

**Investigación de Bosques Tropicales**

**Potencial de manejo de  
los bosques secundarios  
en la zona seca del  
noroeste de Costa Rica**

**Investigación de Bosques Tropicales**

**Potencial de manejo de  
los bosques secundarios  
en la zona seca del  
noroeste de Costa Rica**

**Patrick Spittler**

**Eschborn, 2001**

**Número de la serie: TÖB TWF-23s**

Publicado por:	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH Postfach 5180 D-65726 Eschborn Alemania
Responsable:	Programa de Apoyo Ecológico (TÖB) Dr. Claus Bätke, Elisabeth Mausolf
Autor:	Patrick Spittler, Institut für Waldbau, Abteilung II: Waldbau der Tropen, Büsgenweg 1, 37077 Göttingen
Redacción:	Michaela Hammer, Birgit Küßner
Traducción:	Patrick Spittler
Producción:	TZ-Verlagsgesellschaft mbH, D-64380 Roßdorf
Precio	10,- DM
ISBN:	3-933984-81-5

© 2001 Todos los derechos reservados

## Prefacio

Los ecosistemas tropicales son la base de la existencia de una inmensa mayoría de la población mundial. Sin embargo, la progresiva destrucción y degradación de los recursos naturales en los países en desarrollo amenazan el éxito de los esfuerzos que se realizan para lograr un desarrollo sostenible y combatir de manera eficaz la pobreza.

Dentro del marco de la cooperación al desarrollo, el Programa de Apoyo Ecológico (TÖB) tiene el propósito de contribuir a elaborar, evaluar y aplicar con eficiencia las informaciones y experiencias adquiridas en este ámbito.

El Programa de Apoyo Ecológico es un proyecto de carácter suprarregional realizado por la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de la República Federal de Alemania (BMZ).

A solicitud de los interesados, el programa fomenta estudios complementarios sobre temas de relevancia ecológica para las regiones tropicales. La idea es contribuir al perfeccionamiento de estrategias para la protección y el uso sostenible de los ecosistemas tropicales y, sobre esta base, desarrollar instrumentos innovadores para una cooperación al desarrollo que tenga debidamente en cuenta los aspectos del medio ambiente.

La integración de los conocimientos científicos en las actividades de asesoramiento ayuda a los respectivos proyectos a llevar a la práctica los acuerdos internacionales pertinentes, en particular el *Programa 21* y la *Convención sobre la Biodiversidad*, a los que el BMZ otorga una especial importancia.

Un elemento esencial del enfoque de este programa es que los científicos alemanes aborden conjuntamente con científicos de los países contraparte temas orientados a la aplicación. Con ello, el programa contribuye también al perfeccionamiento de los expertos nacionales conforme a las exigencias de la práctica, y a la ampliación de los conocimientos específicos de ecología tropical en los países en desarrollo.

A través de textos breves y fácilmente comprensibles, la serie de publicaciones del Programa de Apoyo Ecológico pone los resultados de los estudios complementarios y las recomendaciones de actuación extraídas de ellos al alcance de las organizaciones e instituciones que actúan en el campo de la Cooperación al Desarrollo, así como de todos aquellos que se interesan por temas de política de protección ambiental y de desarrollo.

I. Hoven

Jefe de la sección

Protección del medio ambiente y de los recursos naturales, gestión de recursos forestales

Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ)

Dr. C. van Tuyll

Jefe de la división

Desarrollo rural

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH



## Agradecimientos

El presente trabajo fue preparado en el Instituto de Silvicultura, sección II: Silvicultura Tropical, de la Universidad de Göttingen, bajo la guía del Prof. Dr. H.-J. Weidelt, a quien agradezco especialmente por su apoyo. Además agradezco a todos los colegas de la sección anteriormente mencionada por su amistad y por su apoyo, en especial al Dr. Brun, a Ilse Bechtold y al Dr. Mitlöhner. Además quiero agradecer al Prof. Dr. B. Möhring del Instituto de Economía Forestal.

La idea del presente trabajo de investigación surgió en la Estación Experimental Forestal Horizontes, por lo cual quiero agradecer a David Morales. En especial quiero agradecer a Marielos Molina, Milena Gutiérrez y al personal de la Estación doña Gloria, Fernando, Fermín, Ronald y Víctor. Mi mayor agradecimiento va para mi asistente de campo y amigo Maynor Monge „Colita“, quien me apoyó en toda situación.

Agradezco al Programa de Apoyo Ecológico (TÖB) por su fomento financiero. En especial quiero agradecer a Andreas Müller-Schick, Richard Haep y Elisabeth Mausolf.

Mi reconocimiento especial para la Dra. Eva Müller del proyecto COSEFORMA, quien me apoyó en todo momento. También quiero agradecer a los demás colaboradores del mencionado Proyecto.

En la Universidad Nacional agradezco la ayuda de Henry Chaves, Jorge Fallas, Adelaida Chaverri y Ernesto Alfaro. Mi reconocimiento también a Ruperto Quesada, Pablo Camacho y Alexander Berrocal del Instituto Tecnológico de Costa Rica. En el CATIE quiero agradecer la colaboración de Dean Current y de Giovanni Berti.

También mis padres hicieron posible el largo camino hasta llegar a finalizar el presente trabajo. ¡Muchas gracias! Mi especial agradecimiento a mi esposa Maria Helena, quien tuvo que dejar de lado muchos planes para acompañarme durante el trabajo de campo.



# Índice

ÍNDICE DE CUADROS.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ABREVIATURAS.....	IX
RESUMEN.....	XI
SUMMARY .....	XII
ZUSAMMENFASSUNG .....	XIII
<b>1 INTRODUCCIÓN / BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	
DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Situación inicial / Análisis de la problemática.....	1
1.2 El Proyecto „Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero“ (COSEFORMA) .....	2
1.3 Marco legal para el manejo de los bosques secundarios en Costa Rica .....	3
1.4 Objetivos .....	4
1.5 Resultados esperados .....	5
<b>2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>7</b>
<b>3 PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>11</b>
3.1 Análisis del suelo .....	11
3.2 Levantamiento de la vegetación.....	11
3.2.1 Criterios de estratificación .....	12
3.2.2 Método de inventario forestal .....	12
3.2.3 Parámetros evaluados.....	13
3.2.4 Áreas evaluadas .....	14
3.3 Estudio de mercado .....	15
3.3.1 Encuesta a propietarios de bosques secundarios.....	16
3.3.2 Encuesta a propietarios de aserraderos .....	16
3.3.3 Encuesta a comerciantes de productos no maderables .....	16

4	RESULTADOS .....	17
4.1	Efectos de la sucesión secundaria sobre las propiedades del suelo.....	17
4.1.1	Efectos sobre las propiedades físicas.....	17
4.1.2	Efectos sobre las propiedades químicas .....	18
4.2	Diversidad, estructura y crecimiento de los bosques secundarios en la zona seca de Costa Rica.....	20
4.2.1	Fases de desarrollo de los bosques secundarios en la zona de estudio .....	20
4.2.2	Diversidad de especies.....	22
4.2.3	Estructura del bosque secundario .....	24
4.2.4	Dinámica de crecimiento de los bosques secundarios.....	32
4.2.5	Desarrollo de la composición de especies .....	38
4.3	Importancia económica de los bosques secundarios en la zona seca de Costa Rica .....	43
4.3.1	Condiciones marco para el manejo de bosques secundarios en la zona seca .....	43
4.3.2	Valor económico total de los bosques secundarios .....	47
4.3.3	Alternativas de manejo de los bosques secundarios y su análisis financiero .....	66
5	RELEVANCIA Y ACCIONES RECOMENDADAS.....	89
5.1	Aspectos silviculturales.....	89
5.2	Aspectos económicos .....	91
5.3	Aspectos político-institucionales.....	92
5.4	Iniciativas en el marco de la CT.....	93
5.5	Investigación .....	94
6	BIBLIOGRAFÍA .....	95
	ANEXOS .....	105

## Índice de cuadros

Cuadro 1:	Parámetros evaluados en los compartimientos A y B.....	13
Cuadro 2:	Informaciones generales sobre las áreas evaluadas. ....	15
Cuadro 3:	Número de especies ( $S_p$ ) e índice de diversidad según Shannon ( $H'$ ) para los estadios sucesionales evaluados y para el bosque primario (compartimiento A; dap $\geq$ 5 cm).....	23
Cuadro 4:	Abundancias [n/ha] y sus desviaciones estándar [ $S_x$ ] para cada fase de desarrollo y para un bosque primario, separados según individuos secundarios y remanentes del uso anterior (compartimiento A; dap $\geq$ 5 cm).....	25
Cuadro 5:	Áreas basales [ $m^2/ha$ ] y sus desviaciones estándar [ $S_x$ ] para cada fase de desarrollo evaluada y para un bosque primario, en el compartimiento A (dap $\geq$ 5 cm), separadas según individuos secundarios y remanentes del uso anterior, y en el compartimiento B (altura $\geq$ 1,3 m; dap $<$ 5 cm).....	28
Cuadro 6:	Volumen total [ $V_t$ en $m^3/ha$ ] y su desviación estándar [ $S_x$ ] para cada fase de desarrollo evaluada y para un bosque primario, separados según individuos secundarios y remanentes del uso anterior (compartimiento A; dap $\geq$ 5 cm).....	30
Cuadro 7:	Desarrollo de la altura superior según WEISE [ $h_o$ en m] de los individuos secundarios del compartimiento A (dap $\geq$ 5 cm), sus desviaciones estándar [ $S_x$ ] y sus coeficientes de variación [ $S_x\%$ ], para cada fase de desarrollo y para un bosque primario.....	32

Cuadro 8:	Abundancias [n/ha] según categorías de tolerancia ecológica, para cada fase de desarrollo evaluada y para un bosque primario (compartimiento B; altura $\geq 1,3$ m, dap $< 5$ cm).....	37
Cuadro 9:	Abundancia [n/ha] según criterios comerciales, para cada fase de desarrollo y para un bosque primario (compartimiento B; altura $\geq 1,3$ m, dap $< 5$ cm). ....	38
Cuadro 10:	Informaciones generales sobre los bosques secundarios de la zona seca de Costa Rica, separadas por categorías de tamaños de finca (según BERTI 1999 y datos propios).....	45
Cuadro 11:	Distribución diamétrica del volumen utilizable para aserrío [m <sup>3</sup> /ha] de los individuos secundarios en el transcurso de la sucesión, en comparación con un bosque primario de la zona de estudio. ....	55
Cuadro 12:	Número de especies cuyos productos son utilizados por los dueños de bosques secundarios y que además son comercializados, ordenados según los tipos de uso (según BERROCAL 2000). ....	57
Cuadro 13:	Lista de las especies encontradas en los bosques secundarios (ordenadas por familias) y cuyos productos no maderables son comercializados (según BERROCAL 1998). ....	58
Cuadro 14:	Indicadores del análisis financiero para los primeros 3 turnos de corta (51 años) de un manejo de bosque secundario bajo el método de corta de regeneración con turno de corta reducido, según el tamaño del bosque y según la obtención del Certificado de Protección de Bosques (CPB). ....	72

---

Cuadro 15: Indicadores del análisis financiero para el primer turno de corta (50 años) de un manejo de bosque secundario bajo el método de corta de regeneración con turno de corta largo, según el tamaño del bosque y según la obtención del Certificado de Protección de Bosques (CPB).....	77
Cuadro 16: Indicadores del análisis financiero para un período de 50 años bajo el sistema de aprovechamiento selectivo, según el tamaño del bosque y según la obtención del Certificado de Protección de Bosques (CPB). ....	81

## Índice de figuras

Fig. 1: Mapa de Costa Rica con la Región Chorotega y los Cantones (1 a 6), en los que se ejecutó el estudio socioeconómico.....	7
Fig. 2: Ubicación de la Estación Experimental Forestal Horizontes y del Parque Nacional Santa Rosa, áreas evaluadas en el marco del componente forestal. ....	8
Fig. 3: Climogramas (según WALTHER & LIETH 1960) de las estaciones meteorológicas de la Estación Experimental Forestal Horizontes y del Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica.....	10
Fig. 4: Representación de una parcela circular para el levantamiento de la vegetación, con sus compartimientos concéntricos A y B. ....	13
Fig. 5: Ubicación de las áreas evaluadas en la Estación Experimental Forestal Horizontes (EEFH). ....	14
Fig. 6: Propiedades físicas de los suelos de un pastizal y de un bosque secundario de 17 años en la Estación Experimental Forestal Horizontes, Costa Rica (* = las diferencias son estadísticamente significativas con una probabilidad de 95 %) (según ALFARO 1999). ....	18
Fig. 7: Propiedades químicas de los suelos (a una profundidad de muestreo de 30 cm) de un pastizal y de un bosque secundario de 17 años en la Estación Experimental Forestal Horizontes, Costa Rica (* = las diferencias son estadísticamente significativas con una probabilidad de 95 %) (según ALFARO 1999). ....	19

Fig. 8: Distribución diamétrica de la abundancia [n/ha] de todos los individuos establecidos después del abandono del pastizal (incluye palmeras) en el compartimiento A (dap $\geq$ 5 cm), para cada fase de desarrollo del bosque secundario y para un bosque primario en la zona de estudio. ....	27
Fig. 9: Incremento medio anual del área basal (IMA en m <sup>2</sup> /ha/a) de los individuos secundarios en el compartimiento A (dap $\geq$ 5 cm), su desviación estándar [ $S_x$ ] y su coeficiente de variación [ $S_x\%$ ], para cada fase de desarrollo evaluada en la zona de estudio. ....	33
Fig. 10: Incremento medio anual del volumen total (IMA en m <sup>3</sup> /ha/a) de los individuos secundarios en el compartimiento A (dap $\geq$ 5 cm), su desviación estándar [ $S_x$ ] y su coeficiente de variación [ $S_x\%$ ], para cada fase de desarrollo evaluada en el área de estudio.....	35
Fig. 11: Desarrollo de la composición de especies en términos relativos de área basal [G%] según sus tolerancias ecológicas, de todos los individuos secundarios del compartimiento A (dap $\geq$ 5 cm), para todas las fases de desarrollo evaluadas y para un bosque primario.....	39
Fig. 12: Desarrollo de las abundancias relativas [n%] según los mecanismos de dispersión de todos los individuos secundarios, para todas las fases de desarrollo y para un bosque primario en el área de estudio (compartimientos A y B). ....	41
Fig. 13: Factores de la valoración económica y los respectivos potenciales de los bosques secundarios en la zona seca de Costa Rica (según KRAMER et al. 1995). ....	47

Fig. 14: Número de especies provenientes de los bosques secundarios evaluados, según sus formas de uso, basado en 30 encuestas a propietarios de bosques secundarios.....	49
Fig. 15: Situación del mercado maderero con respecto a las especies provenientes de los bosques secundarios de la Región Chorotega, basado en 17 encuestas a propietarios de aserraderos. ....	52
Fig. 16: Número de especies en el compartimiento A ( $dap \geq 5$ cm) de los bosques secundarios evaluados, que son utilizadas en las distintas fases de mercadeo maderero en la Región Chorotega (b.s.: bosque secundario). ....	53
Fig. 17: Madera utilizable [ $m^3/ha$ ] de los individuos secundarios (sin considerar a los árboles remanentes del uso anterior) en el transcurso de la sucesión, según los productos obtenidos.....	54
Fig. 18: Representación esquemática de la secuencia de intervenciones para los sistemas de manejo de bosques secundarios analizados (V: volumen total [ $m^3/ha$ ]) .....	83
Fig. 19: Tasa interna de retorno (TIR en %) de la inversión en los primeros 50-51 años, para los sistemas de manejo de bosques secundarios analizados, sin la adjudicación de Certificados de Protección de Bosques (CPB), según el tamaño del bosque [ha].....	84

## Abreviaturas

<b>ACG</b>	Área de Conservación Guanacaste
<b>ACT</b>	Área de Conservación Tempisque
<b>APAIFO</b>	Asociación de Productores Agroindustriales y Forestales
<b>AyA</b>	Acueductos y Alcantarillados
<b>B/C</b>	Relación costo-beneficio
<b>CATIE</b>	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
<b>CCF</b>	Cámara Costarricense Forestal
<b>CD</b>	Cooperación al Desarrollo
<b>CIA</b>	Centro de Investigaciones Agronómicas
<b>COABIO</b>	Comisión Asesora de Biodiversidad
<b>CODEFORSA</b>	Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos
<b>COSEFORMA</b>	Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero
<b>CPB</b>	Certificado de Protección de Bosques
<b>CT</b>	Cooperación Técnica
<b>dap</b>	diámetro a la altura del pecho [cm]
<b>DMC</b>	diámetro mínimo de corta [cm]
<b>Ea</b>	Equivalente anual [US\$]
<b>EEFH</b>	Estación Experimental Forestal Horizontes
<b>FONAFIFO</b>	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
<b>GTZ</b>	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
<b>IDA</b>	Instituto de Desarrollo Agrario
<b>IGN</b>	Instituto Geográfico Nacional
<b>INBio</b>	Instituto Nacional de Biodiversidad
<b>ITCR</b>	Instituto Tecnológico de Costa Rica
<b>ONG</b>	Organización no gubernamental
<b>MINAE</b>	Ministerio del Ambiente y Energía

<b>OCIC</b>	Oficina Costarricense de Implementación Conjunta
<b>PSA</b>	Pago de Servicios Ambientales
<b>SINAC</b>	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
<b>TIR (%)</b>	Tasa interna de retorno
<b>UCR</b>	Universidad de Costa Rica
<b>UNA</b>	Universidad Nacional Autónoma
<b>USDA/AID</b>	<i>United States Department of Agriculture/Agency for International Development</i> (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América / Agencia para el Desarrollo Internacional)
<b>VAN</b>	Valor actual neto [US\$]

## Resumen

Debido a pérdidas en la rentabilidad de la actividad ganadera, la situación financiera de los dueños de fincas en la zona seca de Costa Rica ha ido empeorando en las últimas dos décadas. Sobre los pastizales abandonados han crecido bosques secundarios, los cuales actualmente se encuentran en fases sucesionales interesantes desde el punto de vista silvicultural.

