuela (Uhl, 1987). Estas especies y *Laetia procera* se destacaron en un estudio de 11 años de duración de un dosel pequeño de bosque secundario en Surinam, durante el cual alcanzaron entre 10-15 m de altura, a pesar de haber estado todo el tiempo bajo la sombra de *Cecropia obtusa* y otros árboles pioneros (Zwetsloot, 1981). Una sucesión similar, tanto en tasas de crecimiento como en la composición de sus especies, se está desarrollando y estudiando en forma permanente desde 1976, en un sitio con cortes de tala-rasa para pulpa de madera en Saint Elie, Guayana Francesa (de Foresta, 1981; Prevost, 1983; Lemaire, 1988; Sarrailh *et al.*, 1990). Después de los primeros doce años de sucesión, los árboles de crecimiento más rápido de *L.procera* y *G.glabra* alcanzaron 20 cm de dap, aunque los individuos se encontraron con más frecuencia en la clase diamétrica de 11-13 cm; la vegetación todavía estaba dominada por *C.sciadophylla* y *Vismia sp.* (Lemaire, 1988; los datos aquí citados están transformados a partir de circunferencias).

Se registraron, aunque no en abundancia, *Didymopanax morototoni*, *Gouppia glabra*, *Laetia procera*, y *Jacaranda copaia*, junto con otras especies utilizables, bosques secundarios en pastizales abandonados de Paragominas en Para, Bras. (Uhl, Buschbacher y Serrao, 1988). Estos autores concluyen que el ecosistema de bosque de Amazonas oriental, si se puede evitar la degradación del suelo, presenta un tremendo potencial de recuperación, aun en oxisoles y ultisoles infértiles.

Un número pequeño de estudios aplicados complementa el trabajo ecológico. Silva *et al.* (1986) inventariaron una plantación de hule (*Hevea brasiliensis*) después de 40 años de abandono en Tapajós, Brasil, destacando en la regeneración del bosque la abundancia de *Vochysia maxima* y *Jacaranda copaia*. Lette (1981) estudió la regeneración natural después de cortes de tala-rasa para pulpa de madera en Bajo Calima, Colombia, encontrando plántulas y latizales abundantes de varias especies en una amplia gama de clases o tipos de producto final. Este sitio es una concesión importante otorgada a una manufacturera de productos de papel.

La regeneración de bosques mediante cortas de tala-rasa en fajas angostas se ha probado a pequeña escala en dos sitios de la cuenca del Amazonas. Pitt (1961) en Curuá-Una en Brasil, inició estudios silvícolas de regeneración secundaria en una faja de 25 m de ancho después de aprovechamiento comercial de un bosque primario; Dubois (1971) informó de los resultados obtenidos en este experimento hasta el año 1969. La abundancia de *Vochysia maxima*, *Didymopanax morototoni* y *Simarouba amara* fue notable y durante los primeros años de la sucesión se llevaron a cabo una serie de aclareos y limpiezas. Cinco años después de haber volteado la faja, la altura media de los árboles deseables seleccionados varió entre 3,3 m (*V.maxima*) y 6,2 m (*D.morototoni*). Después de ocho años, *Jacaranda copaia* había alcanzado los 22 m y *D.morototoni*, *G.glabra* y *V.maxima*, de 10-14 m. Dubois (1971) notó que *G.glabra*, a menos que se realicen intervenciones silviculturales, tiende a ser oprimida por árboles de crecimiento más rápido.

La segunda prueba de cortas de tala-rasa en fajas, en esta ocasión con una utilización total de todas las maderas, se está llevando a cabo en el valle de Palcazú, Perú como una alternativa de manejo forestal (Hartshorn, Simeone y Tosi, 1987). En dos experimentos de cortas en fajas en 1985, *Jacaranda copaia* y *Laetia procera* regeneraron en forma abundante (Perú-INADE, 1987). Aunque informes sobre

éste experimento enfatizan sobre la diversidad de la vegetación secundaria, es claro que regeneración aproximadamente coetánea de *Jacaranda*, *Laetia* y otras especies de comportamiento ecológico similar dominarán los sitios por varias décadas. Este estudio experimental a pequeña escala, que apunta (a diferencia del trabajo en Curuá-Una) hacia proveer un ingreso sostenible a los pequeños agricultores mediante el manejo forestal, ha generado un gran interés. Se tiene la esperanza de que las condiciones locales y nacionales del mercado en Perú se desarrollen en tal forma de que hagan viable éste tipo de manejo.

## 2.4 El potencial biológico de manejo en bosques secundarios: experiencia en Costa Rica

Siguiendo ideas desarrolladas por Holdridge (1957), investigadores en el CATIE (antes IICA\*) llevaron a cabo una serie de estudios aplicados, en bosques secundarios en la zona Atlántica de Costa Rica. Estos estudios no rindieron recomendaciones concretas para la implementación del manejo debido en parte a que por tres décadas, los intereses de los investigadores estaban muy alejados a los de los administradores de fincas, y en parte por la carencia de objetivos bien definidos y de largo plazo. Sin embargo, los datos demostraron la dominancia de especies comerciales en muchos sitios en bosques secundarios muy húmedos tropicales costarricenses (Rosero, 1979a, 1979b) e incluyen análisis financieros y biológicos de operaciones de raleos a pequeña escala (Martínez, 1979).

En 1986 en CATIE en Costa Rica se inició investigación sistemática de la silvicultura y manejo en bosques húmedos secundarios de tierras bajas de pequeñas y medianas fincas. Una secuencia cronológica de parcelas experimentales se estableció en 1989 en Tirimbina de Sarapiquí, en donde se llevaron a cabo tratamientos silvícolas experimentales; éstas están siendo evaluadas desde un punto de vista financiero y biológico (Finegan y Guillén, en prep.; Herrera, 1990). Al inicio del estudio, los bosques tenían una edad de 3, 15 y 25 años; los suelos bien drenados y profundos del sitio parecen yacer en terrazas antiguas y son poco fértiles con un pH de alrededor de 4,0. Finegan y Sabogal (1988) demostraron la abundancia de árboles de especies utilizables en estas parcelas, mientras que Finegan y Guillén (en prep.) presentaron un análisis preliminar de las dinámicas del dosel y crecimiento de los árboles; sus resultados se resumen a continuación. Análisis más detallados de la composición, estructura y dinámica de la vegetación están en marcha.

En la vegetación de 15 años, del total del área basal de  $16 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  (dap de árboles  $\geq 10 \text{ cm}$ ), el 80% estaba compuesto por especies comerciales, con *Simarouba amara* y *Laetia procera* como dominantes. Los árboles dominantes de *S.amara* a los 15 años, habían alcanzado de 25-30 cm de dap y el incremento medio anual (IMA) en la clase de 25-30 cm excede los 2 cm (para dos años de registros); *L.procera* es de crecimiento más lento. En un dosel de 25 años de edad, las especies comerciales constituyeron el 85% del área basal total ( $24 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ ) de los árboles con dap  $\geq 10 \text{ cm}$ , de éstos, *Vochysia ferruginea*, contribuyendo a casi el 50%. Árboles dominantes de *Vochysia* habían alcanzado 30-50 cm de dap y el IMA medido a dos años excedió 1 cm. Durante dos años, el incremento del área basal, en la parcela de 15 años de edad, fue de  $1,5 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}\text{año}^{-1}$  y  $1,0 \text{ m}^2\text{ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en la parcela de 25 años de edad. El incremento medio anual del volumen comercial, (árboles de dap  $\geq 10 \text{ cm}$ ) calculado a partir del volumen en pie (determinado por mediciones

\* Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura



de árboles en pie con un Pentaprisma) y de la edad de los rodales, ha sido  $2,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  a 17 años y  $7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  a 27 años (Herrera, 1990). La cifra anterior es baja debido a que el área inventariada por Herrera incluyó parches con pocos árboles valiosos fuera de las parcelas permanentes de muestreo donde la regeneración se había vuelto a cortar para la siembra de frijol.

## 2.5 El SDPT y el potencial biológico de manejo de bosques secundarios: conclusión

\* El grupo ecológico de las especies de árboles heliófitos durables, se regenera abundantemente en bosques secundarios en muchas situaciones y los árboles crecen rápidamente. El hecho de que la gran mayoría de éstas especies son utilizables quiere decir que el potencial biológico de manejo de los bosques secundarios neotropicales es extremadamente alto. El comportamiento ecológico de las especies dominantes es tal que la regeneración de los rodales no representa un problema grande: el potencial biológico de manejo de los bosques es sostenible a menos que dicho manejo afecte adversamente la función del ecosistema. El SDPT, que aparentemente produce las cifras más altas en producción volumétrica registradas para los bosques manejados en tierras bajas y húmedas, ilustra cómo este potencial biológico puede convertirse en potencial económico en condiciones favorables de mercado. No hay razón para creer que en el futuro no suceda lo mismo en otros países neotropicales.

Sin embargo antes de proponer conclusiones generales, es importante analizar tanto los factores en el sitio, como externos, que puedan afectar la productividad; entre éstos son importantes el uso previo del sitio, fertilidad del sustrato y la ubicación de parches de bosque secundario en el paisaje. Estos factores se consideran en la penúltima sección de este escrito.

### 3. PAUTAS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE

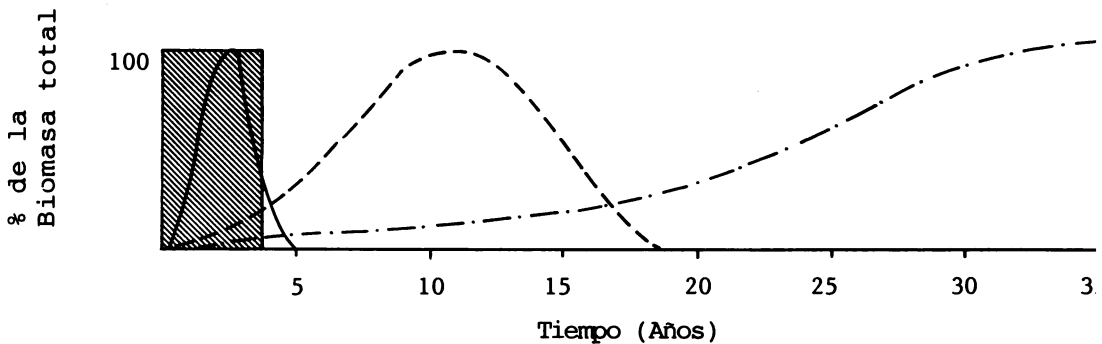
#### 3.1 Fundamentos ecológicos: la dinámica de la sucesión secundaria

Con base en la experiencia de Costa Rica, visitas de sitio a la Guayana Francesa y la revisión de la literatura (Finegan en prep.), el siguiente modelo sencillo describe adecuadamente la primeras décadas de sucesión secundaria después de talas-rasas del bosque o en tierras agrícolas abandonadas no degradadas, con fuentes adecuadas de semillas. Sucesiones en suelos degradados, bajo regímenes de quemas constantes o en sitios aislados de fuentes de semillas pueden demostrar una desviación considerable de este modelo básico.

Las primeras tres etapas de la sucesión están respectivamente dominadas por, hierbas y arbustos, seguidos por árboles heliófitos efímeros (pioneros), seguidos por árboles heliófitos durables. Este último grupo ecológico, también llamado especies secundarias tardías (Budowski, 1965), especialistas de claros pequeños (Denslow, 1980) o pioneros grandes (Swaine y Whitmore, 1988), consiste casi exclusivamente de especies utilizables y debe formar el centro de atención para propósitos de manejo. Con la excepción de *Pentaclethra macroloba* y *Trema micrantha*, todas las especies mencionadas anteriormente pertenecen a éste grupo (ver Cuadro 1). Los individuos de los tres grupos ecológicos se establecen en o cerca del principio de la sucesión; la sucesión ocurre porque cada grupo crece, madura y declina más rápidamente que el que le sigue (Figura 1; ver también Gómez-Pompa y Vásquez-Yanes, 1981; Kahn, 1982 y Finegan, 1984). La tercera etapa de la sucesión, definida por los árboles heliófitos durables, se asume que dura hasta que estos empiezan a envejecer y son reemplazados por especies más tolerantes a la sombra (esciófitas). A su vez, se asume, que la regeneración de las especies de este último grupo ecológico es continua. En la literatura casi no existe información útil sobre bosques secundarios viejos. Sin embargo, el modelaje del crecimiento de árboles heliófitos durables en bosques primarios en La Selva, Costa Rica, indica que ellos típicamente alcanzan la madurez en 100 años o menos (Lieberman y Lieberman, 1987). Por lo tanto la tercera etapa de la sucesión puede durar por lo menos un siglo.

Por su intolerancia a la sombra y porque las aperturas en el dosel son extremadamente raras (la mortalidad es generalmente de árboles pequeños que mueren en pie: Finegan y Guillén, en prep.), ninguna de las especies de estos grupos se regenera continuamente en el bosque sucesional. Así cada grupo se desarrolla como una población aproximadamente coetánea.

Este modelo se utiliza como el marco de referencia para la silvicultura en la siguiente sección, mientras que posibilidades de manejo para sitios cuya vegetación no concuerda con la del modelo son evaluadas en la penúltima sección.



**Figura 1.** Modelo esquemático del desarrollo de un bosque lluvioso secundario neotropical en suelos no degradados y con suficiente fuente de semillas.

El eje vertical indica el porcentaje de la biomasa total de cada grupo ecológico después de alcanzar un tiempo dado; la biomasa absoluta será muy distinta entre los grupos ecológicos. Debido a la intolerancia a la sombra, los individuos de cada grupo de especies se establecen cerca del inicio de la sucesión; la sucesión se observa por las diferencias entre los grupos en tasa de crecimiento, historia de vida y tamaño a la madurez. La colonización por árboles de especies esciófitas se asume que es continua. Línea continua: especies herbáceas; línea quebrada, especies arbóreas heliófitas efímeras; línea quebrada con puntos: especies arbóreas heliófitas durables. El área sombreada indica el período en que pueden establecerse las heliófitas durables comerciales en el rodal.

### 3.2 Pautas para la silvicultura

Ya han sido establecidos los principios importantes y generales de la silvicultura del bosque tropical, por lo que no necesitan ser nuevamente descubiertos. En lo que concierne a bosques secundarios, una aproximación silvícola general puede ser derivada a partir de Dawkins (1958). El evaluó, en general, los factores que afectan la productividad de los bosques húmedos tropicales, concluyendo que los factores ecológicos y las mecánicas del cosechado hacen incompatible la verdadera selección o estratificación silvicultural (sistemas policíclicos) con una alta productividad. De esta manera, cuando la alta productividad es un objetivo del manejo, la única alternativa práctica es la conversión a sistemas uniformes o monocíclicos. Esta línea de acción en bosque primario significa una intervención relativamente fuerte (como en el Sistema Malayo Uniforme y el Sistema de Dosel Protector de Trinidad), y el manejo de regeneración aproximadamente coetánea. Especies relativamente heliófitas (maderas más suaves) son favorecidas por intervenciones fuertes. Como se vió anteriormente, este tipo de manejo es económicamente viable solamente donde las condiciones de mercados cambiantes han hecho comerciales a

estas especies. En los años venideros esta tendencia debería generalizarse en los países neotropicales.

Como las principales especies comerciales de los bosques secundarios neotropicales son heliófitas, de rápido crecimiento, que forman poblaciones relativamente coetáneas, un sistema uniforme es un marco apropiado para la silvicultura de bosques secundarios. Esto implica un madereo único a la edad de rotación, con raleos intermedios en rodales inmaduros donde sea necesario (Baur, 1964). Como la regeneración de las heliófitas durables comerciales no es continua, se debe prestar atención para inducirla a través de tratamientos silvícolas si el objetivo es continuar produciendo estas maderas.