Una alternativa para mejorar la calidad de vida de los dueños de dichas fincas es el manejo múltiple y sostenible de sus bosques secundarios. En el marco del presente proyecto de investigación se elaboraron las bases silviculturales del manejo de los bosques secundarios, las cuales se analizaron desde el punto de vista financiero para ofrecer a los finqueros alternativas ambientalmente más amigables y económicamente atractivas.

Debido a las condiciones climáticas adversas, los bosques secundarios de la zona seca de Costa Rica se desarrollan más lentamente que los de zonas más húmedas del país. Sin embargo, después de 50 años dichos bosques secundarios apenas pueden ser diferenciados de un bosque primario.

De un total de 120 especies que crecen en los bosques secundarios evaluados, 47 son aceptadas en los aserraderos de la región y los productos no maderables de 28 especies son comercializados a nivel nacional. Casi la mitad del volumen total de un bosque secundario de 50 años puede ser aprovechado como madera aserrada. La inversión en sistemas de manejo monocíclicos es más ventajosa desde el punto de vista financiero que en sistemas policíclicos. Los ingresos provenientes del certificado de protección de bosques (CPB) ayuda principalmente a los propietarios de pequeñas fincas a utilizar su bosque secundario de manera rentable.

## Summary

Due to the decreasing profitability of cattle ranching, the economic situation of the farmers, particularly in the dry region of Costa Rica, has worsened during the past two decades. As a consequence, secondary forests have established themselves on abandoned pastures and they have reached interesting successional stages from the silvicultural point of view.

Commercial tree species as well as non-timber forest products (NTFP) that can be found in secondary forests may be an interesting option to increase farmers' income. This research is aiming at generating silvicultural information, which constitutes the basis for the analysis of the economic potential of secondary forests during different stages of succession. This information shall help provide farmers with new strategies for ecologically friendly and economically attractive land-use alternatives.

Secondary forests in the dry region of Costa Rica develop relatively slowly compared to those in the humid regions of the country. Nevertheless, it was found that they hardly differ from a primary forest regarding species diversity and structure after some 50 years of development.

120 different species have been recorded in the secondary forests, of which 47 are actually processed in local sawmills. In addition, NTFP from 28 species are traded on the national markets. Almost half of the total volume of a 50 year-old secondary forest can be used as lumber for sawmills. Monocyclic silvicultural systems are seen to be a better investment than polycyclic ones. The revenues from the forest protection certificate (CPB) help especially those farmers with little acreage to use their secondary forests in a profitable way.

## Zusammenfassung

Während sich wegen der sinkenden Rentabilität der Viehwirtschaft die finanzielle Lage der Bauern im Trockengebiet Costa Ricas in den letzten zwei Jahrzehnten verschlechtert hat, wachsen auf den aufgegebenen Weideflächen Sekundärwälder, die waldbaulich interessante Sukzessionsstadien erreicht haben.

Eine Möglichkeit zur Verbesserung der Lebensqualität der Bauern ist die vielseitige und nachhaltige Bewirtschaftung ihrer Sekundärwälder. Im Rahmen dieser Studie wurden die waldbaulichen Grundlagen für die Bewirtschaftung dieser Wälder erarbeitet und deren wirtschaftliches Potential analysiert mit dem Ziel, den Besitzern umweltverträgliche und ökonomisch attraktive Nutzungsalternativen anzubieten.

Bedingt durch die schwierigen klimatischen Bedingungen, entwickeln sich die Sekundärwälder im Trockengebiet Costa Ricas vergleichsweise langsamer als in den feuchten Gebieten des Landes. Trotzdem sind sie nach 50 Jahren kaum noch von einem Primärwald zu unterscheiden.

Von den insgesamt 120 in den Sekundärwäldern vorkommenden Arten werden 47 Arten gegenwärtig in den lokalen Sägewerken bearbeitet, und die Nischholzprodukte von 28 Arten werden auf nationaler Ebene vermarktet. Fast die Hälfte des Gesamtvolumens eines 50-jährigen Sekundärwaldes ist als Schnittholz verwertbar. Die Investition in monozyklische Bewirtschaftungsalternativen lohnt sich aus wirtschaftlicher Sicht mehr als die in polyzyklische Verfahren. Die Waldschutz-Zuschüsse (CPB) verhelfen vor allem den Besitzern von kleinen Flächen zu einer rentablen Nutzung ihrer Sekundärwälder.



# **1 Introducción / Breve descripción del proyecto de investigación**

## **1.1 Situación inicial / Análisis de la problemática**

En 1991 los bosques secundarios cubrían un área de aproximadamente 400.000 ha a nivel nacional (8 % del área total del país), con un incremento anual de 30.000 ha (CCT/WRI 1991). Dicho aumento es más evidente en las zonas secas de Costa Rica, donde desde la década de los 80's miles de hectáreas de pastizales fueron abandonadas y entregadas a la regeneración natural, en primer lugar debido a la reducida rentabilidad de la actividad ganadera, pero también por la degradación de los suelos.

Debido a que las áreas ya no son aptas para la agricultura, el manejo de los bosques secundarios recién formados sobre dichas áreas se presenta como una alternativa para que los dueños de las fincas utilicen sus tierras de manera productiva y sostenible. En algunos casos los productos maderables y no maderables están siendo utilizados actualmente por los finqueros para cubrir sus necesidades de consumo propio o para la venta (PICADO 1995). Sin embargo las posibilidades de utilización de los bosques secundarios son desconocidas para muchos dueños de bosques secundarios y la sostenibilidad de las experiencias anteriores de ninguna manera está garantizada.

A pesar de que en Costa Rica ya existen algunas investigaciones sobre los procesos ecológicos para la restauración natural del bosque seco (JANZEN 1987, 1988; HEINRICH & BLANCKE 1995, etc.), se sabe poco sobre el potencial silvicultural y económico de este nuevo recurso forestal. En la Zona Norte de Costa Rica el proyecto COSEFORMA ha estado investigando desde 1991 la dinámica de desarrollo y el potencial de manejo de los bos-

ques secundarios de regiones húmedas. Motivado por la urgente necesidad de desarrollar alternativas sostenibles de uso de la tierra para los finqueros de la zona seca de Guanacaste con el fin de revalorizar sus pastizales abandonados y degradados, el Área de Conservación Guanacaste (ACG) solicitó en 1996 el apoyo del proyecto COSEFORMA para la ejecución de una investigación aplicada para analizar el potencial silvicultural y económico de los bosques secundarios en la zona seca de Costa Rica. La presente investigación fue ejecutada entre 1997 y 2000 como medida acompañante de COSEFORMA, con el apoyo financiero del Programa de Apoyo Ecológico (TÖB) de la GTZ.

## **1.2 El Proyecto „Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero“ (COSEFORMA)**

Desde 1990 el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), la Cámara Costarricense Forestal (CCF) y la GTZ colaboran en el Proyecto „Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero“ (COSEFORMA). El objetivo del proyecto es el apoyo a la introducción de actividades forestales sostenibles. Las actividades se concentran principalmente en los siguientes ámbitos:

- una política y planificación forestal orientadas hacia criterios de sostenibilidad,
- el manejo sostenible de bosques primarios y secundarios,
- el uso de especies nativas en las actividades de reforestación,
- el manejo de plantaciones forestales con orientación productiva,
- el procesamiento primario y secundario de la madera, en especial de diámetros menores provenientes de plantaciones forestales y de bosques secundarios,

- el desarrollo de productos comercializables, provenientes de bosques y de reforestaciones manejadas de manera sostenible.

En el marco del segundo punto mencionado anteriormente y con el fin de realzar la importancia de los bosques secundarios, desde el principio el Proyecto COSEFORMA ha apoyado investigaciones sobre el desarrollo y el manejo de dichos bosques en la Zona Norte de Costa Rica (FEDLMEIER 1996; SPITTLER 1996; MORALES 1998; CHIARI 1999; QUIRÓS 1999) y ha realizado actividades informativas y de divulgación. Además el Proyecto participó activamente en la formulación de una nueva legislación para el manejo de los bosques secundarios (MINAE 1999). Los presentes trabajos de investigación sobre la zona seca de Costa Rica forman parte de un razonable complemento a los esfuerzos anteriormente mencionados.

### **1.3 Marco legal para el manejo de los bosques secundarios en Costa Rica**

Desde 1996 existe la nueva Ley Forestal 7575 (MINAE 1996), la cual menciona por primera vez a los bosques secundarios como un tipo de formación boscosa y reconoce sus servicios ambientales. En 1997 se inició un programa estatal de incentivos para la protección de los bosques secundarios, el cual fue financiado a través de impuestos a los combustibles y representa una compensación a los dueños de bosques secundarios por los servicios ambientales que brindan, a través del pago de aproximadamente 45 US\$/ha/a durante 5 años, prolongables por otros 5 años y probablemente más tiempo. Este programa rápidamente llamó la atención de los dueños de bosques secundarios, de tal manera que en 1998 se encontraban protegidas 42.479 ha de bosques secundarios, de las cuales casi la tercera parte (13.782 ha) se ubican en la zona seca (FONAFIFO 1999).

Debido a que los bosques secundarios en Costa Rica constituyen un recurso forestal relativamente nuevo, existía un vacío legal con respecto al manejo de dichos bosques, debido a que la legislación actual sólo es aplicable a los bosques primarios. Por este motivo entre 1998 y 1999 la Comisión Nacional de Certificación Forestal (CNCF) elaboró los *Principios, Criterios e Indicadores para el Manejo Sostenible de Bosques Secundarios*, los cuales fueron publicados en julio de 1999 como un Decreto (MINAE 1999). En dicho Decreto, conocido como „*Principio 11*“, los bosques secundarios son definidos como tierra con vegetación leñosa, con una superficie mínima de 0,5 ha y una densidad no menor a 500 individuos por hectárea, con un dap  $\geq 5$  cm (MINAE 1999). Para el propietario ello significa no solamente que las áreas con las características anteriormente descritas pueden recibir incentivos para su protección, sino que en el futuro también pueden ser manejadas.

## **1.4 Objetivos**

La meta de la presente investigación es la estimación del desarrollo y del potencial económico de los bosques secundarios en la zona seca de Costa Rica, basada en evaluaciones científicas y en las experiencias de los dueños de dichos bosques. Además se pretenden elaborar recomendaciones sobre métodos apropiados de manejo silvicultural, los cuales serán ofrecidos a los propietarios de los bosques secundarios como alternativas ambientalmente más amigables y económicamente atractivas.

## **1.5 Resultados esperados**

Después de identificar las coberturas forestales en la Estación Experimental Forestal Horizontes y en el Parque Nacional Santa Rosa, se evaluarán y se compararán los distintos estadios sucesionales, para luego deducir su desarrollo. Además se analizarán los efectos de la restauración de la cobertura forestal sobre las características del suelo.

Se evaluarán las posibilidades de comercialización de los productos forestales maderables y no maderables provenientes de los bosques secundarios analizados y se valorará su potencial económico. Basados en los resultados y tomando en cuenta las condiciones marco a nivel de política de desarrollo, se elaborarán recomendaciones para métodos apropiados de manejo silvicultural.



## 2 Descripción del área de estudio

Costa Rica se ubica en Centroamérica (entre Nicaragua y Panamá) y se subdivide en 5 regiones. El componente socioeconómico del presente estudio se desarrolló en las bajuras secas de la Región Chorotega, en el noroeste de Costa Rica (véase la fig. 1).

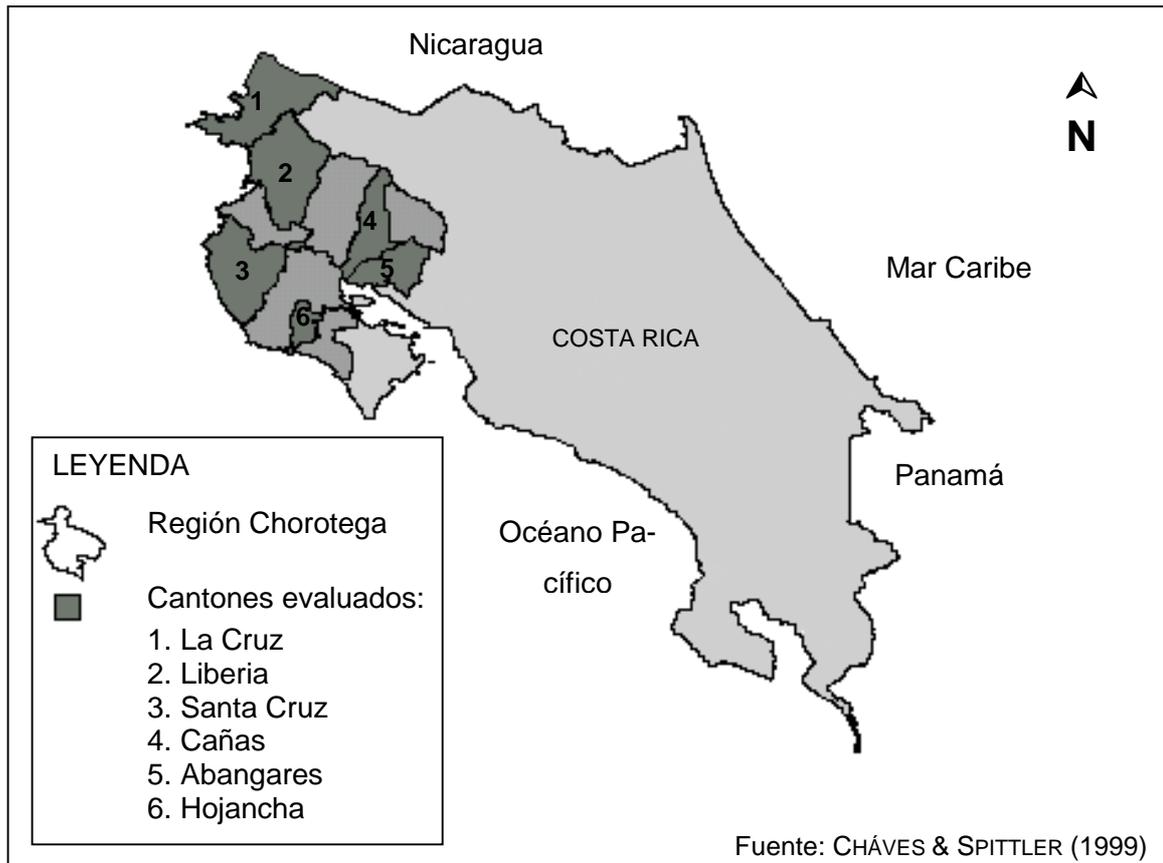


Fig. 1: Mapa de Costa Rica con la Región Chorotega y los Cantones (1 a 6), en los que se ejecutó el estudio socioeconómico.