Una secuencia de diferentes métodos de muestreo y silviculturales debe aplicarse a un rodal coetáneo, dependiendo de su estado de desarrollo. Más adelante, se esboza una aproximación, empleando elementos del Sistema Malayo Uniforme (Barnard, 1950, 1954), el SDPT y el trabajo en Curuá-Una (ver las referencias anteriores). Se realizaron modificaciones a raíz de la experiencia en Costa Rica. Estas sugerencias pueden verse como puntos de partida para el manejo de la vegetación sucesional a lo largo de la región. Son pautas y no instrucciones generales. Cada bosque individual deberá ser manejado con base en un entendimiento exhaustivo de su ecología y potencial comercial, y no con aplicaciones mecánicas de recetas (Hutchinson, 1988).

### 3.3 La silvicultura en la primera y segunda etapas de sucesión

No es recomendable por dos razones prácticas; el acceso y la dificultad de localizar e identificar regeneración valiosa, una intervención silvicultural en la primera etapa de la sucesión. En todo caso, la regeneración de árboles de especies heliófitas durables puede que no esté completa hasta tal vez el tercer año de abandono del sitio, y esto bajo condiciones óptimas.

Por tanto, es necesario esperar hasta que los árboles de especies heliófitas efímeras asuman la dominancia del sitio y que las hierbas, arbustos y trepadoras de la primera etapa sean eliminadas por la sombra. Ahora puede llevarse a cabo el primer muestreo de un inventario diagnóstico dinámico para determinar las existencias de regeneración comercial, su condición silvicultural y cualquier necesidad de tratamiento. Pueden utilizarse las recomendaciones de Barnard (1950) para plántulas y latizales.

Aunque pueda ser una gran tentación, raleo o eliminar la población de árboles heliófitos efímeros comúnmente no comerciables, esta vía de acción no es en principio recomendable. La regeneración comercial que está bajo la sombra de éstos árboles tienen un crecimiento menor en comparación con los que están creciendo a pleno sol (observaciones personales en Sarapiquí, Costa Rica). Sin embargo, el remover los árboles heliófitos efímeros simplemente recrea las condiciones ambientales necesarias para que las plantas de la primera etapa de la sucesión, estrangulen la regeneración valiosa. Los costos de limpieza probablemente se aproximarían a los de plantaciones, que son demasiado altos para bosques naturales (lamentablemente, el costo de la silvicultura llevada a cabo en Curuá-Una no fue reportado por Dubois, 1971). Barnard (1954) empleó argumentos similares con respecto a la silvicultura de regeneración joven bajo el Sistema Malayo Uniforme; mientras que Wadsworth (1987) afirma que *Cecropia* y otros árboles pioneros no deben ser eliminados durante los tratamientos por sus funciones de "cicatrización de claros".

Es recomendable la investigación en la silvicultura de estos doseles jóvenes. Un raleo de nivel intermedio del dosel superior y de los niveles medios del bosque puede producir resultados positivos; el retrasar el primer raleo hasta la tercera etapa de la sucesión puede que biológicamente sea demasiado tarde para notar una respuesta en el crecimiento.

### 3.4 La silvicultura en la tercera etapa de la sucesión

La senectud natural y la lenta desaparición de los árboles heliófitos efímeros automáticamente ralea el dosel en una forma conservadora del suelo y la sombra, dejando un dosel superior dominado por las especies heliófitas durables. El segundo muestreo del inventario diagnóstico dinámico, podría llevarse a cabo idealmente, con el doble propósito de determinar las existencias y la necesidad de tratamiento silvícola (ver Barnard, 1950). En esta etapa de desarrollo, árboles comerciales tendrían comúnmente 15 cm o más de dap, con alturas totales que superarían los 15 m. Ralear (clarear) posiblemente sería apropiado en muchas situaciones, tomando en cuenta la abundancia de las especies heliófitas durables comerciales y las ventajas económicas, tanto inmediatas como a largo plazo, que una operación así puede traer (Smith, 1986). Obviamente, el raleo o no es una decisión que debe tomarse a la luz de circunstancias individuales y no puede confinarse a una regla general. En lo que concierne a la técnica, Wadsworth (1987) proporciona una tabla provisional de distancias para el aclareo de bosques secundarios, aunque instrucciones más sencillas serán necesarias si el bosque será manejado por propietarios privados.

Donde se puedan vender los productos de raleos, por ejemplo para leña, una alternativa atractiva es convertir a un sistema de rebrotes con resalvos. En la cronosecuencia del CATIE, esto se ha hecho en una escala experimental, donde *Inga spp.*, *Pentaclethra maculosa* (ambas Mimosaceae), *Casearia arborea* (Flacourtiaceae), y *Miconia spp.* (Melastomataceae) fueron extraídas para leña, dejando los tocones a una altura aproximada de 30 cm. Las especies mimosáceas y *Casearia* han rebrotado vigorosamente, con la altura de algunos rebrotes superando los 2 m a solo un año después de la cosecha. Sin embargo la Melastomataceae no parece rebrotar. Los resalvos en estos bosques son árboles de dosel de *Vochysia ferruginea*, *Simarouba amara* o *Laetia procera*.

### 3.5 Explotación y regeneración

La duración de la rotación dependerá de las tasas de crecimiento de las especies dominantes como también de las necesidades del dueño del bosque y del comprador de la madera. Los estudios citados anteriormente indican que en América Central, doseles de *Goethalsia meiantha* pueden ser manejados para la producción de palillos para fósforos con una rotación de aproximadamente 15 años. Asumiendo un diámetro mínimo de corta de 50 cm de dap, como es corrientemente aceptado en Costa Rica, *Simarouba amara* para madera de aserrío y contrachapados podría cosecharse potencialmente alrededor de los 25 años. Rotaciones para *Vochysia ferruginea* podrían alargarse a 30-35 años.

Si varias especies de diferente crecimiento potencial son comunes, esta variación en los tiempos de rotación entre especies puede complicar el manejo basado en un estricto sistema uniforme. En tales casos, el cosechado se llevaría a

cabo en dos o más etapas, utilizando los árboles que se cosecharían al final como dosel protector de la regeneración inducida. Una explotación en el tiempo de la rotación de las especies de crecimiento más lento es otra alternativa, aunque la calidad de algunos árboles de crecimiento más rápido podría deteriorarse. Dada la falta de durabilidad de la gran mayoría de las maderas del bosque secundario, las tucas deben ser extraídas rápidamente después de la voltea.

Regeneración establecida de las heliófitas durables (arbitrariamente, árboles con  $dap \geq 10$  cm) usualmente no estará presente en la tercera etapa de la sucesión, lo que hará necesario inducir la regeneración mediante una abertura del dosel superior. Esto se realiza de la manera más conveniente durante la última cosecha. Si se confía que ésta estimulará la regeneración, es vital mantener árboles semilleros de calidad dentro y alrededor de las áreas madereadas. Si bien tales medidas son notoriamente difíciles de implementar en la práctica, esto es considerado como un paso vital hacia un manejo rentable y sostenible. Los árboles semilleros se podrán incorporar dentro de un dosel protector ralo. Un dosel protector, como en Trinidad, tendría las funciones de protección del suelo, de control, a través de la sombra, de la regeneración de especies pioneras, y mejoramiento de la forma del fuste en la regeneración valiosa.

### 3.6 Otras alternativas silviculturales

Independientemente de las condiciones del suelo, debe buscarse, en algunas situaciones, una alternativa diferente al enfoque monocíclico. Esto depende de la presencia o ausencia de árboles de especies esciófitas parciales valiosos en los estratos más bajos del bosque. Como ya se mencionó, el SDPT involucró la silvicultura de tales especies con un segundo ciclo de corta después del aprovechamiento de las heliófitas. Con un enfoque parecido, I.D. Hutchinson (comunicación personal, CATIE, abril 1990) está realizando liberaciones en un bosque cerca de San Isidro, Costa Rica, mediante un cosechado selectivo de especies dominantes heliófitas. Por otro lado, la población de especies esciófitas comerciales en los estratos medios del bosque de la cronosecuencia de CATIE es casi toda *Pentaclethra maculosa*. Esta especie, aunque relativamente de rápido crecimiento, es silviculturalmente difícil debido a su muy mala forma, especialmente cuando se encuentra relativamente libre de competencia. Esta no presenta una alternativa viable para las heliófitas durables. Una vez más se enfatiza, la necesidad de tomar decisiones de manejo de acuerdo a las circunstancias en el campo; sin embargo, como principio general, se enfatiza que optar por un bosque más discetáneo y de especies relativamente esciófitas (parciales) casi definitivamente significa optar también por una menor productividad.

## 4. LA SOSTENIBILIDAD ECOLOGICA DEL MANEJO DE BOSQUES SECUNDARIOS

### 4.1 El papel de la fertilidad del sustrato y del uso anterior del sitio

Las relaciones entre la sucesión secundaria, uso previo del sitio y fertilidad del sustrato son complejas y en el presente contexto, es infortunado que la gran cantidad de la literatura concierne a la agricultura migratoria y de otras formas, y no al manejo del bosque secundario (para un repaso ver Jordan, 1985). Así que solo se harán observaciones generales, ilustrando la discusión, en lo posible, mediante referencias a historias de caso bien estudiadas.

A nivel general, entre menor sea la fertilidad de un suelo neotropical, mayor será la probabilidad de una degradación permanente causada por la intervención (Sánchez, 1976). Los suelos ultisoles y oxisoles relativamente poco fértiles comprenden el 65% de los recursos edáficos de los neotrópicos (Sánchez, 1976). La tala y quema del bosque en estos suelos aumenta inicialmente su fertilidad, al transferirse los nutrientes de la vegetación a los horizontes superiores del suelo, elevando el pH y reduciendo la disponibilidad de iones tóxicos de aluminio. En los suelos oxisoles del Amazonas venezolano, después del desmonte del bosque, los elevados niveles de nutrientes pueden durar por tres o más años, aunque las existencias totales de los nutrientes del ecosistema son reducidas por lixiviación y volatilización (Jordan, 1985). Sin embargo, períodos más largos de cultivo sin fertilización llevan a un rápido deterioro de las condiciones del suelo. En un valle con ultisoles en el Amazonas, los cultivos presentaron síntomas de deficiencia de ciertos nutrientes en un período menor de cinco años y después de ocho años sus rendimientos descendieron hasta niveles insignificantes con saturaciones de aluminio en sitios de intercambio hasta de casi un 100% (Sánchez *et al.*, 1983). Un deterioro similar del suelo puede también ocurrir hasta en ciertos suelos volcánicos (Mazzorino *et al.*, 1988).

Son bien conocidos los aspectos generales de la dinámica de los nutrientes durante períodos de barbecho. En Venezuela, la lixiviación se redujo hasta los niveles encontrados en el bosque primario, poco después del abandono de la agricultura en desmontes (Jordan, 1985). Este autor también describe como los niveles de los nutrientes minerales del suelo decrecen durante períodos de barbechos como consecuencia de la asimilación por las plantas, mientras que el nitrógeno, fósforo y azufre aumentan con el contenido de materia orgánica. Las existencias totales del contenido de nutrientes del ecosistema probablemente se incrementan durante los barbechos. Estos y otros resultados indican que con la vegetación natural, los mecanismos de control de pérdida de nutrientes en los ecosistemas de bosques muy húmedos tropicales son por lo menos tan efectivos como aquellos de las zonas templadas (Jordan, 1985).

Así como la duración del período de cultivo, el tipo e intensidad en el uso de un sitio también afectan la regeneración natural después del abandono. Por ejemplo, en potreros, el uso de maquinaria pesada, las quemadas y la intensidad y duración del pastoreo por el ganado deben de tomarse en cuenta.

En dos sitios en la cuenca del Amazonas se han estudiado, la composición de las especies, la diversidad y productividad en biomasa de bosques secundarios de diferentes historias. En Venezuela, Uhl (1987), comparó bosque secundario sobre oxisoles en un sitio desmontado y quemado sin cultivar, con otro sitio que se había cultivado por tres años. Cinco años después de abandonados, en el sitio que no se

había cultivado, se encontró casi tres veces más especies leñosas que en el sitio cultivado, una mayor proporción de "especies de bosque" al comparar con las especies pioneras, y cerca de 30% más de biomasa (en estos resultados la disponibilidad de propágulos está claramente confundida con los factores edáficos). En Brasil, también en oxisoles, se estudió en pasturas abandonadas después de un uso leve, moderado y fuerte, el desarrollo de la cobertura de la vegetación y biomasa, y la dinámica de los nutrientes (para detalles ver Uhl, Buschbacher y Serrao, 1988; Buschbacher, Uhl y Serrao, 1988). Sitios con uso leve eran el doble de productivos que los sitios con uso moderado y tenían mayor diversidad de especies leñosas. La productividad de los sitios más viejos y de uso fuerte era de menos de una décima de los sitios con uso leve, y la vegetación estaba dominada por pastos y hierbas. Los niveles de nutrientes en el suelo no se relacionaron ni con la edad del sitio ni con la intensidad de uso; sin embargo, el total de las existencias de nutrientes del ecosistema fueron inversamente relacionados con la intensidad de uso. Como debe ser esperado, proporciones significativas de P, K, Ca y Mg fueron encontradas en la biomasa de los sitios con uso leve y moderado.

Después de esta breve revisión queda claro que la fertilidad del sustrato, el uso previo del sitio, y sus relaciones con el ciclaje y almacenamiento de nutrientes dentro de los ecosistemas (Vitousek y Sanford, 1986), afectan el grado de degradación del sitio durante la intervención y la productividad del bosque secundario que se desarrolla posteriormente. Esos factores pueden por lo tanto afectar los tipos de manejo que pueden implementarse en dicho bosque. En este contexto, debe notarse que en los bosques de CATIE de 15 y 25 años, y los bosques secundarios estudiados en Colombia, Surinam, Guayana Francesa, Brasil y Perú se desarrollaron en sitios que no fueron cultivados y en algunas ocasiones ni quemados. Todos estos sitios están en suelos pobres o muy pobres, pero la productividad pudo haber sido más baja si los sitios se hubieran quemado y usado. Los estimados de la productividad derivada de los estudios citados puede que no representen adecuadamente los bosques que se desarrollan después de cultivo y se necesita más información sobre éstos.

## **4.2 Silvicultura monocíclica y sostenibilidad ecológica**

Ahora, puede ser examinada la viabilidad de sistemas silviculturales monocíclicos en suelos degradados o muy poco fértiles. Mientras estos sistemas ofrecen la forma más productiva de manipular bosques, ellos pueden ser los más exigentes en los ecosistemas en términos de exportación de nutrientes. Los nutrientes pueden potencialmente ser perdidos a través de lixiviación y erosión después de fuertes explotaciones, o en la madera extraída; bajo un sistema monocíclico que rinde  $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  con una rotación de 25 años, el volumen de madera extraído en 100 años sería cuatro veces mayor que bajo un sistema policíclico con la extracción de  $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  con un ciclo de corta de 20 años. Como en cualquier operación forestal, en cualquier zona climática, si la maquinaria se usa imprudentemente en un maderío intensivo, se esperará en algunos sitios un daño permanente en la estructura del suelo.

En Surinam, la alternativa monocíclica fue rechazada, principalmente por los costos de los tratamientos que se necesitaban para favorecer las especies de crecimiento relativamente lento (de Graaf, 1986). Sin embargo, también se hizo alusión a factores ecológicos. La faja forestal de Surinam (de Graaf, 1986), así como grandes áreas de las Guayanas y la cuenca nor-oriental del Amazonas,



descansa en suelos muy poco fértiles derivados de rocas precámbricas del escudo de Guayana (Bennema, 1982; Chauvel, 1982, 1986; Poels, 1987). El almacenamiento de nutrimentos en la biomasa es un aspecto importante de la función del ecosistema en estos suelos (Poels, 1987). Los Latosoles amarillos sedimentarios (Bennema, 1982), además de su infertilidad, son extremadamente vulnerables a la compactación y degradación, si se utiliza maquinaria intensivamente (Bennema, 1982; Chauvel, 1982) durante explotaciones forestales y cambio de uso o agricultura. Los problemas de madereo intensivo o cambio de uso del bosque, son obvios en estos suelos. Si la sostenibilidad se toma seriamente, el manejo forestal natural deberá siempre ser restringido a las intervenciones de baja intensidad propuestas por de Graaf, (1986) y Jonkers (1987).