Las áreas numeradas (1 a 6) pertenecen a los 6 Cantones en los cuales el apoyo de las autoridades locales permitió la aplicación de encuestas a 30 propietarios de bosques secundarios y a todos los propietarios de aserraderos.

Los inventarios forestales se realizaron principalmente en la Estación Experimental Forestal Horizontes (7.293 ha), pero también en el Parque Nacional Santa Rosa (49.515 ha) (véase la fig. 2). Ambas áreas se ubican en el sector noroccidental de la Región Chorotega y pertenecen al Área de Conservación Guanacaste (ACG).

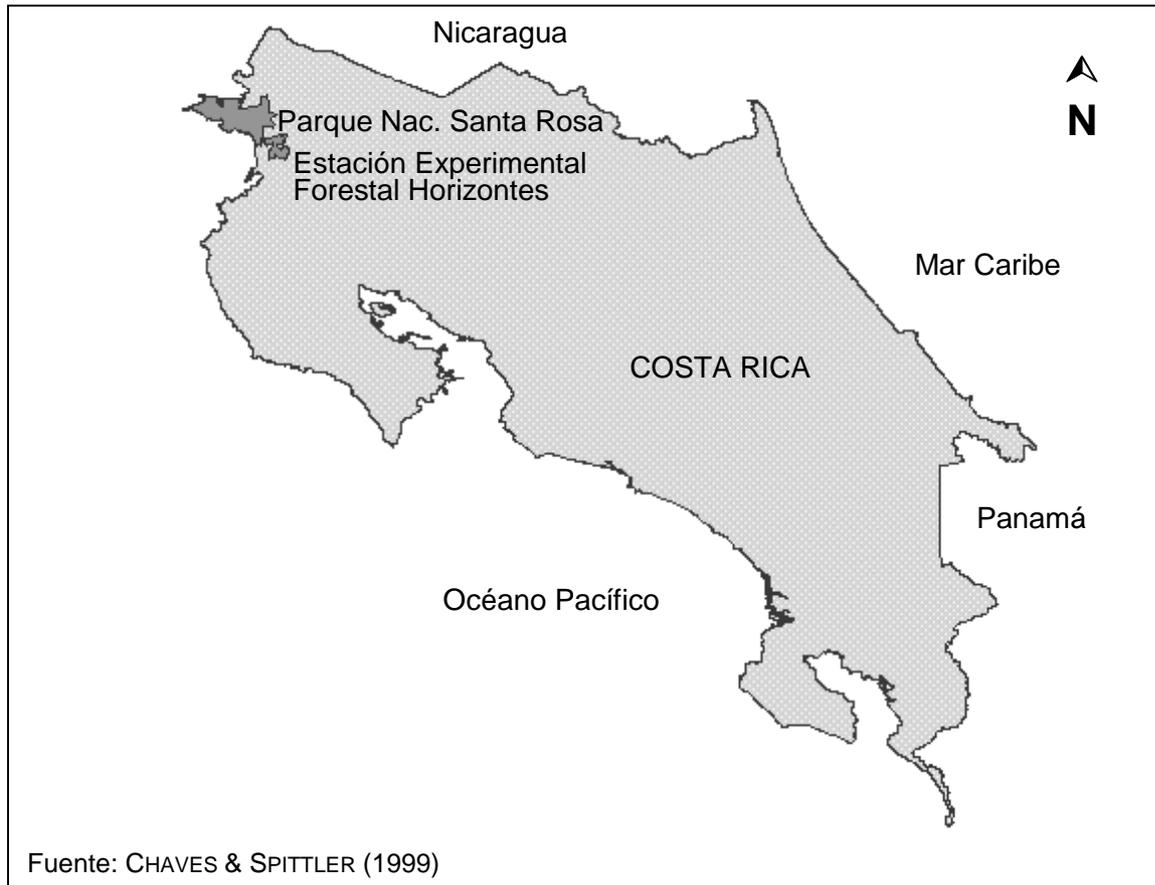


Fig. 2: Ubicación de la Estación Experimental Forestal Horizontes y del Parque Nacional Santa Rosa, áreas evaluadas en el marco del componente forestal.

## **Geología y topografía**

La región noroccidental de Costa Rica fue influenciada por poderosos procesos volcánicos, que formaron la cadena montañosa de Guanacaste durante el Pleistoceno (WINTERS 1997). Hace aproximadamente 1.800.000 a 600.000 años una de dichas erupciones, que se depositó principalmente en el lado del Pacífico (que pertenece a la zona de estudio), formó una capa provocada por la soldadura de partículas calientes y vidriosas de cenizas (WEYL 1980, citado por WINTERS 1997).

La zona de estudio está formada por paisajes planos a levemente ondulados, que se ubican entre 0 y 500 msnm. En general no existen cambios altitudinales abruptos en la planicie evaluada.

## **Clima**

La zona del Pacífico Norte se diferencia del resto del país por su largo período seco de 5 a 6 meses, entre diciembre y abril (WINTERS 1997). La época de lluvias comienza entre fines de abril y principios de mayo y dura entre 6 y 7 meses. Entre julio y agosto la estación lluviosa es interrumpida por un segundo, corto y muy variable período seco llamado veranillo. En la bajura guanacasteca cae una precipitación promedio de aproximadamente 1.500 mm por año (5 % en la estación seca y 95 % en la época lluviosa). Los climogramas según WALTHER & LIETH (1960) muestran las precipitaciones y temperaturas en la Estación Experimental Forestal Horizontes y en el Parque Nacional Santa Rosa (fig. 3).

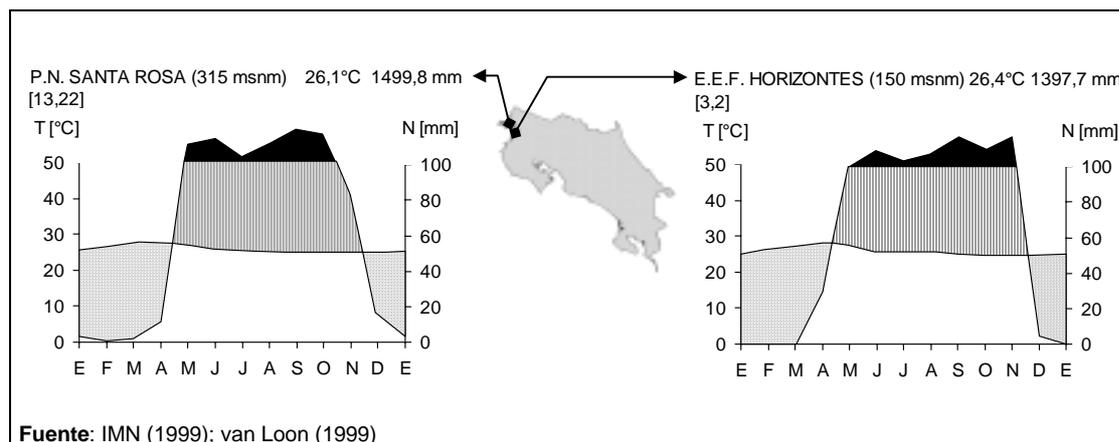


Fig. 3: Climogramas (según WALTHER & LIETH 1960) de las estaciones meteorológicas de la Estación Experimental Forestal Horizontes y del Parque Nacional Santa Rosa, Costa Rica.

## Suelos

Según el sistema de los EEUU para la clasificación de suelos (USDA/AID 1985) y según PÉREZ et al. (1978), en la zona de estudio dominan los Inceptisoles. Según el sistema de clasificación alemán se trata de „tierras marrones“ con un horizonte Bv (horizonte marrón y arcilloso, originado por procesos erosivos) bien desarrollado y relativamente rico en nutrientes. Sobre todo en el noroeste de Costa Rica son comunes los cambios a cortas distancias en las características de los suelos y ellos se deben a variaciones en el microrrelieve (MATA 1982, citado por ALFARO 1999). En la región dominan los suelos neutrales, los cuales poseen contenidos regulares de sustancias orgánicas, concentraciones adecuadas de cationes intercambiables y déficit de algunos microelementos (HOLDRIDGE et al. 1971; MOLINA 1973; MATA 1982; AGÜERO et al. 1983, citado por ALFARO 1999). Los cambios en las características físicas y químicas de los suelos durante el proceso sucesional serán analizados en el cap. 3.1.

## **3 Procedimientos metodológicos**

### **3.1 Análisis del suelo**

Los análisis de suelos fueron realizados por ALFARO (1999) en cooperación con la Universidad Nacional y el CIA (Centro de Investigaciones Agronómicas) de la Universidad de Costa Rica. Después de un muestreo preliminar del suelo en diferentes áreas de pastizales y de bosques secundarios, se seleccionaron un pastizal y 3 bosques secundarios (7, 15 y 17 años de edad) debido a la comparabilidad de sus suelos. Se tomaron muestras de suelos de las parcelas circulares instaladas durante el inventario forestal, las cuales se encontraban sistemáticamente distribuidas en toda el área. En cada parcela circular se tomaron 4 submuestras a una profundidad de 0 a 30 cm, las cuales fueron mezcladas entre sí.

### **3.2 Levantamiento de la vegetación**

Con el fin de describir el proceso sucesional en la Estación Experimental Forestal Horizontes (EEFH) y en el Parque Nacional Santa Rosa, se evaluaron bosques secundarios de distintas edades que describen una secuencia temporal (WEIDELT 1968, 1969; KNIGHT 1975; GRÄFE 1981; FINEGAN 1992). A través de este método indirecto se pueden describir tendencias de desarrollo a través de un largo período de tiempo, de manera rápida y poco costosa (BOERBOOM 1974; FEDLMEIER 1996). Sin embargo para poder reconocer tendencias claras dentro de la cronosecuencia, es necesario que el inventario forestal sea precedido por una exacta estratificación y delimitación de las áreas a ser evaluadas.

### **3.2.1 Criterios de estratificación**

Los estratos meta fueron identificados en el campo a través de los siguientes criterios:

- a) Características del suelo: todos los bosques secundarios evaluados se ubican en los sectores central a sur de la Estación, caracterizados por suelos con reducida influencia volcánica.
- b) Uso anterior del área: se prestó atención en el hecho de que antes de comenzar el proceso sucesional, el área haya sido utilizada exclusivamente para el pastoreo de ganado vacuno.
- c) Edad del bosque secundario: basados en un mapa de uso y cobertura del suelo (CHAVES & SPITTLER 1997) y en las informaciones ofrecidas por el dueño anterior de la finca (SEMPER 1999) y del personal actual de la Estación, se determinaron las edades de cada uno de los bosques secundarios.
- d) Influencia del pastoreo sobre los bosques secundarios: se controló que las áreas a ser evaluadas no se encuentren bajo la influencia de un pastoreo demasiado intensivo.

### **3.2.2 Método de inventario forestal**

El levantamiento de la vegetación se basa en un muestreo sistemático, el cual es fácil de planificar y de ejecutar y en muchos casos ofrece resultados más representativos que los muestreos al azar (AKÇA 1997). Como unidades de levantamiento se utilizaron las parcelas circulares mostradas en la fig. 4. Debido a que en el presente estudio se busca una alta exactitud, se decidió instalar un mínimo de 15 parcelas en bosques pequeños (10 ha) y un máximo de 50 parcelas en bosques grandes (a partir de 30 ha).

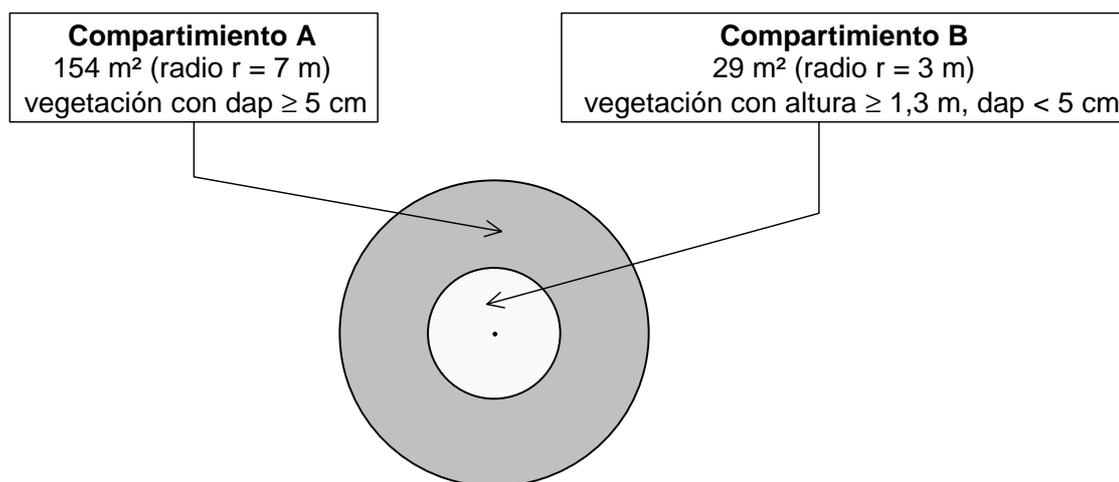


Fig. 4: Representación de una parcela circular para el levantamiento de la vegetación, con sus compartimentos concéntricos A y B.

### 3.2.3 Parámetros evaluados

En el cuadro 1 se resumen los parámetros evaluados:

Cuadro 1: Parámetros evaluados en los compartimentos A y B.

Parámetros	Compartimiento	
	A	B
Número de individuo	x	X
Especie	x	X
dap (cm)	x	X
Altura total (m)	x	X
Longitud utilizable (m)	x	
Posición de copa	x	
Vitalidad	x	
Forma del fuste	x	
Fructificación (sí/no)	x	

- i. **Definición de la especie:** los nombres locales fueron determinados con ayuda de un baqueano. Adicionalmente se realizó un estudio botánico en todas las parcelas evaluadas (QUESADA 1999).

ii. **Longitud utilizable:** para la determinación del presente parámetro la pregunta más importante es la medida aceptada por los aserraderos de la Región. Según MOYA & ROJAS (2000) actualmente se pueden describir los siguientes diámetros comerciales mínimos (incluyendo la corteza): 30 cm para formaleta, 25 cm para maderas semiduras a duras y 15 cm para maderas finas o muy finas. Adicionalmente se exige una troza recta con una longitud mínima de 2,55 m. Para las especies que sólo son utilizadas para leña, la longitud utilizable fue definida como aquella porción del fuste (recta o torcida) con un diámetro mínimo de 5 cm en el extremo más delgado y una longitud mínima de 0,5 m.

### 3.2.4 Áreas evaluadas

Se seleccionaron y evaluaron 9 áreas en la Estación Experimental Forestal Horizontes (véase la fig. 5):

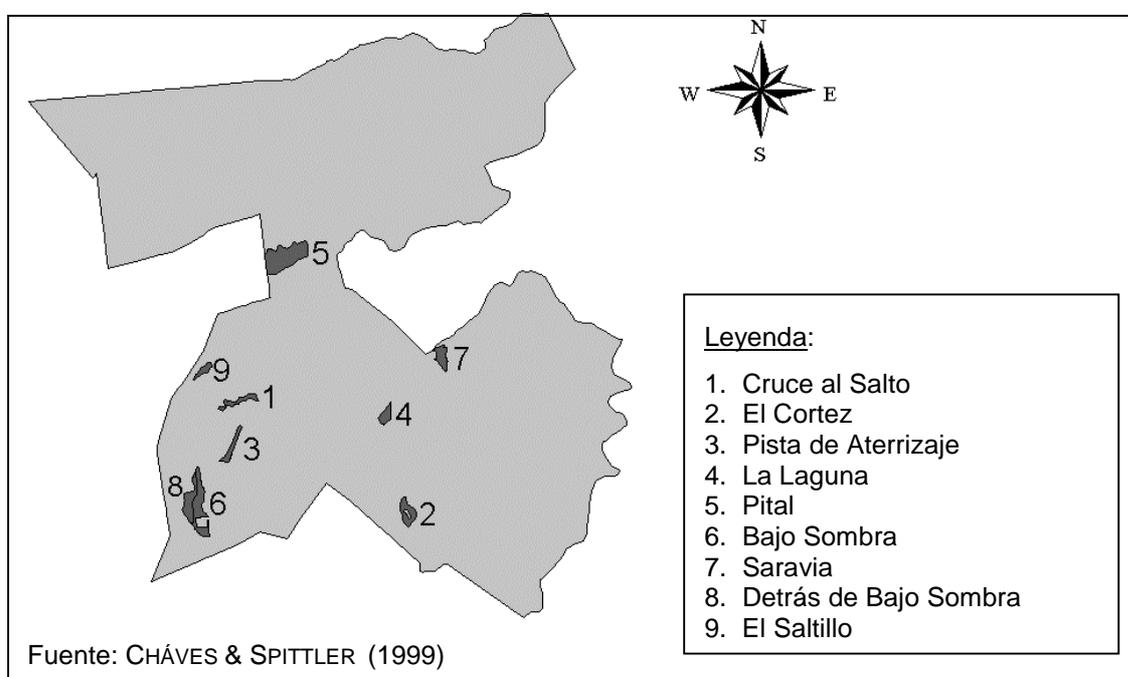


Fig. 5: Ubicación de las áreas evaluadas en la Estación Experimental Forestal Horizontes (EEFH).