Está claro que en general, la utilidad de sistemas monocíclicos en los suelos degradados o muy poco fértiles debe avalarse con mucho cuidado. Cuando se tenga que manejar bosque secundario existiendo en tales lugares, puede ser preferible (si es posible) dirigir la vegetación hacia un estado disetáneo con las correspondientes reducciones en los estimados de la productividad en los planes de manejo. Sin embargo, se necesita investigación en esta área. En lo que respecta a la erosión y lixiviación del suelo, es importante enfatizar que en un sitio, donde se manejen bosques secundarios bajo un sistema monocíclico, nunca se estará sin cobertura vegetal. Para bosques templados, se ha demostrado que talas-rasas bien planificadas seguidas inmediatamente por vegetación secundaria tienen un efecto mínimo sobre la química y estructura del suelo (Bormann y Likens, 1979). La corta de vegetación llevada a cabo en "microcuencas", acarrea aumentos considerables en la exportación de nutrimentos, que puede estar bajo control a los dos años después del inicio de la sucesión secundaria (Bormann y Likens, 1979, cap. 5); esto también parece ser el caso en los trópicos húmedos.

Es importante estudiar ahora los efectos de la silvicultura monocíclica en la función del ecosistema en los trópicos muy húmedos. En el experimento de ECEREX en Guayana Francesa, se está obteniendo información comparable a la presentada por Bormann y Likens, sin embargo en éste aún no se ha llegado a la etapa en donde se puedan responder las preguntas del manejo sostenido de bosques secundarios en suelos pobres (ver Sarrailh *et al.*, 1990).

Los nutrimentos que son exportados en la extracción de las trozas pueden llegar a ser más relevantes que la lixiviación. Es una falacia decir que la mayor proporción de todos los nutrimentos del ecosistema de los bosques lluviosos tropicales siempre se encuentra en la biomasa. Cuando este es el caso, como en los suelos ácidos y poco fértiles de la cuenca amazónica, probablemente sea debido a la lixiviación y no a algún tipo de adaptación para la conservación de nutrimentos (Whitmore, 1984; Jordan, 1985). También, ejemplos importantes son el bosque primario de San Carlos, Venezuela (Jordan, 1985) y en los latosoles amarillos en Surinam donde el ecosistema parece literalmente estar acumulando nutrimentos (Poels, 1987). No se sabe cómo las intensas operaciones madereras en esta situación puedan afectar la sostenibilidad a largo plazo por lo que se necesita de investigación.

### 4.3 Los bosques secundarios como hábitat en islas

Generalmente los bosques secundarios constituyen hábitat en islas, pueden estar rodeados de bosques primarios, aunque se presentan también rodeados por terrenos no forestales. En los neotrópicos, en la mayoría de los casos, entre más

viejo sea el bosque secundario, mayor es la diferencia entre las condiciones ecológicas presentes y las condiciones pasadas, cuando se inició el desarrollo de éste. Los cambios en el uso de la tierra de los alrededores, por ejemplo, afectan la disponibilidad de especies para la colonización. Esto significa que una alteración, como la que permitió el desarrollo del bosque más viejo, probablemente no permitirá el crecimiento de otro parche de bosque del mismo tipo.

El efecto en los cambios ecológicos y del manejo de la tierra que rodea un parche de bosque a una escala menor y los procesos ecológicos que se llevan a cabo en el mismo, es uno de los objetos de estudio en la naciente disciplina del "ecología de paisajes" (Forman y Godron, 1986; Turner, 1989). En este contexto, hay una aplicación obvia para el análisis relacionado con el manejo de los bosques secundarios neotropicales. A pesar de que esta labor apenas ha empezado, está muy claro que tanto el uso previo de un sitio particular, como el uso presente y pasado de la tierra que lo rodea, pueden afectar la productividad y composición de los bosques secundarios mediante la determinación de la identidad, distribución y abundancia de árboles semilleros potenciales. Los bosques secundarios serán florísticamente más diversos, y la sucesión precederá con mayor rapidez, mientras más bosque permanezca a su alrededor.

El grado con que se reduzca la conformación de los vertebrados dispersadores de semillas, y de la modificación del comportamiento de especies individuales, deberá también ser determinante. En los árboles de la flora neotropical dominan las "zoócoras" (Hartshorn, 1980; van Roosmalen, 1985; Sabatier y Prevost, 1990) y de las 15 especies comerciales comunes del bosque secundario que se listan en el Cuadro 1, solo cuatro (*Goethalsia meiantha*, *Jacaranda copaia* y las dos especies de *Vochysia*) son dispersadas por el viento. Es lamentable que la fenología de la fructificación, la dispersión y el comportamiento de los agentes dispersadores son generalmente estudiados en ecosistemas vírgenes y con una orientación evolutiva (p.e. Howe y Smallwood, 1982; Smythe, 1986). Como un ejemplo breve del tipo de trabajo que puede contribuir al buen manejo del ecosistema boscoso dentro de un "paisaje de terreno en mosaicos", Charles-Dominique (1981) demuestra la sutileza de las interrelaciones que son fundamentales en la dispersión de las semillas de especies pioneras por murciélagos frugívoros.

Sin embargo, no es necesaria información detallada sobre la dispersión de las semillas alrededor de los terrenos neotropicales en mosaicos, para llevar a cabo prescripciones de acción preliminares y sencillas por parte de los administradores de fincas. Una medida obvia es mantener corredores forestales entre los parches de bosque secundario. Grandes árboles sobremaduros, no atractivos para producción forestal, deberán conservarse; pues son casa de aves dispersadoras de semillas como los tucanes (Stiles y Skutch, 1989), como también de polinizadores muy importantes como los murciélagos y las abejas Meliponine, (Johnson y Hubbell, 1983). Donde sea posible, la explotación de un parche dado deberá ser escalonada, para que las fuentes de colonización interna hacia las áreas madereadas pueda mantenerse (Pickett y Thompson, 1978). Las especies de árboles pioneros, también poco atractivas para usos forestales, son valiosas pues ellas facilitan la sucesión al proveer de cobertura o de posadero a los vertebrados dispersadores de semillas que no entran a áreas descubiertas de árboles (Finegan, 1984).

## 5. DISCUSION

No está considerada todavía la importancia del bosque secundario en las crecientes disertaciones científicas, técnicas, socioeconómicas, políticas y populares. En lo que respecta al manejo, ya sea que los objetivos sean la producción, protección, conservación, restauración de la tierra o una combinación de éstas (que es la situación más deseable y probable), el bosque secundario generalmente permanece como un tema marginado. Sin embargo, la deforestación incontrolada y el abandono de tierras asegura que el área ocupada por bosques secundarios en los neotrópicos seguirá aumentando.

Actualmente todos los actores en el drama de los bosques tropicales, desde los madereros hasta los proteccionistas, tienen fijada su atención en los bosques primarios. Esto no debe desalentar a aquellos que saben que en el bosque secundario existen más que malezas. En unos treinta años, tal vez habrá muy poco que cavilar sobre otras cosas. El potencial de manejo de los bosques secundarios deberá ser determinado objetivamente y se deben desarrollar las técnicas para su manejo.

Los casos sobresalientes de los neotrópicos (Trinidad) y Malasia, ilustran la factibilidad técnica de manejar los bosques húmedos secundarios de las tierras bajas.) La evidente sostenibilidad de los bosques secundarios para obtener resultados sostenibles de uso múltiple, es el resultado de la combinación de varias características que se enfatizaron en este artículo. La frecuente abundancia y la alta productividad de regeneración natural utilizable (el potencial de manejo biológico) es una ventaja importante. A un nivel técnico, la relativa uniformidad ecológica y hasta la taxonomía de los bosques en sitios favorables a lo ancho del continente (el grupo de especies comerciales y sus competidores pioneros constituyen dos grupos ecológicos, relativamente bien definidos con muchas especies de amplia distribución) debería acelerar en gran medida el desarrollo de técnicas silviculturales. Si se adopta el enfoque monocíclico, donde las técnicas son sencillas, representará otra ventaja si el manejo es realizado por personal poco entrenado relativamente o por agricultores, como será el caso frecuentemente. Para la implementación del manejo en áreas piloto, el plan de recopilación de información propuesto por Hutchinson (1988) podría ser aplicado provechosamente.

También se ha enfatizado en la variabilidad de los bosques secundarios en relación con la fertilidad del sustrato, del uso previo del sitio y del paisaje. A menudo, la variabilidad florística, estructural y dinámica de los bosques secundarios es irrelevante o sin importancia para propósitos de manejo, por ejemplo, si el bosque "a" está dominado por las especies "x" y el bosque "b" por las especies "y", donde ambas son especies heliófitas durables utilizables. Sin embargo, queda claro que no todas las tierras agrícolas en abandono son colonizadas por un bosque productivo. En casos individuales el potencial de un sitio podrá ser determinado con referencia a los factores mencionados anteriormente. A nivel nacional o regional, eventualmente podrá ser posible clasificar las zonas con respecto a su potencial para producir bosques secundarios productivos, en relación con el tipo de suelo, tiempo desde su colonización, porcentaje de cobertura forestal remanente, tasa de deforestación y otros factores. De esta manera, áreas prioritarias para el manejo del bosque secundario podrán ser identificadas y aquellas con un potencial limitado apartadas. Se necesita de mayor información respecto a la relación entre

el uso previo del sitio y la diversidad y productividad de bosques secundarios, y del potencial de manejo de bosques en sitios degradados.

Es aceptado el hecho de que los mayores obstáculos en el camino de la sostenibilidad en el uso de la tierra no son ni biológicos ni técnicos. La aceptabilidad socioeconómica y política de los bosques secundarios como sistemas de producción, claramente depende de muchos factores ajenos al potencial biológico de la vegetación y de la factibilidad técnica de su manejo.

La historia demuestra que el interés de manejar bosques secundarios tiene una clara dependencia en la disponibilidad de los mercados que utilicen las especies que crecen en ellos (Baur, 1964; Neil, 1981, Hutchinson, 1988). Mientras que esta disponibilidad posiblemente aun no está difundida en los neotrópicos, la creciente demanda y la disminución de la oferta de productos forestales en muchos países seguramente cambiará estas actitudes en los años venideros; éste cambio se está dando actualmente en Costa Rica. Problemas en la utilización de maderas típicamente secundarias, como es su poca durabilidad natural, son resueltos en forma fácil. Estos problemas no han impedido la adopción de maderas de propiedades similares como *Gmelina arborea* y *Eucalyptus deglupta* para la reforestación por lo que no se debería impedir el manejo del bosque natural secundario. El hecho ineludible de que los bosques secundarios no podrán, en general, producir maderas de alta calidad para la ebanistería significa que otro tipo de acción deberá tomarse para asegurar la oferta de éstas.

Como se ajustarán los bosques secundarios a sistemas locales y nacionales económicos y sociales está más allá de la capacidad de predicción del presente autor. Los problemas que se deben resolver a este nivel son indudablemente mayores que los biológicos o técnicos del manejo. Sin embargo, es seguro que los bosques secundarios serán manejados en circunstancias muy alejadas de las del marco colonial con que el manejo del bosque natural ha sido exitosamente implementado en el pasado.

Así como el bosque secundario ocurre en áreas ya colonizadas por agricultores, el manejo forestal deberá idealmente ser llevado a cabo por y para éstos. Esta acción es definida por Rao (1985) como la forestería comunal. De esta manera, la atención deberá centrarse en los pequeños bloques de bosque de propiedad privada. La alta productividad y sencillez técnica de los bosques secundarios naturales permiten su incorporación en sistemas productivos de fincas medianas y pequeñas. En este contexto, pueden ofrecer madera de aserrío y rolliza pequeña, para la venta y uso de la finca; como también proveer un ambiente potencialmente ideal para la cosecha de cultivos que requerirán de sombra. Así, un gran ámbito de posibles alternativas de manejo pueden surgir de las discusiones entre profesionales y agricultores.

Las posibilidades de adopción del manejo forestal por parte de los agricultores lograrán ser mayores si los profesionales mantienen una actitud flexible; se debe desalentar la actitud de insistir, en forma dogmática, sobre la aplicación de un determinado sistema silvicultural o hacia un producto dado. Como ejemplo, Peck y Bishop (1990) describen como la regeneración natural secundaria puede ser incorporada a sistemas agroforestales en el Ecuador mediante raleos selectivos de los árboles y la siembra de café robusta o zacates para pasturas.

Muchas ideas más para el manejo sostenible de bosques secundarios neotropicales indudablemente surgirán y serán probadas una vez que su gran potencial sea aceptado. Se espera que éste artículo pueda servir como punto de partida; ahora es el momento para empezar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BAUR, C.N. 1964. The ecological basis of rainforest management. Sydney, Australia, Forestry Commission of NSW. 499 p.
- \* BARNARD, R.C. 1950. Linear regeneration sampling. *Malayan Forester (Malasia)* 13 (3): 129-135.
- . 1954. A manual of Malayan silviculture for Inland forests. Forest Research Institute (Malasia). Research pamphlet no. 14. 199 p.
- BENNEMA, J. 1982. Acid soils of the humid tropics of South America, with special reference to the well-drained soils on old alluvial sediments. In Weink, J.F.; Wit, H.A. de (eds.). Workshop on the management of low fertility acid soils of the American humid tropics (1981, Paramaribo, Surinam). [Informe]. San José, C.R., IICA. p.105-125.
- BORMANN, F.H.; LIKENS, G.E. 1979. Pattern and process in a forested ecosystem. Berlin, Alemania, Springer-Verlag. 253 p.
- \* BUDOWSKI, G. 1965. Distribution of tropical American trees in the light of successional processes. *Turrialba (C.R.)* 15 (1): 40-42.
- . 1985. La conservación como instrumento para el desarrollo - [Antología]. San José, C.R., EUNED. 398 p.
- BUSCHBACHER, R.; UHL, C.; SERRAO, E.A.S. 1988. Abandoned pastures in eastern Amazonia. II. Nutrient stocks in the soil and vegetation. *Journal of Ecology (G.B.)* 76 (3): 682-699.
- CHAUVEL, A. 1982. Os latossolos amarelos, álicos, argilosos dentro dos ecossistemas das bacias experimentais do INPA e da região vizinha. *Acta Amazonica* 12(3)(Brasil) (Supl.): 47-60.
- COSTA RICA. SECRETARIA EJECUTIVA DE PLANIFICACION SECTORIAL (SEPSA). FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 1986. El sector agropecuario : diagnóstico. Documento SEPSA-107. 108 p. Sin publicar
- CROAT, T.B. 1978. Flora of Barro Colorado Island. Stanford, EE.UU., Stanford University Press 943 p.
- DAWKINS, H.C. 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute (GB). Paper no. 34. 149 p.
- ↳ DENSLOW, J.S. 1980. Gap partitioning among tropical rain forest trees. *Biotropica (EE.UU.)* 12 (Supl.): 47-55.
- DUBOIS, J.L.C. 1971. Silvicultural research in the Amazon. Roma, Italia FAO. FO: SF/BRA Technical Report 3. 126 p.
- EWEL, J.J. 1979. Secondary forests : the wood resource of the future. In Simposio Internacional sobre las ciencias forestales y su contribución al desarrollo de la América Tropical (1979, San José, C.R.). San José, C.R., EUNED. p.53-60.