Para reducir la alta variabilidad existente entre los bosques secundarios, sólo se evaluaron los bosques del sector central y sur de la Estación. En el cuadro 2 se presentan las informaciones generales sobre las áreas evaluadas. El pastizal, los arbustales y los primeros 7 bosques secundarios pertenecen a la Estación Experimental Forestal Horizontes, mientras que el bosque secundario tardío y el bosque primario fueron evaluados en el Parque Nacional Santa Rosa.

Cuadro 2: Informaciones generales sobre las áreas evaluadas.

Nro.	Nombre	Ubicación	Fase de desarrollo	Edad (años)
1	Pista de aterrizaje	EEFH	Pastizal arbustivo	1
2	Detrás de bajo sombra	EEFH	Arbustal	6
3	El Saltillo	EEFH	B.s. temprano	13
4	La Laguna	EEFH	B.s. temprano	13
5	Cruce al Salto	EEFH	B.s. temprano	13
6	Bajo sombra	EEFH	B.s. intermedio	17
7	Pital	EEFH	B.s. intermedio	17
8	El Cortez	EEFH	B.s. intermedio	17
9	Saravia	EEFH	B.s. intermedio	25
10	San Emilio	PNSR	B.s. tardío	50
11	Bosque Húmedo	PNSR	Bosque primario	---

Leyenda:

B.s.	Bosque secundario
EEFH:	Estación Experimental Forestal Horizontes
PNSR:	Parque Nacional Santa Rosa

### 3.3 Estudio de mercado

Con el fin de analizar la importancia socioeconómica de los bosques secundarios en el área de estudio, se aplicaron encuestas a propietarios de bosques secundarios, propietarios de aserraderos y comerciantes de productos maderables y no maderables.

### **3.3.1 Encuesta a propietarios de bosques secundarios**

Para evaluar la zona seca de Costa Rica en su totalidad, en cooperación con BERTI (1999) se aplicaron 30 entrevistas sistemáticamente distribuidas en los 6 cantones tomados en cuenta para el presente estudio. Además BERROCAL (1998) entrevistó a un total de 40 propietarios de bosques secundarios en los mismos cantones, en el marco de su estudio de mercado de productos no maderables. Las preguntas se refirieron a los siguientes temas principales:

- 1.) informaciones generales sobre la finca;
- 2.) utilización de los bosques secundarios;
- 3.) incentivos recibidos;
- 4.) importancia futura de los bosques secundarios.

### **3.3.2 Encuesta a propietarios de aserraderos**

Debido a que durante las evaluaciones en la zona de estudio solamente estaban funcionando 17 aserraderos portátiles y permanentes, se decidió entrevistar a todos ellos. Las preguntas fueron separadas en 3 grupos:

- 1.) informaciones generales sobre el aserradero;
- 2.) especies procesadas y tecnologías utilizadas;
- 3.) precios y situación del mercado de maderas.

### **3.3.3 Encuesta a comerciantes de productos no maderables**

Basado en una lista preliminar de productos no maderables de bosques secundarios, BERROCAL (1998) entrevistó a los comerciantes de dichos productos a nivel local, regional y nacional, planteando preguntas sobre las especies comercializadas, los precios y las cantidades vendidas.

## 4 Resultados

### 4.1 Efectos de la sucesión secundaria sobre las propiedades del suelo

Como ya fue mencionado anteriormente, existen leves diferencias entre los suelos del sector norte y sur de la EEFH. Por ello en este caso se compararán las características de los suelos de un pastizal con un bosque secundario de 17 años, ya que son áreas vecinas y pertenecen a la misma categoría de suelo. Los resultados se basaron en el estudio de ALFARO (1999).

#### 4.1.1 Efectos sobre las propiedades físicas

La presencia del bosque secundario mejora las propiedades físicas de los suelos, que anteriormente se encontraban fuertemente compactados (véase la fig. 6). Los suelos del pastizal mostraban una mayor densidad aparente que los del bosque secundario de 17 años y las diferencias son estadísticamente significativas con una probabilidad del 95 % (test de TUKEY). También la resistencia a la penetración mostró diferencias significativas; el suelo del pastizal mostró una compactación casi 50 % superior al del bosque secundario.

**El continuo pastoreo por largos períodos de tiempo provoca una compactación de los suelos. Gracias a la formación del bosque secundario a través de procesos de regeneración natural, el suelo fue descompactado debido a las actividades de la fauna del suelo, a la presencia de raíces y a la producción de sustancias orgánicas.**

Además dicha descompactación provocó que en el transcurso del proceso sucesional se mejorara la conductividad hidráulica y se redujeran las posibilidades de presencia de anegamientos o encenagamientos.

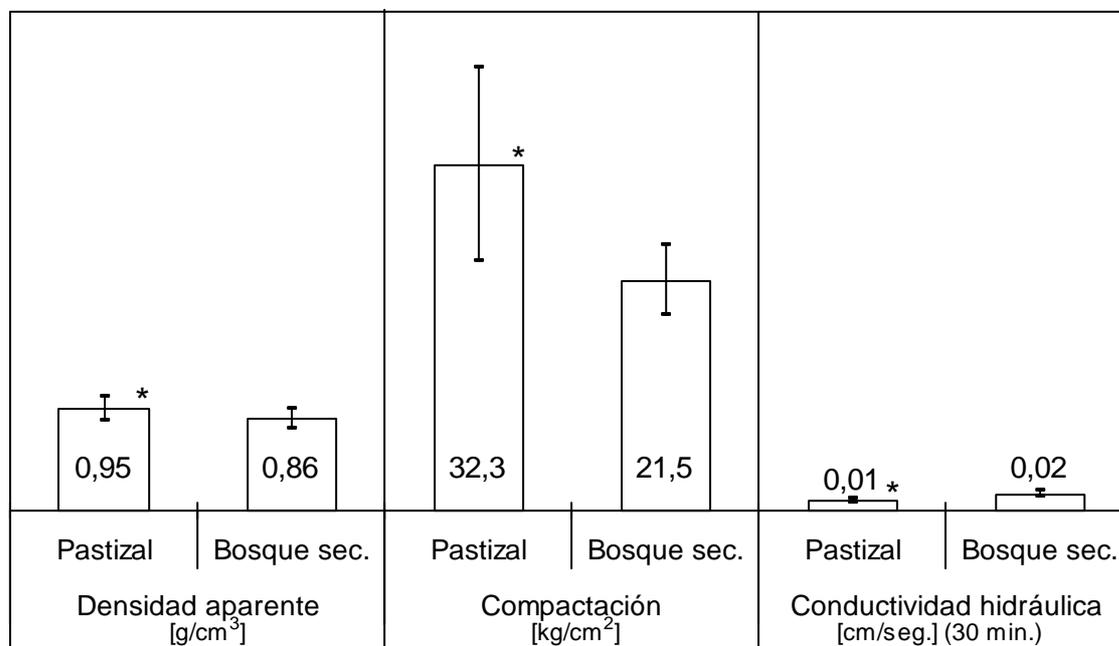


Fig. 6: Propiedades físicas de los suelos de un pastizal y de un bosque secundario de 17 años en la Estación Experimental Forestal Horizontes, Costa Rica (\* = las diferencias son estadísticamente significativas con una probabilidad de 95 %) (según ALFARO 1999).

#### 4.1.2 Efectos sobre las propiedades químicas

Los valores del pH no mostraron diferencias significativas entre el pastizal (6,6) y el bosque secundario de 17 años (6,8), siendo relativamente altos en ambos casos (véase la fig. 7), lo cual es típico para la región. Lo que sí fue sorprendente es que el pastizal mostró un mayor contenido de sustancias orgánicas (6,9 %) que el bosque secundario (5,9 %), aunque también en este caso las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Ello puede deberse a que el pastizal forma una densa red de raíces de especies gramíneas, la cual muere rápidamente y se descompone lentamente. Ya que

la sustancia orgánica está conformada en un 50 % por carbono, se puede estimar que en el humus del pastizal están contenidos aproximadamente 3,5 % de carbono y en el bosque secundario aproximadamente 3,0 %.

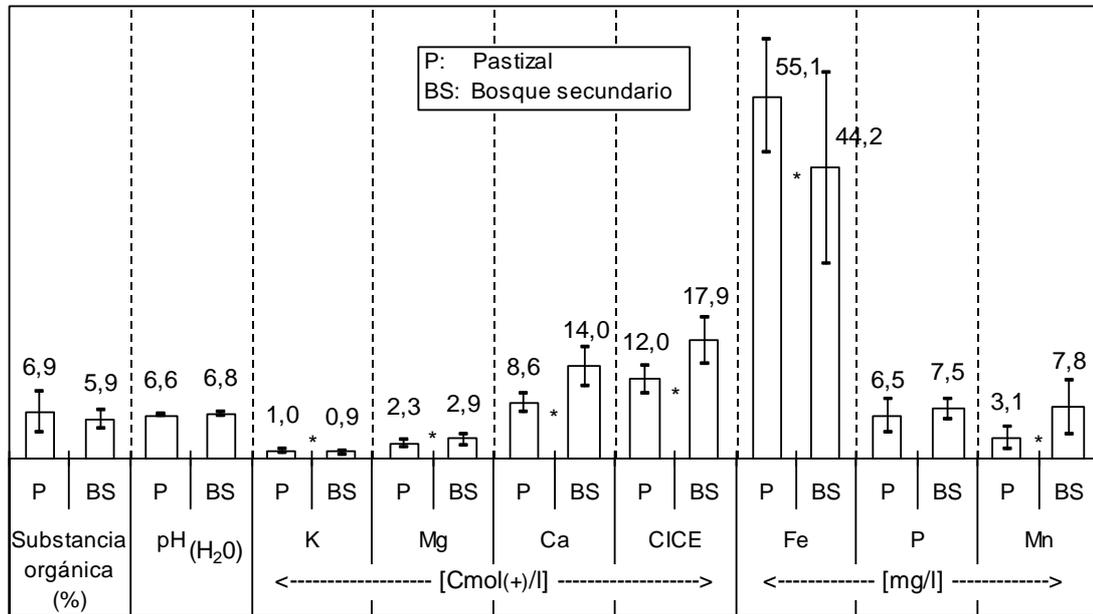


Fig. 7: Propiedades químicas de los suelos (a una profundidad de muestreo de 30 cm) de un pastizal y de un bosque secundario de 17 años en la Estación Experimental Forestal Horizontes, Costa Rica (\* = las diferencias son estadísticamente significativas con una probabilidad de 95 %) (según ALFARO 1999).

**Gracias al proceso sucesional, la capacidad efectiva de intercambio catiónico (CICE), la cual es importante para la disponibilidad de varios nutrientes, aumentó en 5,9 % en sólo 17 años.**

Las concentraciones de cationes intercambiables como calcio y magnesio, así como de microelementos como manganeso y fósforo, son mayores en el suelo del bosque secundario que en el pastizal. Ello probablemente se debe a que el pastizal desarrolla una circulación de nutrimentos menos eficiente, además de presentar un sistema radicular bastante superficial y un reducido

número de especies vegetales (FASSBENDER 1987). Por otro lado el pastizal mostró mayores concentraciones de potasio y fierro. Debido a los altos valores de pH y de calcio, se puede partir del hecho de que en los sitios evaluados probablemente no existen deficiencias de nitrógeno.

## **4.2 Diversidad, estructura y crecimiento de los bosques secundarios en la zona seca de Costa Rica**

### **4.2.1 Fases de desarrollo de los bosques secundarios en la zona de estudio**

La descripción de los estadios sucesionales está basada en el inventario de un pastizal arbustivo, un arbustal y 8 bosques secundarios. En general se puede constatar que en la zona de estudio se presentan las mismas fases de desarrollo que en las zonas húmedas de Costa Rica. Sin embargo se trata de un proceso de crecimiento más lento debido a los largos períodos secos en el área de estudio (EWEL 1977), además de que suelos utilizados como pastizales durante largos períodos de tiempo normalmente se recuperan más lentamente que otras áreas perturbadas por motivos naturales o humanos (AIDE et al. 1995). Se pudieron diferenciar las siguientes fases de desarrollo sobre pastizales abandonados:

**1<sup>ra</sup> fase sucesional (pastizal arbustivo):** este período describe la vegetación de los primeros 3 a 4 años después del abandono del área. Dicha fase se caracteriza por la presencia de especies arbustivas y de las primeras especies arbóreas pioneras, las cuales dominarán las siguientes fases de desarrollo hasta el bosque secundario intermedio. El ingreso de esta vegetación ocurre en forma de “islas de regeneración”, es decir que la regeneración se establece en las cercanías de la vegetación previamente existente. La dispersión de semillas a través de animales (zoocoria) cumple una función im-

portante en esta fase, en donde los árboles remanentes sirven como lugar de descanso y de alimentación de aves. En general los árboles remanentes fueron dejados en pie sobre los pastizales con el fin de ofrecer sombra al ganado vacuno, pudiendo ser aprovechados para fines madereros en el futuro. De esta manera se crea un paisaje sabanero con pequeñas „islas de vegetación“, las cuales poco a poco se van extendiendo. Los pastos, principalmente de la especie *Hyparrhenia rufa* (introducida de África), continúan siendo el componente más importante del sistema.

**2<sup>da</sup> fase sucesional (arbustal):** aproximadamente después de 4 años el pastizal arbustivo comienza a cerrarse, manteniéndose una alta dominancia de especies arbustivas y arbóreas pioneras. Esta fase se mantiene hasta el noveno o décimo año después del abandono del pastizal. Durante esta fase paulatinamente se van creando las condiciones microclimáticas necesarias para la instalación masiva de la regeneración natural: mayores áreas de sombra, aumento de la humedad relativa y reducción de la temperatura del ambiente. Bajo dichas condiciones los pastos son desplazados progresivamente del sitio, aunque siguen sobreviviendo en aquellos sectores en los que continúa ingresando luz directa. La vegetación está conformada por un dosel de aproximadamente 5 m de altura, el cual se extiende de manera más o menos uniforme y densa y en el cual se desarrolla una gran cantidad de especies forestales heliófitas efímeras y durables.

**3<sup>ra</sup> fase sucesional (bosque secundario temprano):** en esta fase, que comienza después de unos 10 a 15 años, por primera vez se puede observar una cobertura forestal cerrada, la cual provoca el desplazamiento definitivo de los pastos. Por primera vez se crea una formación de aspecto boscoso, en la cual se pueden diferenciar claramente dos estratos: un estrato arbóreo y un sotobosque. El dosel superior alcanza alturas de aproximadamente 12 m y es dominado por especies arbóreas pioneras. El sotobosque está

compuesto por especies arbustivas y por especies heliófitas durables y especies esciófitas recién establecidas. La diversidad de especies aumenta rápidamente.

**4<sup>ta</sup> fase sucesional (bosque secundario intermedio):** esta fase comienza más o menos a los 15 años después del abandono del área y puede permanecer hasta los 35 años. El factor más importante de esta fase bastante prolongada es la reducción en la dominancia de las especies pioneras, las cuales son superadas por las especies heliófitas durables y por las especies esciófitas. Ahora se pueden diferenciar dos estratos arbóreos, alcanzando el dosel superior alturas de hasta 15 m.

**5<sup>ta</sup> fase sucesional (bosque secundario tardío):** esta fase comienza a los 30 ó 35 años de edad después del abandono del pastizal y es difícil o imposible de definir un límite superior, ya que sus características cada vez se asemejan más a las del bosque primario. Las especies heliófitas efímeras (pioneras) en su mayoría desaparecieron del lugar, sobrando muchos individuos heliófitos durables y algunos árboles oportunistas que buscan los escasos claros en el denso dosel. Las especies heliófitas durables dominan (en términos de área basal) la mitad del bosque secundario, mientras que las especies esciófitas luchan por el resto del espacio disponible. Ahora el dosel superior puede alcanzar alturas de hasta 25 m.

A pesar de que en toda la zona seca de Costa Rica deberían presentarse las mismas fases de desarrollo, el proceso puede ser frenado o acelerado por diversos factores (suelos, cercanía de árboles semilleros, etc.), por lo cual los límites de edad aquí descritos no coincidirán en todos los casos.

#### **4.2.2 Diversidad de especies**

Durante los inventarios forestales se encontraron 125 especies provenientes de 50 familias. De este total, sólo 5 especies se presentaron exclusivamente

en el bosque primario. La lista de especies se encuentra en el anexo A.

Un índice frecuentemente utilizado para medir la diversidad de especies de una población es el índice de Shannon (MAGURRAN 1988):

$$H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i$$

siendo:  $H'$  : diversidad según Shannon  
 $p_i$  =  $n_i / N$   
 $n_i$  : número de individuos de la especie  $i$   
 $N$  : número total de individuos

En general se puede constatar una clara tendencia de aumento en el número de especies establecidas desde el pastizal arbustivo hasta el bosque secundario intermedio (véase el cuadro 3). Después de que los bosques secundarios encuentran su equilibrio en dicha fase, en los siguientes estadios la diversidad se reduce levemente. El vigoroso aumento inicial en el número de especies se refleja en el índice de Shannon ( $H'$ ), que alcanzó su mayor valor en el bosque secundario tardío. El momento de mayor cantidad de especies no coincide con el de mayor diversidad según Shannon ( $H'$ ), debido a que el valor  $H'$  no sólo considera el número de especies, también la abundancia por especie cumple una función importante.

Cuadro 3: Número de especies ( $S_p$ ) e índice de diversidad según Shannon ( $H'$ ) para los estadios sucesionales evaluados y para el bosque primario (compartimiento A;  $dap \geq 5$  cm).

Fase de desarrollo	Nro. de especies [ $S_p$ ]	$H'$
Pastizal arbustivo	8	1,6
Arbustal	39	3,0
Bosque secundario temprano	63	3,3
Bosque secundario intermedio	68	3,1
Bosque secundario tardío	64	3,6
Bosque primario	65	3,4

**En la zona seca de Costa Rica los bosques secundarios intermedios a tardíos poseen un mayor número de especies y una mayor diversidad que los bosques primarios.**

El hecho de que los mayores valores de diversidad se hayan encontrado en los estadios intermedios a tardíos y no en el bosque primario, como era de esperarse, puede deberse a la variación en las condiciones de luminosidad (GRAU et al. 1997). En las primeras fases sucesionales la gran oferta de luz permite el establecimiento y crecimiento de un gran número de especies, entre ellas también muchas heliófitas efímeras, las cuales son desplazadas del bosque en las fases más avanzadas. Otra explicación para la alta diversidad en las fases de desarrollo intermedias puede ser encontrada en la abundancia de individuos. Un bosque secundario temprano, con muchos árboles pequeños, ofrece espacio suficiente para el establecimiento de una gran cantidad de individuos provenientes de diferentes especies, mientras que en un bosque primario el espacio disponible es ocupado por un reducido número de árboles grandes.

### **4.2.3 Estructura del bosque secundario**

#### **4.2.3.1 Abundancias y distribuciones diamétricas**

Durante los inventarios forestales se midieron 4.135 individuos con  $dap \geq 5$  cm (compartimiento A). 4.052 individuos pertenecen al proceso sucesional en sí y 83 individuos son árboles remanentes, que ya se encontraban sobre el área durante el uso anterior (pastizales con árboles aislados). Las abundancias se encuentran en el cuadro 4.

Cuadro 4: Abundancias [n/ha] y sus desviaciones estándar [ $S_x$ ] para cada fase de desarrollo y para un bosque primario, separados según individuos secundarios y remanentes del uso anterior (compartimiento A; dap  $\geq$  5 cm).

Fase de desarrollo	Individuos secundarios		Remanentes del uso anterior	
	n/ha	$S_x$	n/ha	$S_x$
Pastizal arbustivo (1 año de edad)	35,3	$\pm$ 69,4	21,2	$\pm$ 53,1
Arbustal (charral) (6 años de edad)	743,8	$\pm$ 343,4	84,5	$\pm$ 79,1
Bosque secundario temprano (13 años de edad)	785,1	$\pm$ 318,8	14,3	$\pm$ 33,9
Bosque secundario intermedio (17 y 25 años de edad)	902,2	$\pm$ 401,3	11,8	$\pm$ 31,6
Bosque secundario tardío (50 años de edad)	991,1	$\pm$ 279,5	5,0	$\pm$ 17,5
Bosque primario	867,6	$\pm$ 289,6	-----	

Principalmente en los primeros 10 años se puede observar una sucesión altamente dinámica, en la cual el pastizal arbustivo es invadido por aproximadamente 700 individuos por hectárea en el compartimiento A. El gran aumento de la abundancia en estas primeras fases de desarrollo se debe al paso de individuos con diámetros menores a 5 cm de dap a las clases diamétricas superiores. Además a muy temprana edad los individuos colonizadores luchan por cada pequeño claro y por cada espacio libre. Después de 6 a 10 años el dosel se cierra, con lo cual el fuerte aumento en la abundancia de individuos comienza a atenuarse. Un típico bosque primario de la zona seca muestra menos individuos que un bosque secundario tardío, lo cual indica que entre ambas fases las copas de los árboles tienden a extenderse. Algunos árboles mueren debido a la fuerte competencia.

Los individuos remanentes del uso anterior no muestran tendencias claras en el transcurso de la sucesión. La abundancia de remanentes varía fuertemente de 5 a 84 individuos por hectárea y depende del tipo de uso anterior. A pesar de que todas las áreas fueron utilizadas anteriormente con fines ganaderos, algunas cumplían funciones secundarias. El arbustal de 6 años de edad fue utilizado como área de reposo o descanso para el ganado. Las reses eran mantenidas en estos lugares en las horas más calientes del día durante el verano, cuando los pastos se secan y las temperaturas alcanzan niveles superiores a los 36 °C. Aquí el ganado se alimenta de hojas frescas y de frutos de algunas especies arbóreas (como por ejemplo de *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, etc.), pero en primera instancia lo que busca es sombra.

SCHÄFER (1997) y OLIVEIRA (1997) encontraron abundancias similares en bosques secundarios en el Sur de Benin y en el Estado de Pará, Brasil, respectivamente. Por otro lado en el Este Amazónico UHL et al. (1988) y en la húmeda Zona Norte de Costa Rica FEDLMEIER (1996), SPITTLER (1996) y GUARIGUATA (1999) encontraron abundancias superiores de hasta 2.000 individuos en el compartimiento A.

La fig. 8 muestra la distribución diamétrica de la abundancia de individuos secundarios en el compartimiento A. En todos los estadios sucesionales ella muestra un transcurso típico, además de que en ninguna fase de desarrollo se observan deficiencias o vacíos en la distribución diamétrica. El número de individuos de las primeras clases diamétricas es suficientemente grande para reemplazar a aquellos árboles de diámetros mayores que por algún motivo son eliminados del rodal (LAMPRECHT 1986).

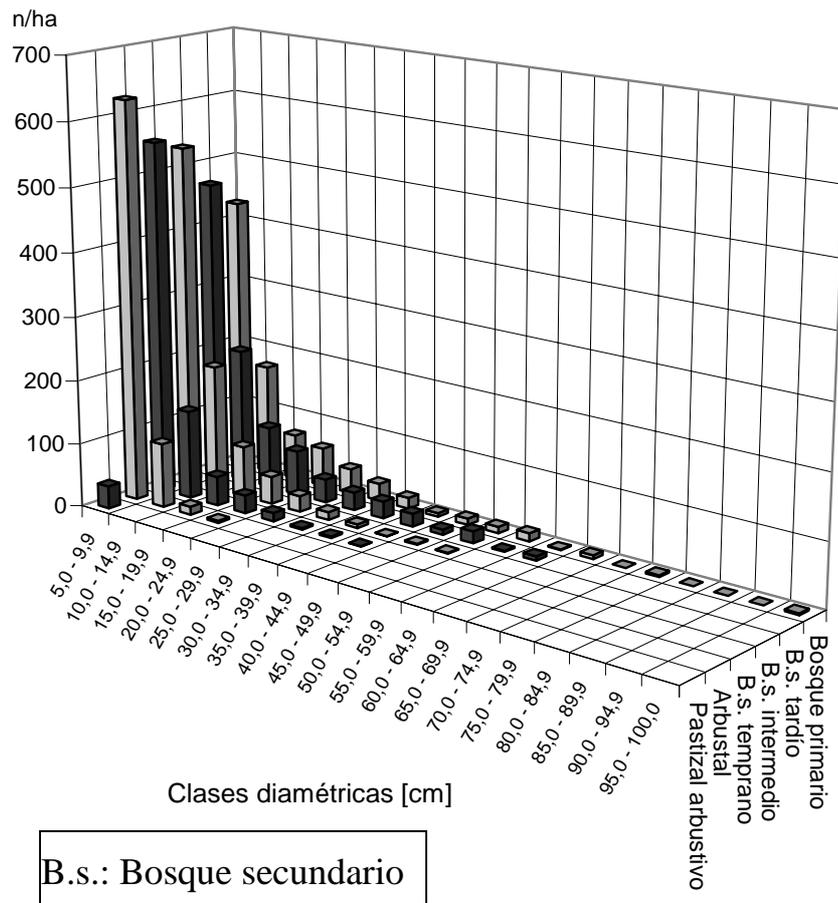


Fig. 8: Distribución diamétrica de la abundancia [n/ha] de todos los individuos establecidos después del abandono del pastizal (incluye palmeras) en el compartimiento A ( $dap \geq 5$  cm), para cada fase de desarrollo del bosque secundario y para un bosque primario en la zona de estudio.

#### 4.2.3.2 Áreas basales

El cuadro 5 muestra las áreas basales de las distintas fases de desarrollo evaluadas. Las áreas basales aumentan constantemente en el transcurso de la sucesión, alcanzando sus niveles máximos después de aproximadamente 50 años en el bosque secundario tardío ( $28,4 \text{ m}^2/\text{ha}$ ). Un bosque primario comparable muestra un área basal casi idéntico ( $28,5 \text{ m}^2/\text{ha}$ ).

Cuadro 5: Áreas basales [ $m^2/ha$ ] y sus desviaciones estándar [ $S_x$ ] para cada fase de desarrollo evaluada y para un bosque primario, en el compartimiento A ( $dap \geq 5$  cm), separadas según individuos secundarios y remanentes del uso anterior, y en el compartimiento B (altura  $\geq 1,3$  m;  $dap < 5$  cm).

Fase de desarrollo	Compartimiento A				Comp. B	
	Individuos secundarios		Individuos remanentes del uso anterior		$m^2/ha$	$S_x$
	$m^2/ha$	$S_x$	$M^2/ha$	$S_x$		
Pastizal arbustivo (1 año de edad)	0,2 ± 0,4		0,3 ± 0,9		0,2 ± 0,4	
Arbustal (6 años de edad)	4,2 ± 2,7		9,8 ± 13,7		2,2 ± 1,0	
Bosque secundario temprano (13 años de edad)	10,5 ± 5,5		2,8 ± 9,3		1,8 ± 0,9	
Bosque secundario intermedio (17 y 25 años de edad)	14,5 ± 8,96		2,7 ± 7,9		1,6 ± 1,0	
Bosque secundario tardío (50 años de edad)	28,4 ± 12,6		2,2 ± 7,9		1,8 ± 2,4	
Bosque primario	28,5 ± 13,0		-----		1,8 ± 0,9	

Por otro lado el área basal de los individuos remanentes es muy variable y no obedece a tendencias temporales. Presenta variaciones desde 0,3  $m^2/ha$  en el pastizal arbustivo hasta valores máximos de 9,8  $m^2/ha$  en el arbustal. Como ya fue mencionado anteriormente, este arbustal fue utilizado en el pasado como sitio de descanso para el ganado. Para ello los ganaderos dejaron en pie un gran número de árboles de sombra, los cuales hoy en día dominan el arbustal.

En el compartimiento B (altura  $\geq 1,3$  m;  $dap < 5$  cm) el arbustal muestra un reducido área basal de 0,2  $m^2/ha$ . En esta fase el sotobosque se establece principalmente debajo de los árboles remanentes y forma las llamadas “islas de regeneración”. Debido al reducido número de árboles remanentes en

esta área, no se pudo establecer mucha regeneración natural. En las siguientes fases de desarrollo hasta el bosque primario, el área basal del compartimiento B se mantiene relativamente constante con 1,5 a 2,2 m<sup>2</sup>/ha.

**En la zona seca de Costa Rica, en sólo 50 años el bosque secundario alcanza los niveles de área basal de un bosque primario.**

FEDLMEIER (1996) estimó que un bosque secundario de 12 años en la Zona Norte de Costa Rica alcanza áreas basales de 17,8 m<sup>2</sup>/ha, aproximadamente 70 % más que un bosque secundario de 13 años en la zona de estudio. A los 25 años los bosques secundarios de las zonas húmedas pueden alcanzar áreas basales de 21 m<sup>2</sup>/ha (MANTA 1988) hasta 35,5 m<sup>2</sup>/ha (CHAZDON & COE 1997).

**Como era de esperarse, los valores del área basal de los bosques secundarios en la zona seca de Costa Rica son menores que los de las zonas más húmedas del país.**

Por otro lado, en la mayoría de los casos los resultados de estudios comparables en otras zonas secas neotropicales coinciden con los datos del presente estudio (PACHECO 1988; MIZRAHI et al. 1997).

#### **4.2.3.3 Volúmenes**

Los volúmenes totales de todos los individuos con dap  $\geq$  5 cm se presentan en el cuadro 6, para cada fase de desarrollo y separados según individuos secundarios e individuos remanentes del uso anterior.

Cuadro 6: Volumen total [ $V_t$  en  $m^3/ha$ ] y su desviación estándar [ $S_x$ ] para cada fase de desarrollo evaluada y para un bosque primario, separados según individuos secundarios y remanentes del uso anterior (compartimiento A;  $dap \geq 5$  cm).

Fase de desarrollo	Individuos secundarios		Individuos remanentes del uso anterior		Total	
	$m^3/ha$	$S_x$	$m^3/ha$	$S_x$	$m^3/ha$	$S_x$
Pastizal arbustivo (1 año de edad)	0,3 ± 0,6		0,7 ± 1,8		1,0 ± 2,2	
Arbustal (6 años de edad)	12,1 ± 8,9		84,3 ± 147,5		96,4 ± 148,2	
Bosque secundario temprano (13 años de edad)	31,3 ± 22,4		16,8 ± 63,9		48,1 ± 64,8	
Bosque secundario intermedio (17 y 25 años de edad)	49,1 ± 36,8		17,5 ± 61,3		66,6 ± 67,0	
Bosque secundario tardío (50 años de edad)	180,0 ± 112,4		14,6 ± 56,0		194,6 ± 128,1	
Bosque primario	214,1 ± 129,5		-----		214,1 ± 129,5	

Al observar los volúmenes totales de los árboles propios del proceso sucesional (individuos secundarios), llama la atención el constante aumento en el transcurso del desarrollo, el cual es bastante débil en las primeras fases. Recién después de los 25 años y hasta el bosque secundario tardío de 50 años se percibe un fuerte incremento volumétrico (de 49 a 180  $m^3/ha$ ).

**En la zona de estudio un bosque secundario de 50 años prácticamente alcanzó los niveles volumétricos de un bosque primario.**

Al evaluar parcelas de regeneración en una región húmeda colombiana, LADRACH & WRIGHT (1995) encontraron biomásas y volúmenes comparables entre un bosque primario y bosques secundarios de 30 a 35 años. Otras investigaciones en zonas neotropicales más húmedas encontraron volúmenes mayores que los mostrados en el presente documento (FEDLMEIER 1996; DE LAS SALAS et al. 1997; OLIVEIRA 1997).

#### 4.2.3.4 Desarrollo en altura

Con el fin de evaluar las alturas de los bosques secundarios, se calculó la altura superior según WEISE (1880, citado por KRAMER & AKÇA 1995), la cual se define como la altura correspondiente al diámetro del área basal promedio ( $d_g$ ) del 20 % de los árboles más gruesos del bosque. En el cuadro 7 se presenta el desarrollo de la altura superior según WEISE ( $h_o$ ) en el transcurso de la sucesión. Después de 50 años un bosque secundario alcanza una altura superior según WEISE de 15,7 m. Comparando este valor directamente con el de un bosque primario, este último no es mucho más alto (18,4 m).