- ↳ FINEGAN, B. 1984. Forest succession. *Nature* (G.B.) 311: 109-114.
- FINEGAN, B.; SABOGAL, C. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: un estudio de caso en Costa Rica. *El Chasqui* (C.R.) no. 17:3-24.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 1981. Proyecto de evaluación de los recursos forestales de la América Tropical. FAO. Informe Técnico no. 1. 343 p.
- \_\_\_\_\_. 1985. Intensive multiple-use forest management in the tropics. Roma, Italia, FAO. Forestry Paper 55. 180 p.
- FORESTA, H. DE. 1981. Premier temps de la régénération naturelle après exploitation papetière en forêt tropicale humide. Ph.D. Thesis. Francia, Université des Sciences et Techniques du Languedoc. 114 p.
- FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. 1986. *Landscape Ecology*. New York, EE.UU, J.Wiley, 619 p.
- GOMEZ-POMPA, A.; VASQUEZ-YANES, C. 1981. Successional studies of a rain forest in Mexico. In West, D.C., Shugart, H.H., Botkin, D.B. (eds.) *Forest Succession: concepts and applications*. Berlin, Alemania, Springer-Verlag. p.246-266.
- \_\_\_\_\_.; GUEVARA, S. 1972. The tropical rain forest: a non-renewable resource. *Science* (EE.UU) 177 (4051): 762-765.
- GONZALEZ T., G.; WIESEL, B.C.; SLOOTEN, H. VAN DER. 1972. Informe para el Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico sobre las propiedades de cuatro especies maderables de Costa Rica. San José, C.R., Laboratorio de Productos Forestales. UCR. 13 p.
- GONZALEZ T., G.; GONZALEZ T., M.E. 1973. Propiedades físicas, mecánicas, usos y otras características de algunas maderas comercialmente importantes en Costa Rica. San José, C.R., Laboratorio de Productos Forestales. UCR. 48 p.
- GONZALEZ T., G.; KRONES V., M. 1974. Evaluación de la durabilidad natural de ciento trece especies maderables de Panamá y comparación de la durabilidad de esas mismas especies sometidas a un tratamiento preservador. San José, C.R., Laboratorio de Productos Forestales, U.C.R. 20 p.
- GRAAF, N.R. DE. 1986. A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname. Wageningen, Holanda, Agricultural University. 250 p.
- GRAHAM, A. 1972. Some aspects of tertiary vegetational history about the Caribbean basin. In *Memorias de Simposio, Primer Congreso Latinoamericano de Botánica*. S.L. p.97-117.
- ↳ HARTSHORN, G.S. 1980. Neotropical forest dynamics. *Biotropica* (EE.UU.) 12 (Supl.):23-30.
- \_\_\_\_\_. 1983. Plants: introduction. In Janzen, D.H. (ed.). *Costa Rican natural history*. University of Chicago Press, EE.UU. p.118-157.
- \_\_\_\_\_.; SIMEONE, R.; TOSI, J.A. 1987. Sustained yield management of natural forests: a synopsis of the Palcazu Development Project in the Central Selva of the Peruvian Amazon. San José, C.R., Tropical Science Centre. 14 p. Sin publicar

- HERRERA, R.E. 1990. Evaluación financiera del manejo del bosque natural secundario en cinco sitios en Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. s.p.
- HOLDRIDGE, L.R. 1957. The silviculture of natural mixed tropical hardwood stands in Costa Rica. *In* Tropical Silviculture. Rome, Italia, FAO. v.2, p.57-66.
- HOWE, H.F.; SMALLWOOD, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics* (EE.UU.) 13:201-228.
- HUTCHINSON, I.D. 1987. Improvement thinning in natural tropical forests : aspects and institutionalization. *In* Mergen, F.; Vincent, J. (eds). Natural management of tropical moist forests. Yale University. School of Forestry and Environmental Studies. p.113-133.
- \_\_\_\_\_. 1988. Points of departure for silviculture in humid tropical forests. *Commonwealth Forestry Review*. (G.B.) 67 (3):223-230.
- JOHNSON, L.K.; HUBBELL, S.P. 1983. Nest tree selectivity and density of stingless bee colonies in a Panamanian forest. *In* Chadwick, A.C.; Sutton, S.L. (eds.). Tropical rain forest: the Leeds symposium. Leeds, G.B. Leeds Philosophical and Literary Society. p.147-154.
- JONKERS, W.B.J. 1987. Vegetation structure, logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname. Wageningen, Holanda, Agricultural University. 172 p.
- JORDAN, C.F. 1985. Nutrient cycling in tropical forest ecosystems. New York, EE.UU., John Wiley. 190 p.
- KAHN, F. 1982. La reconstitution de la forêt tropicale humide, sud-ouest de la Cote d'Ivoire. Paris, Francia, Editions ORSTOM. Collection Memoires no.97. 150 p.
- KNIGHT, D.H. 1975. A phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro Colorado Island, Panama. *Ecological Monographs* (EE.UU.). 45:259-284.
- UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. LABORATORIO DE PRODUCTOS FORESTALES. 1985. Estudio de 10 especies forestales de Sarapiquí: informe final de proyecto. San José, C.R. UCR/MAG/USAID. 329 p. Sin publicar
- LANG, G.E.; KNIGHT, D.H. 1983. Tree growth, mortality and canopy gap formation during a ten-year period in a tropical moist forest. *Ecology* (EE.UU.) 64 (5):1075-1080.
- LEMAIRE, P. 1988. Dynamique et avenir sylvicole d'un recru naturel apres coupe papetiere de la forêt dense humide Guyanaise: first year report, Pupil Civil Forest Engineer. Nancy, Francia, Ecole Nationale du Genie Rural, des Eaux et des Forêts. 67 p.
- LEONARD, H.J. 1986. Natural resources and economic development in Central America: a regional environmental profile. Washington D.C., EE.UU., International Institute for Environmental Development. 37 p.

- LETTE, H. 1981. Natural regeneration on a deforested area in Bajo Calima, Colombia. Cali, Colombia, Proyecto INDERENA/PNUD/FAO-CONIF (PNUD/FAO/COL/74/005). 73 p.
- LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. 1987. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). *Journal of Tropical Ecology* (G.B.) 3(4):347-358.
- LONGWOOD, F.R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean, with special reference to the West Indies, the Guianas and British Honduras. USDA Forest Service Agricultural Handbook (EE.UU.) no. 207. 167 p.
- MARTINEZ H., H.A. 1979. Producción de un bosque secundario sometido a diferentes intensidades de raleo en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 101 p.
- MAZZORINO, M.; EWEL, J.; BERISH, C.; BROWN, B. 1988. Efectos de una sucesión de cultivos en la fertilidad de suelos volcánicos respecto a la sucesión natural. *Turrialba* (C.R.) 38 (4):345-351.
- MYERS, N. 1988. Tropical forests and their species: going, going,... In Wilson, E.O. (ed.). *Biodiversity*. Washington D.C., EE.UU., National Academy Press. p.28-35.
- NEIL, P.E. 1981. Problems and opportunities in tropical rain forest management. Commonwealth Forestry Institute (G.B.). Occasional Paper no. 16. 126 p.
- PECK, R.B.; BISHOP, J.P. 1990. Management of secondary forests in Agroforestry systems to improve production sustainability in Amazonian Ecuador. Manuscrito. S.L. 12 p.  
Sin publicar
- PERU. INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO (INADE). 1987. Plan de manejo y aprovechamiento forestal en el valle Palcazú. s.n.t. Presentado en: Seminario Taller de Cooperación Amazónica en Silvicultura y Manejo de Bosques Tropicales. (1987, Izcozacín, Perú). 17 p.
- PICKETT, S.T.A.; THOMPSON, J.N. 1978. Patch dynamics and the design of nature reserves. *Biological Conservation* (G.B.) 13:27-35
- PITT, G.J.W. 1961. Los bosques del amazonas: métodos posibles de regeneración y mejoramiento. *Unasyuva* (Italia) 15 (2):62-69.
- POELS, R.L.H. 1987. Soil, water and nutrients in a forest ecosystem in Suriname. Wageningen, Holanda, Agricultural University. 253 p.
- PREVOST, M.F. 1983. Etude de la régénération: la végétation secondaire, Piste de Sainte-Elie en Guyane. In *Le Projet ECEREX: analyse de l'écosystem forestier tropical humide et des modifications apportées par l'homme*. Cayenne, French Guyana, CTFT/INRA/Museum National d'Histoire Naturelle/ORSTOM. p.195-213.
- RAO, Y.S. 1985. Community forestry : building success through people participation. *Unasyuva* (Italia) 37(1):147,29-35.
- ROOSMALEN, M.G.M. VAN. 1985. Fruits of the Guianan flora. Utrecht, Holanda, Institute of Systematic Botany. 483 p.