EWEL (1977) comparó las alturas de bosques secundarios en zonas secas y húmedas con las alturas de bosques primarios en las mismas zonas climáticas y descubrió que en la zona seca un arbustal de 5,5 años ya alcanza un tercio de la altura de un bosque primario vecino. En el presente estudio un arbustal de 6 años casi alcanza la mitad (46 %) de la altura de un bosque primario de la zona.

UHL et al. (1988) analizaron el proceso sucesional después del abandono de pastizales en el Este Amazónico, Brasil, y encontraron arbustales de 4 años con alturas de 4 a 5 m y bosques secundarios de 8 años con alturas de 7 a 8 m. SCHÄFER (1997) calculó la altura de los 96 árboles más gruesos por hectárea en bosques secundarios parcialmente caducifolios en el Sur de Benin y encontró alturas superiores no mayores a 22,3 m.

Cuadro 7: Desarrollo de la altura superior según WEISE [ $h_o$  en m] de los individuos secundarios del compartimiento A ( $dap \geq 5$  cm), sus desviaciones estándar [ $S_x$ ] y sus coeficientes de variación [ $S_x\%$ ], para cada fase de desarrollo y para un bosque primario.

Fase de desarrollo	n	$h_o$ [m]	$S_x$	$S_x\%$
Pastizal arbustivo (1 año de edad)	5	5,2 ± 0,4		7,7
Arbustal (6 años de edad)	46	8,5 ± 1,6		18,8
Bosque secundario temprano (13 años de edad)	199	8,9 ± 2,8		31,5
Bosque secundario intermedio (17 y 25 años de edad)	322	9,8 ± 2,1		21,4
Bosque secundario tardío (50 años de edad)	119	15,7 ± 5,2		33,1
Bosque primario	120	18,4 ± 5,8		31,5

Leyenda:

n: tamaño de muestra

#### 4.2.4 Dinámica de crecimiento de los bosques secundarios

##### 4.2.4.1 Incrementos en área basal

Los incrementos medios anuales (IMA) en área basal fueron obtenidos a través de la división del área basal de los individuos secundarios de un bosque secundario con su edad. La fig. 9 muestra los resultados para todos los individuos del compartimiento A según sus fases de desarrollo.

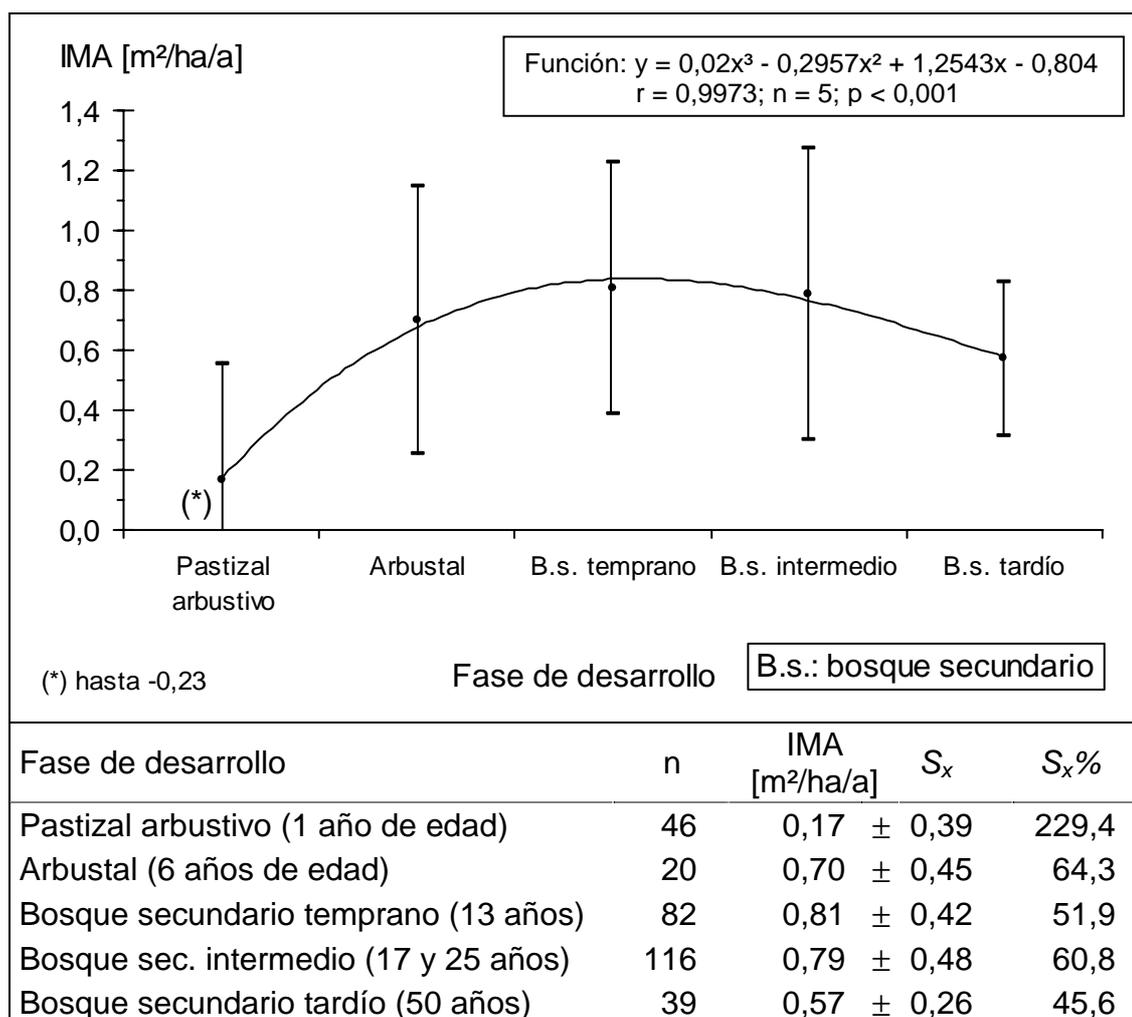


Fig. 9: Incremento medio anual del área basal (IMA en  $m^2/ha/a$ ) de los individuos secundarios en el compartimiento A ( $dap \geq 5$  cm), su desviación estándar [ $S_x$ ] y su coeficiente de variación [ $S_x\%$ ], para cada fase de desarrollo evaluada en la zona de estudio.

La sucesión natural muestra un crecimiento bastante reducido de  $0,17 m^2/ha/a$  en el pastizal arbustivo, debido a las poco favorables condiciones del sitio (altas temperaturas, baja humedad relativa, suelos compactados y pobres en nutrientes, etc.). La vegetación presente en dicha fase de desarrollo, distribuida en forma de “islas”, provoca altos coeficientes de variación, los cuales se van reduciendo en las siguientes fases. A pesar de que 5 años más tarde (en el arbustal de 6 años de edad) ya se presentan mejores condiciones microclimáticas para un rápido crecimiento

de la vegetación, los mayores incrementos en área basal fueron medidos en las fases tempranas a intermedias del bosque secundario (aproximadamente 0,8 m<sup>2</sup>/ha/a). En los siguientes estadíos sucesionales los incrementos medios anuales vuelven a reducirse.

**Las recomendaciones para el manejo de los bosques secundarios evaluados deberían tomar en cuenta el momento de mayor productividad para la determinación de los turnos de corta.**

En un arbustal de 7 años de edad en la zona seca de Costa Rica, PACHECO (1998) encontró valores similares de 0,6 m<sup>2</sup>/ha/a. Un bosque secundario de 18 años de edad alcanzó incrementos de hasta 0,7 m<sup>2</sup>/ha/a. MIZRAHI et al. (1997) evaluaron un bosque secundario seco de 26 años de edad en Yucatán, México, y midieron incrementos medios anuales de 0,7 m<sup>2</sup>/ha/a. Como era de esperarse, los bosques secundarios en las zonas más húmedas muestran mayores incrementos. FEDLMEIER (1996) encontró incrementos de 1,5 m<sup>2</sup>/ha/a en un bosque secundario de 12 años. 3 a 6 años más tarde los valores no variaron mucho, ya que SOLÍS (2000) midió incrementos medios anuales de 1,3 a 1,5 m<sup>2</sup>/ha/a en el mismo bosque secundario.

#### **4.2.4.2 Incrementos volumétricos**

De manera similar como en la sección anterior, el incremento medio anual (IMA) del volumen se calcula como el cociente entre el volumen total de los individuos secundarios y la edad del bosque secundario. La fig. 10 muestra los resultados, por fases de desarrollo, para todos los individuos secundarios del compartimiento A. Se puede observar un constante aumento del IMA, cuyo valor máximo es alcanzado en el bosque secundario de 50 años, con un incremento medio anual de 3,6 m<sup>3</sup>/ha/a.

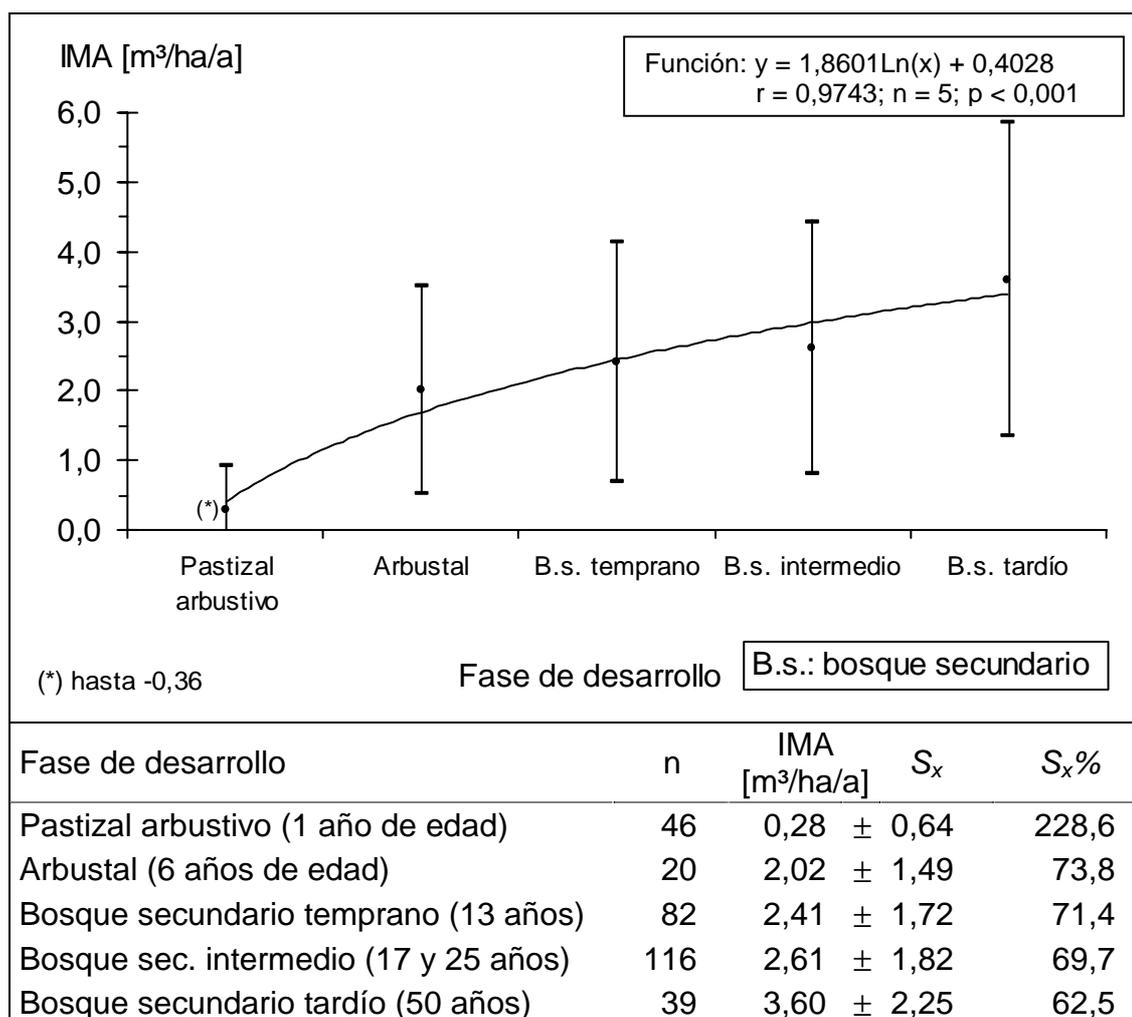


Fig. 10: Incremento medio anual del volumen total (IMA en m³/ha/a) de los individuos secundarios en el compartimiento A (dap ≥ 5 cm), su desviación estándar [S<sub>x</sub>] y su coeficiente de variación [S<sub>x</sub>%], para cada fase de desarrollo evaluada en el área de estudio.

VEILLON (1985) evaluó bosques secos y bosques húmedos tropicales en Venezuela y encontró que los bosques secos desarrollan incrementos relativamente reducidos de 2 a 6 m³/ha/a. Según las categorías de crecimiento planteadas por él, los bosques secundarios evaluados en la presente investigación pertenecen a los rodales con crecimiento reducido a intermedio.

Como ya fue mencionado anteriormente, los bosques siempreverdes muestran incrementos mayores (MANTA 1988; GUILLÉN 1993; FEDLMEIER 1996; SPITTLER 1996) que los bosques caducifolios.

**Los reducidos incrementos de los bosques secundarios en zonas secas quedan reflejados en la calidad de la madera, ya que ellos formarán maderas comparativamente más densas que los bosques secundarios de zonas más húmedas y de crecimientos extremadamente rápidos.**

#### 4.2.4.3 Potencial de regeneración

En la presente sección se analizará la regeneración presente en el compartimiento B ( $h \geq 1,3$  m;  $dap < 5$  cm), ya que estos individuos cumplen una función importante como garantes de la sostenibilidad de un posible manejo. Las abundancias totales [n/ha], así como su distribución por categorías de tolerancia ecológica, pueden ser observados en el cuadro 8.

Según los resultados, sólo se presentan condiciones óptimas para el ingreso de especies heliófitas efímeras (pioneras) hasta el bosque secundario temprano, en el cual este grupo alcanza abundancias máximas de 949 individuos/ha. En las siguientes fases estas especies altamente exigentes de luz son desplazadas del lugar debido a que el dosel superior termina de cerrarse. En el bosque secundario intermedio, es decir después de 15 a 35 años, las especies heliófitas durables alcanzan su mayor abundancia, después de que las especies pioneras fueron desplazadas del lugar y antes de que las especies esciófitas las superen en altura. Las especies esciófitas (o también llamadas de bosque clímax) muestran una constante tendencia de aumento y alcanzan su punto máximo en el bosque primario, como era de esperarse. Sólo el arbustal muestra una alta abundancia de dicho grupo de especies debido a la gran cantidad de árboles remanentes.

Cuadro 8: Abundancias [n/ha] según categorías de tolerancia ecológica, para cada fase de desarrollo evaluada y para un bosque primario (compartimiento B; altura  $\geq 1,3$  m, dap  $< 5$  cm).

Fase de desarrollo	Abundancia [n/ha]			Total
	Especies heliófitas efímeras	Especies heliófitas durables	Especies esciófitas	
Pastizal arbustivo (1 año de edad)	884	700	38	1.622
Arbustal (6 años de edad)	601	1.733	1.980	4.314
B.s. temprano (13 años de edad)	949	1.350	1.428	3.727
B.s. intermedio (17 y 25 años)	619	1.665	1.567	3.850
B.s. tardío (50 años de edad)	580	1.233	2.177	3.990
Bosque primario	338	943	3.160	4.441

Leyenda:

B.s.: Bosque secundario

**Un elevado número de árboles semilleros ofrece una abundante regeneración natural desde las primeras fases de desarrollo; además ellos mejoran las condiciones microclimáticas y el nivel nutricional del suelo, de tal manera que se promueve la germinación de las semillas y el crecimiento de las plantas.**

El cuadro 9 muestra cuan abundante es la regeneración de especies utilizables y cómo evoluciona en el transcurso de la sucesión. Al igual que en la mayoría de los análisis anteriores, en este caso también se puede observar una clara tendencia de aumento en la abundancia de individuos utilizables. En el arbustal la gran abundancia de individuos provenientes de especies utilizables es sorprendente, aquí existen casi 200 individuos/ha más que en el bosque primario. Esta es otra prueba de la influencia positiva de los árboles remanentes, los cuales promueven la dispersión de semillas valiosas en el área.

Cuadro 9: Abundancia [n/ha] según criterios comerciales, para cada fase de desarrollo y para un bosque primario (compartimiento B; altura  $\geq 1,3$  m, dap  $< 5$  cm).

Fase de desarrollo	Abundancia [n/ha]		
	Especies actualmente no utilizables	Especies actualmente utilizables	Total
Pastizal arbustivo (1 año de edad)	1.430	192	1.622
Arbustal (6 años de edad)	2.352	1.962	4.314
Bosque secundario temprano (13 años de edad)	2.355	1.372	3.727
Bosque secundario intermedio (17 y 25 años de edad)	2.339	1.511	3.850
Bosque secundario tardío (50 años de edad)	2.276	1.714	3.990
Bosque primario	2.688	1.753	4.441

**Existe un suficiente abastecimiento de regeneración natural proveniente de especies actualmente utilizables. Además la presencia de los árboles semilleros mejora las condiciones para una regeneración natural exitosa.**

#### 4.2.5 Desarrollo de la composición de especies

##### 4.2.5.1 Dinámica de la composición de especies según su tolerancia ecológica

La presente sección pretende analizar la dinámica de las especies según sus tolerancias ecológicas, desde el abandono de un pastizal hasta el bosque primario (véase la fig. 11).

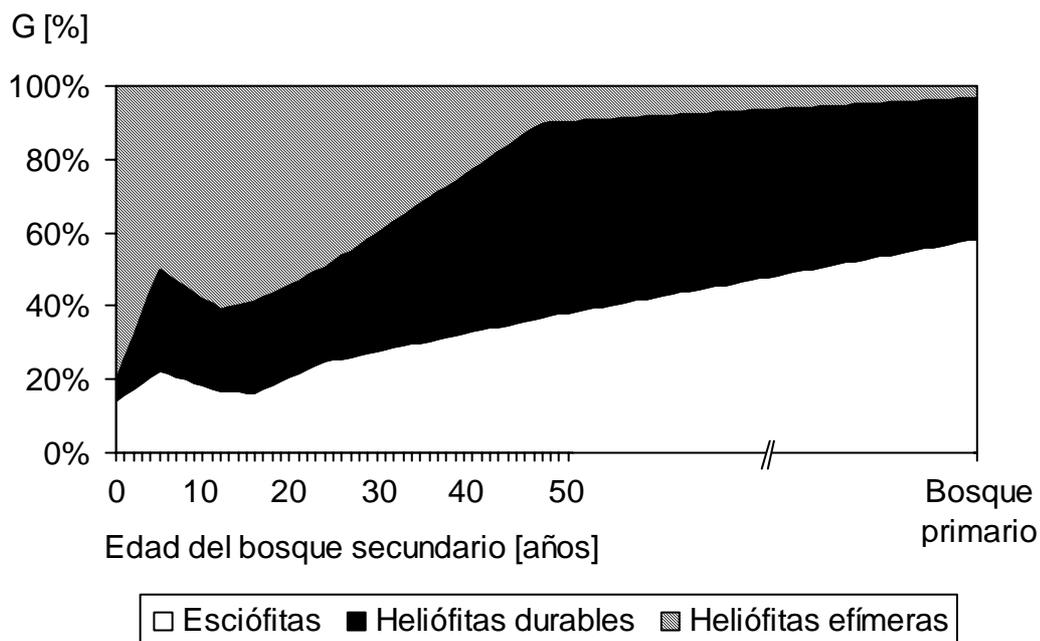


Fig. 11: Desarrollo de la composición de especies en términos relativos de área basal [G%] según sus tolerancias ecológicas, de todos los individuos secundarios del compartimiento A ( $dap \geq 5$  cm), para todas las fases de desarrollo evaluadas y para un bosque primario.

Con excepción del arbustal de 6 años (bajo la influencia de la gran abundancia de árboles remanentes sobre el área), en general se pueden constatar claras tendencias. En los primeros años las especies heliófitas efímeras dominan la vegetación. En las siguientes fases de desarrollo del bosque secundario, se puede observar un constante aumento en la dominancia de las especies heliófitas durables, las cuales van desplazando a las pioneras.

También las especies esciófitas aumentan su dominancia: en un bosque secundario tardío la cuarta parte del área basal (26 %) pertenece a las especies esciófitas y en un bosque primario dominan el 52 % del área basal.

**La gran proporción de especies heliófitas durables (de las cuales muchas especies tienen valor comercial en Costa Rica) en los estadios sucesionales intermedios a tardíos, posibilita un manejo monocíclico de estos bosques secundarios.**

#### **4.2.5.2 Dinámica de la composición de especies según sus mecanismos de dispersión de semillas**

Los mecanismos de dispersión de semillas determinan las posibilidades de colonización de áreas deforestadas y de áreas boscosas de las distintas especies. Según las principales formas de dispersión, NANSON & GENNART (1960, citado por WEIDELT 1968) diferencian:

- **Especies anemócoras:** dispersadas por el viento.
- **Especies barócoras o barócoras explosivas:** dispersadas por la gravedad o por mecanismos explosivos.
- **Especies zoócoras:** dispersadas por animales.
- **Especies hidrócoras:** dispersadas por el agua.
- **Especies antropócoras:** dispersadas por el hombre.

Debido a que las últimas 2 categorías no juegan un papel importante en los procesos de restauración natural en el área de estudio, sólo se consideraron las primeras 3 categorías. La determinación de los mecanismos de dispersión de semillas se basó en el estudio de QUESADA (1999) y en las observaciones del autor del presente documento.

Las abundancias relativas de las especies según sus distintos mecanismos de dispersión muestran claras tendencias (véase la fig. 12). En las primeras fases de regeneración sobre el pastizal arbustivo, los mecanismos anemócoros y zoócoros son de vital importancia. Sin embargo estas formas de dispersión pierden su valor en las siguientes fases.

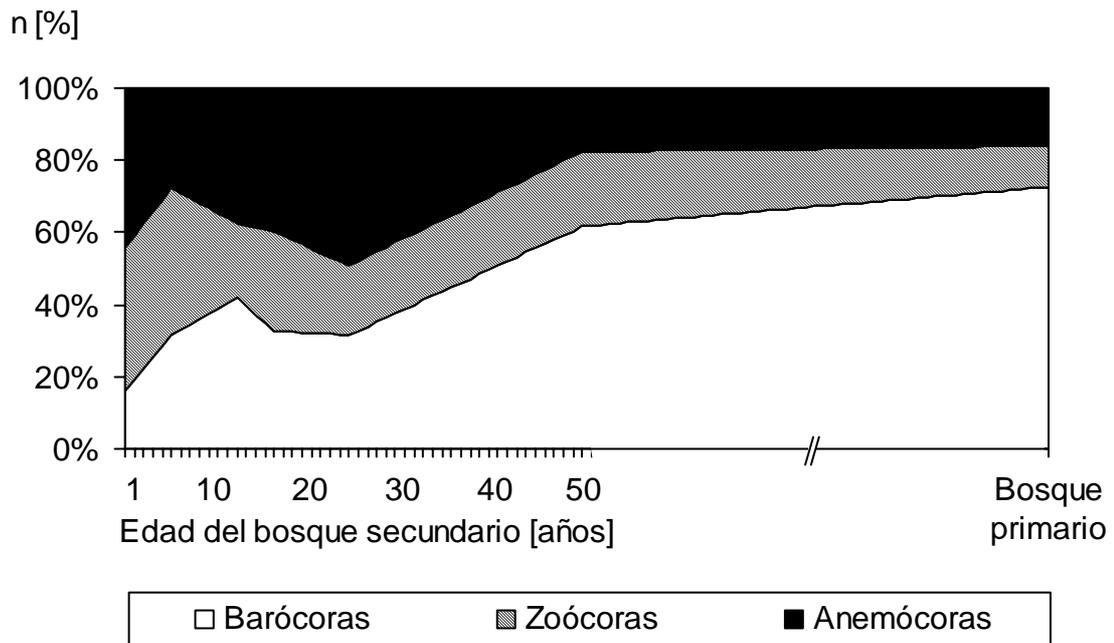


Fig. 12: Desarrollo de las abundancias relativas [n%] según los mecanismos de dispersión de todos los individuos secundarios, para todas las fases de desarrollo y para un bosque primario en el área de estudio (compartimientos A y B).

Las especies barócoras, las cuales son abundantes desde las fases iniciales del proceso sucesional, continúan incrementando su proporción al aumentar la edad del bosque secundario, hasta que forman la gran mayoría de individuos en el bosque primario (73,9 %). GERHARDT (1993) encontró que no existen bancos de semillas provenientes de especies arbóreas en el suelo de un pastizal en la zona de estudio, lo cual pudo ser confirmado algunos años más tarde por SCHOLZ (2000) en la zona vecina de Palo Verde. Por lo tanto la gran cantidad de especies barócoras presentes en las fases iniciales tienen que haber sido introducidas por animales (en especial por reses).

**En el marco del proceso de restauración natural, los animales (entre ellos también el ganado vacuno) adquieren una gran importancia como dispersores de semillas.**

También otros autores evaluaron los mecanismos de dispersión de semillas provenientes de especies arbóreas sobre pastizales abandonados. SALISBURY (1942, citado por RAMAKRISHNAN 1992), JANZEN (1987, 1988) y MOLINA (1995) descubrieron que la mayoría de las semillas que comienzan colonizando un área deforestada, son dispersadas por el viento. Sobre todo en la época seca se presentan condiciones ideales para la dispersión anemócora en la zona de estudio, ya que en esos meses los fuertes vientos promueven máximas distancias de dispersión (HEINRICH & BLANCKE 1995).

Por otro lado desde las primeras fases sucesionales los animales contribuyen a la dispersión de semillas; en este contexto los árboles semilleros cumplen una función importante al servir como lugar de descanso para las aves (GUEVARA et al. 1986, citado por WHITMORE 1997). El estudio de CORLETT (1995) demostró que las áreas deforestadas con algunos árboles aislados son frecuentemente visitadas por especies roedoras que se alimentan tanto de semillas como de plantas pequeñas. Por otro lado UHL et al. (1988) observaron en Paragominas (Este Amazónico) que grandes áreas deforestadas sin presencia de árboles remanentes del uso anterior inhiben la dispersión de semillas a través de aves. HEINRICH & BLANCKE (1995) evaluaron los procesos de restauración natural en una zona más húmeda de Guanacaste, Costa Rica, y encontraron que conforme aumenta la edad del bosque secundario, se incrementa el número de especies zoócoras.

### **4.3 Importancia económica de los bosques secundarios en la zona seca de Costa Rica**

#### **4.3.1 Condiciones marco para el manejo de bosques secundarios en la zona seca**

Los resultados presentados en las secciones anteriores del presente estudio demuestran que en la zona seca de Costa Rica el proceso de regeneración natural rápidamente forma nuevas coberturas boscosas, las cuales poseen un gran potencial silvícola. Además la recuperación de la fertilidad del suelo, su descompactación y el impedimento de procesos erosivos contribuye a una nueva valorización de los pastizales degradados. En comparación con las plantaciones forestales, los bosques secundarios tienen la ventaja de reducir los costos de instalación y de cuidados posteriores, además de reducir el peligro de plagas y de presentar una mayor diversidad de especies, la cual permite una mayor flexibilidad en la comercialización de los productos (BUDOWSKI 2000).

**Los resultados referentes a la dinámica de desarrollo de los bosques secundarios en la zona seca de Costa Rica indican que existe la posibilidad de un manejo adaptado y sostenible de estos bosques.**

Sin embargo para un manejo sostenible no sólo son importantes los aspectos ecológicos y silviculturales. También los factores sociales y económicos cumplen una función primordial, por lo cual el presente capítulo se ocupa con las siguientes preguntas: ¿cuántos finqueros poseen bosques secundarios en la región? ¿Qué tamaño y qué edad tienen dichos bosques secundarios? ¿Por qué los finqueros dejan crecer bosques secundarios en

sus terrenos? ¿Cosechan productos maderables o no maderables de estos bosques? ¿Utilizan los productos para el autoconsumo o también los venden? ¿Los finqueros ven otras ventajas en la presencia de los bosques secundarios en su finca? ¿Los productos provenientes de bosques secundarios son aceptados por el mercado local, regional y nacional? ¿El actual uso de los bosques secundarios mejora los ingresos de los finqueros? ¿Los finqueros están interesados en la práctica de métodos de manejo sostenible, con el fin de mejorar la productividad de sus bosques secundarios y de aumentar sus ingresos? ¿Ello es posible bajo las condiciones políticas imperantes en la actualidad?

El procesamiento de los datos colectados durante el inventario forestal y la consiguiente preparación de listas de especies, el cálculo de las abundancias, las áreas basales y los volúmenes utilizables en el transcurso de la sucesión sirvieron como base para la valoración socioeconómica de los bosques secundarios. Las encuestas a propietarios de bosques secundarios y de aserraderos, además de las encuestas a comerciantes e intermediarios, sirvieron como fuentes adicionales de información.

Las encuestas a propietarios de bosques secundarios se realizaron en fincas pequeñas (mínimo de 13 ha) y grandes (hasta 1.200 ha) (véase el cuadro 10).

Cuadro 10: Informaciones generales sobre los bosques secundarios de la zona seca de Costa Rica, separadas por categorías de tamaños de finca (según BERTI 1999 y datos propios).

Información	Finca IDA	< 100 ha	≥ 100 ha	Σ	
Tamaño de la finca (ha)	20,7	53,8	386,3	<b>191,3</b>	
Tamaño del bosque secundario (ha)	9,7	31,3	206,6	<b>102,9</b>	
Edad del bosque secundario (%)	• Menos de 5 años	0,0	8,3	20,0	<b>12,1</b>
	• Entre 5 y 15 años	16,7	41,7	46,7	<b>39,4</b>
	• Entre 15 y 30 años	66,7	41,7	20,0	<b>36,4</b>
	• Más de 30 años	16,7	8,3	13,3	<b>12,1</b>
Motivos para la presencia de bosques secundarios (%)	• Autoconsumo de madera	33,3	0,0	23,5	<b>18,4</b>
	• Protección	22,2	25,0	11,8	<b>18,4</b>
	• Suelos poco productivos	11,1	16,7	23,5	<b>18,4</b>
	• Finca adquirida con b.s.	22,2	25,0	5,9	<b>15,8</b>
	• Ganadería poco rentable	0,0	16,7	17,6	<b>13,2</b>
	• Falta dinero o mano de obra	0,0	8,3	11,8	<b>7,9</b>
	• Sombra y alim. de ganado	11,1	8,3	0,0	<b>5,3</b>
• Agricultura poco rentable	0,0	0,0	5,9	<b>2,6</b>	

Leyenda:

IDA: Instituto de Desarrollo Agrario

b.s.: Bosque secundario

El IDA (Instituto de Desarrollo Agrario) compra tierras agrícolas de gran tamaño, las divide en parcelas pequeñas (en la región en general no son mayores a 30 ha) y las entrega a agricultores sin tierras. Debido a que los finqueros del IDA podrían tener otras prioridades y tradiciones que los agricultores que compraron sus tierras con medios propios, ambos grupos son analizados de manera separada.

En primer lugar llama la atención el hecho de que algo más de la mitad del área total de una finca promedio está cubierta por bosques secundarios (53,8 %). El tamaño promedio de 102,9 ha es bastante grande para las condiciones costarricenses, en comparación con otras regiones del país. En la Zona Norte de Costa Rica el tamaño promedio de un bosque secundario es

de 5-10 ha (SOLÍS 2000). Gracias a esta característica en la región de estudio se cumple con una de las más importantes condiciones para un manejo económicamente rentable de los bosques secundarios: la existencia de grandes y continuas áreas boscosas.

Otra condición bastante importante se cumple en la zona de estudio: casi la mitad de los bosques secundarios (48,5 %) tienen edades mayores a los 15 años. Sobresalta el hecho que las fincas del IDA poseen bosques secundarios más viejos que las fincas de tamaños mayores. Ello se puede deber al hecho de que los propietarios de fincas pequeñas generalmente utilizan sus bosques secundarios para obtener leña, postes o plantas medicinales y por eso cuidan el rodal. Además se debe considerar que la conversión de bosques secundarios a otros tipos de uso del suelo fue legalmente prohibida (MINAE 1999). Por otro lado la posibilidad de establecimiento de bosques secundarios jóvenes en estas fincas es limitada, ya que en el resto del área de tamaño bastante limitado, el finquero tiene que continuar con sus actividades agrícolas y ganaderas.