- ROSETO, P. 1979. Compendio del estudio de la producción de un bosque secundario sometido a diferentes intensidades de raleo en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. 14 p.
- \_\_\_\_\_. 1979. Some data on a secondary forest managed in Siquirres, Costa Rica. In Salas, G.de las. (ed.) Workshop on Agroforestry Systems in Latin America. Turrialba, C.R., CATIE. p.209-210.
- SABATIER, D.; PREVOST, M.F. 1990. Quelques données sur la composition floristique et la diversité des peuplements forestiers de Guyane Française. Bois et Forêts des Tropiques (Francia) 219:31-56.
- SANCHEZ, P.A. 1976. Properties and management of soils in the tropics. New York, EE.UU., J. Wiley. 618 p.
- \_\_\_\_\_; VILLACHICA, J.H.; BANDY, D.E. 1983. Soil fertility dynamics after clearing a tropical rain forest in Peru. Soil Science Society of America Journal (EE.UU.) 47 (6):1171-1178.
- SARRAILH, J.M.; GRIMALDI, C.; GRIMALDI, M.; FRITSCH, J.M.; BEREAU, M. 1990. L'opération ECEREX: études sur la mise en valeur de l'écosystème forestier guyanais après déboisement: le point sur les recherches en cours. Bois et Forêts des Tropiques (Francia) 219:79-97.
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P., DE.; LOPES, J.C.A.; MONTAGNER, L.H. 1986. Regeneração natural de *Vochysia maxima* em floresta secundária no planalto do Tapajós, Belterra, Pará. In Primer Simposio do Trópico Umido (1985, Belem, Brasil). Anais: flora e floresta. Brasília D.F., Brasil, Departamento de Difusão de Tecnologia. v.2, p.283-289.
- SMITH, D.M. 1986. The practice of silviculture. 8 ed. New York, EE.UU., J. Wiley. 527 p.
- SMYTHE, N. 1986. Competition and resource partitioning in the guild of neotropical, terrestrial, frugivorous mammals. Annual Review of Ecology and Systematics (EE.UU.) 17:169-188.
- SOMARRIBA CH., E. 1984. Dinámica de la población de *Goethalsia meiantha* (J. Donn. Smith) Burret en un Bosque Tropical Secundario. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 74 p.
- STILES, F.G.; SKUTCH, A.F. 1989. A guide to the birds of Costa Rica. Ithaca, EE.UU., Comstock. 511 p.
- SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. Vegetatio 75 (1-2):81-86.
- SYNNOTT, T.J. 1989. South America and the Caribbean. In D. Poore (ed.). No timber without trees: sustainability in the tropical forest. London, G.B., Earthscan, p.75-116.
- TAYLOR, B.W. 1959. Estudios ecológicos para el aprovechamiento de la tierra en Nicaragua. Roma, Italia, FAO. 338 p.
- TURNER, M.G. 1989. Landscape ecology: the effect of pattern on process. Annual Review of Ecology and Systematics (EE.UU.) 20:171-197.
- UHL, C. 1987. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonia. Journal of Ecology (G.B.) 75 (2):377-408.

- \_\_\_\_\_,; BUSCHBACHER, R.; SERRAO, E.A.S. 1988. Abandoned pastures in eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. *Journal of Ecology* (G.B.) 76 (3):663-681.
- VINK, A.T. 1965. Suriname timbers: a summary of available information with brief descriptions of the main species of Surinam. Paramaribo, Suriname, Suriname Forest Service. 253 p.
- VITOUSEK, P.M.; SANFORD, R.L. 1986. Nutrient cycling in tropical moist forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* (EE.UU.) 17:137-167.
- WADSWORTH, F.H. 1979. Principles of management for sustained yield-evaluation and prospects. *In* Simposio Internacional sobre las Ciencias Forestales y su contribución al desarrollo de la América Tropical (1979, San José, C.R.). San José, C.R., EUNED. p.81-88.
- \_\_\_\_\_. 1983. Production of useable wood from tropical forests. *In* Golley, F.B. (ed.) *Tropical rain forest ecosystems: structure and function*. Amsterdam, Holanda, Elsevier. p.279-288.
- \_\_\_\_\_. 1987. A time for secondary forestry in tropical America. *In* Figueroa, J.; Wadsworth, F.H.; Branham, S. (eds). *Management of the forests of Tropical America : prospects and technologies*. Rio Piedras, P.R., Institute of Tropical Forestry. p.189-198.
- \_\_\_\_\_,; BIRDSEY, R.A. 1985. A new look at the forest of Puerto Rico. *Turrialba* (C.R.) 35 (1):11-18.
- WEAVER, P.L.; BIRDSEY, R.A. 1986. Tree succession and management opportunities in coffee shade stands. *Turrialba* (C.R.) 36 (1):47-58.
- WELLWOOD, R. 1988. Propiedades y usos de las maderas principales de Honduras. Trad. por Elizabeth Ruiz, Marlene Athie. Tegucigalpa, Hond., Programa Forestal ACIDI-COHDEFOR. 149 p.
- WERNER, P. 1985. La reconstitution de la forêt tropicale humide au Costa Rica: analyse de croissance et dynamique de la végétation. D.Sc. Thesis. Switzerland, University of Lausanne. 173 p.
- WHITMORE, T.C. 1984. *Tropical rain forests of the Far East*. Oxford, G.B., Clarendon Press. 352 p.
- WIEMANN, M.C.; WILLIAMSON, G.B. 1989. Radial gradients in the specific gravity of wood of some tropical temperate trees. *Forest Science* (EE.UU.) 35 (1):197-210.
- WIESEL, C.; TUK, J.; PICADO, F. 1983. Preservación y durabilidad de 18 especies maderables de Costa Rica. *In* Propiedades físicas, mecánicas, preservación, durabilidad, cepillado, taladrado, lijado y torneado de 18 especies maderables de Costa Rica: informe final de proyecto. Parte II. Cartago, C.R., Instituto Tecnológico de Costa Rica. 14 p.
- ZWETSLOOT, H. 1981. Forest succession on a deforested area in Suriname. *Turrialba* (C.R.) 31 (4):369-379.

## RECONOCIMIENTOS

Este informe proviene del trabajo financiado desde 1985 por el Leverhulme Trust (Londres), la Dirección para La Cooperación y Desarrollo de Ayuda Humanitaria (Suiza) y el Overseas Development Administration (Reino Unido). El director general del CATIE, R. Tarté, ha brindado el respaldo de su institución para esta investigación. Les estoy agradecido a J.R. Palmer e I.D. Hutchinson por sus críticas constructivas a lo largo de este período, a J.R. Palmer, P.O Berner, E. Somarriba y N.R. de Graaf por sus comentarios a los primeros borradores de este artículo, a D. Marmillod por su constante apoyo, y a Jorge Mejía, Gerardo Ovares y muchos otros campesinos y trabajadores agrícolas de Sarapiquí, Costa Rica, por darme a conocer los múltiples usos de los bosques húmedos de las tierras bajas. A ellos les dedico éste artículo.

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

<b>Coordinadora de INFORAT:</b>	<b>Claudia Monge</b>
<b>Editor:</b>	<b>Emilio Hidalgo de Caviedes</b>
<b>Revisión Bibliográfica:</b>	<b>Marcela Gil</b>
<b>Dibujos:</b>	<b>Rocio Jiménez</b>
<b>Diseño Artístico de la Portada:</b>	<b>Lucio Pedroni</b>
<b>Diseño Gráfico de la Portada:</b>	<b>Roy García</b>
<b>Levantado de Texto:</b>	<b>Ricardo Luján</b>
<b>Procesamiento de Texto:</b>	<b>Alvaro Chaves</b>
<b>Montaje Artes Finales:</b>	<b>Varitec S.A.</b>

**Impreso en los talleres gráficos de Varitec S.A.**

**Edición de 650 ejemplares**

**Se terminó de imprimir en el mes de enero de 1992**

## **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 Estructura 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. Räber, C.  
1991  
Regeneración Natural sobre Árboles 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