Antes de poder recomendar alternativas de manejo para los bosques secundarios evaluados, se debe analizar el motivo de la presencia de dichos bosques, ya que los dueños sólo los protegerán y manejarán de manera sostenible si ello coincide con sus objetivos y necesidades. El cuadro 10 demuestra que los motivos principales para la existencia de bosques secundarios en la región armonizan con las metas de su manejo sostenible: consumo de madera, conservación de las especies de fauna, de las fuentes de agua y de los suelos, así como la restauración natural de áreas de reducida productividad. Además el 43 % de los encuestados recibieron incentivos estatales por los servicios ambientales ofrecidos por sus bosques secundarios, lo cual significa una importante fuente de ingresos para sus dueños.

**Los bosques secundarios evaluados forman coberturas forestales continuas y relativamente grandes, que en su mayoría tienen más de 15 años de edad. Estos factores, al igual que los motivos de su existencia, posibilitan un manejo sostenible de este recurso forestal.**

### 4.3.2 Valor económico total de los bosques secundarios

Según las directrices del Banco Mundial (KRAMER et al. 1995), el valor económico total (TEV: *total economic value*) de todo recurso natural está conformado por un valor utilizado (UV: *use value*) y por un valor no utilizado (NUV: *non-use value*) (véase la fig. 13).

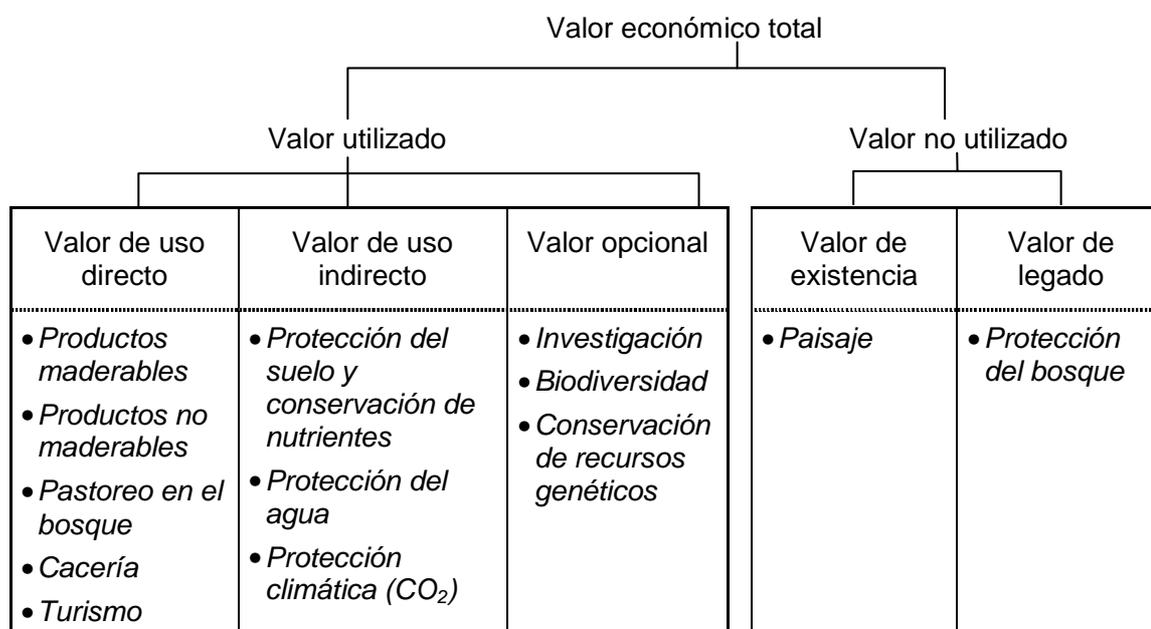


Fig. 13: Factores de la valoración económica y los respectivos potenciales de los bosques secundarios en la zona seca de Costa Rica (según KRAMER et al. 1995).

Debajo de los valores utilizados y no utilizados presentados en la fig. 13, se muestra cada uno de los factores que cumplen una función en el caso específico de los bosques secundarios de la Región Chorotega. Las siguientes secciones profundizarán el análisis de cada uno de los valores desde el punto de vista del dueño del bosque secundario.

#### **4.3.2.1 Valores de uso directo**

##### **Productos maderables**

Los propietarios de bosques secundarios conocen con exactitud el potencial de sus rodales y utilizan una amplia gama de especies para distintos fines (fig. 14). Varias de estas formas de uso están en estrecha relación con las actividades agropecuarias de la región.

Un total de 38 especies arbóreas son utilizadas como madera para la construcción de casas, carretas, botes, etc. Otra forma de uso bastante popular es la leña (29 especies). En este contexto cabe mencionar que la leña es un producto de gran demanda en la zona de estudio, ya que el 40 % de los encuestados sólo utiliza leña para cocinar, el 50 % utiliza leña y gas y el 10 % utiliza leña y corriente eléctrica. Por lo tanto todos los encuestados dependen en mayor o menor grado de la leña que ofrecen sus bosques, además de que en ciertas ocasiones se ven obligados a comprar leña para cubrir con sus propias necesidades.

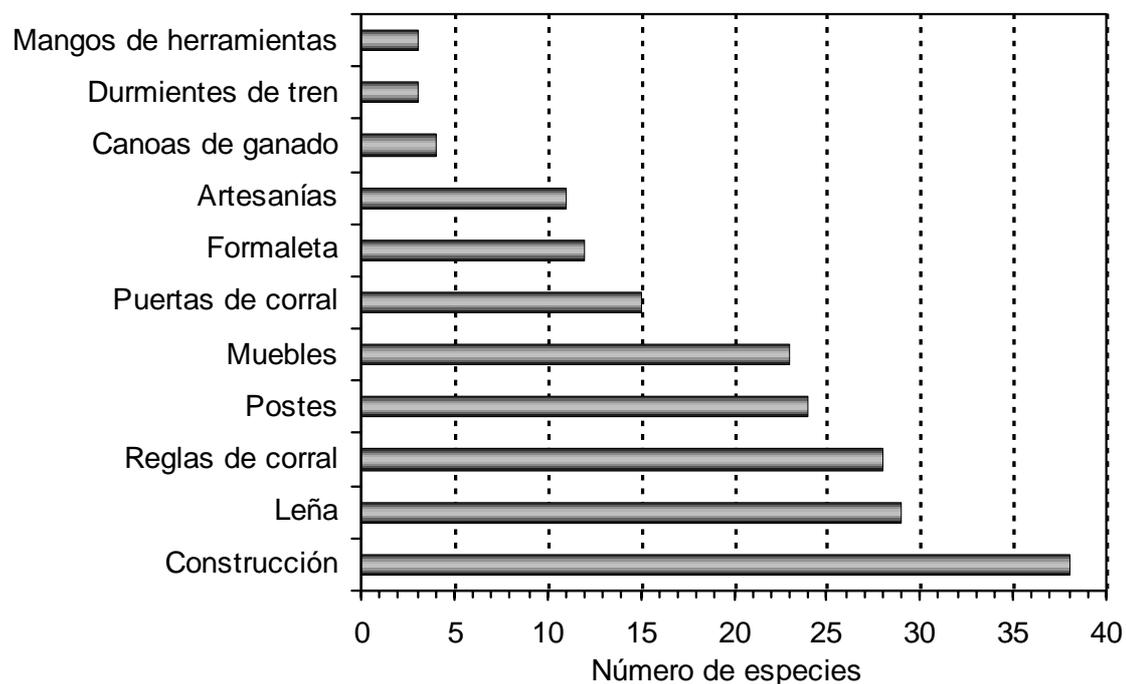
Formas de uso

Fig. 14: Número de especies provenientes de los bosques secundarios evaluados, según sus formas de uso, basado en 30 encuestas a propietarios de bosques secundarios.

En tercer y cuarto lugar se encuentran las reglas para corral y los postes para cercas, los cuales son de importancia principalmente regional. Varias especies también son utilizadas para la fabricación de muebles, lo cual demuestra indirectamente la calidad de la madera de muchas especies de bosques secundarios. En menor grado algunas especies también son utilizadas para construir puertas de corral, como formaleta, para artesanías, para canoas de ganado, para durmientes de tren y mangos de herramientas. La lista de especies con sus diferentes usos se encuentra en el anexo B.

**Aproximadamente la tercera parte de las especies presentes en los bosques secundarios de la región es utilizada como madera para la construcción y la cuarta parte para muebles.**

En el marco del presente estudio se visitaron y entrevistaron los dueños de cada uno de los 17 aserraderos de la Región Chorotega. Comparados con las empresas en otras regiones del país, en este caso se trata de aserraderos pequeños a medianos, los cuales procesan un volumen de aproximadamente 20.000 m<sup>3</sup>/año. Según su tamaño y capacidad se diferencian 3 categorías:

- **Aserraderos estacionarios medianos:** sólo 2 aserraderos pertenecen a esta categoría. Ellos utilizan sierras de cinta, emplean entre 8 y 11 trabajadores y procesan entre 2.400 y 3.800 m<sup>3</sup> por año.
- **Aserraderos estacionarios pequeños:** la mayor parte de los aserraderos de la Región (en total 12) pertenecen a esta categoría. Ellos procesan las trozas con sierras de cinta o sierras circulares, emplean entre 4 y 11 trabajadores y procesan entre 250 y 2.400 m<sup>3</sup> por año.
- **Aserraderos portátiles:** los otros 3 aserraderos son móviles, utilizan tecnologías relativamente modernas, además de que pueden procesar diámetros menores y requieren de un reducido número de empleados (1 a 6 personas). Estos aserraderos procesan entre 250 y 750 m<sup>3</sup> de madera rolliza por año.

Otra importante premisa para un manejo rentable de los bosques secundarios en la zona seca de Costa Rica es la posibilidad de procesar y comercializar trozas con diámetros relativamente pequeños. Esta condición se cumple en la zona de estudio, ya que en los últimos años los aserraderos tradicionales paulatinamente han estado siendo reemplazados por empresas pequeñas, en algunos casos incluso por aserraderos portátiles (BERTI 1999) que tienen la capacidad de procesar diámetros de hasta 15 cm.

Además de los aserraderos, en la Región Chorotega trabaja un número no identificado de personas con equipos bastante simples basados en una motosierra y un marco que guía el corte. Este dispositivo simple, pero efecti-

vo, es bastante utilizado en Costa Rica y permite una reducción relativa de las pérdidas de madera durante el corte. A pesar de que la inscripción de estas motosierras especiales ante la autoridades forestales de la Región es obligatoria por ley, en general esto no se hace. Por los motivos explicados anteriormente y porque su transporte es fácil, estas motosierras son utilizadas para los aprovechamientos ilegales.

Actualmente los bosques secundarios representan la segunda fuente más importante de madera para los aserraderos de la Región Chorotega. Con 31,9 % sólo son superados por los bosques primarios (e intervenidos), los cuales abastecen el 38,8 % de la madera (véase la fig. 15). Los aserraderos también adquieren maderas provenientes de plantaciones forestales y de árboles aislados en potreros.

Mientras que gran parte de los propietarios de aserraderos (76,5 %) han estado percibiendo una disminución en la oferta de especies de uso tradicional en los últimos años, para la mayoría de los encuestados dicha escasez no fue reemplazada por otros materiales de construcción, sino que se aumentó la oferta de especies no tradicionales. Los bosques secundarios muestran una gran abundancia de estas especies, las cuales poseen maderas de buena calidad, pero que recién en los últimos años fueron aceptados por el mercado debido a la escasez de especies tradicionales. Más del 70 % de los propietarios de aserraderos de la Región están de acuerdo que los bosques secundarios poseen un potencial importante a muy importante como proveedores de materia prima para la industria maderera.

Mientras el 70,6 % de los propietarios de aserraderos piensan que la madera del bosque secundario presenta una calidad inferior a la del bosque primario, el 76,5 % de los encuestados está de acuerdo en que la madera de plantaciones forestales es de peor calidad que la del bosque secundario.

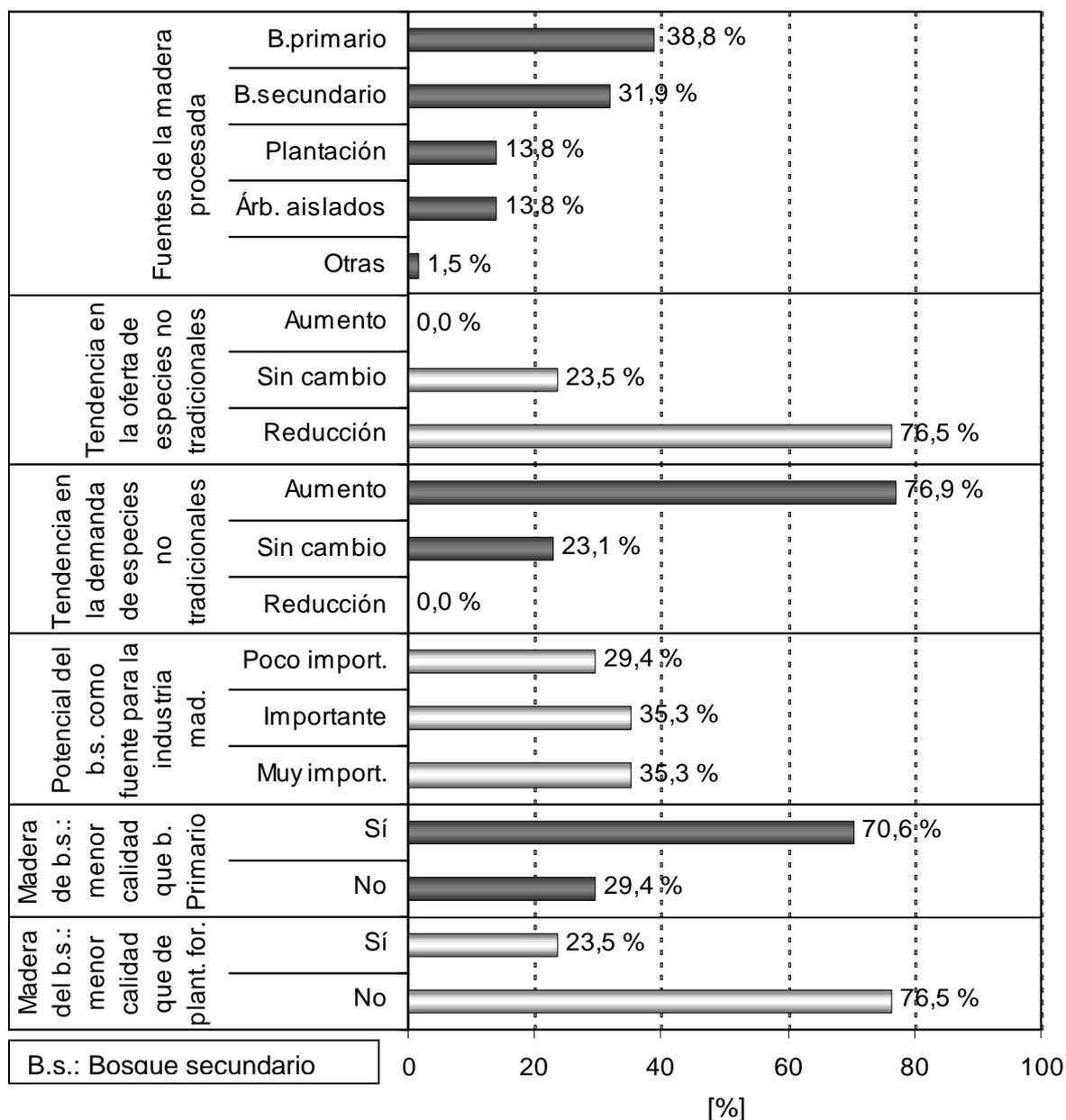


Fig. 15: Situación del mercado maderero con respecto a las especies provenientes de los bosques secundarios de la Región Chorotega, basado en 17 encuestas a propietarios de aserraderos.

**Los propietarios de los aserraderos de la zona seca de Costa Rica están de acuerdo en la gran importancia de los bosques secundarios como proveedores de madera, además de que están convencidos sobre la calidad de la madera producida en estos bosques.**

De las 101 especies encontradas en el compartimiento A ( $\text{dap} \geq 5 \text{ cm}$ ) de los bosques secundarios, casi la mitad (50 especies) son utilizadas actualmente por sus propietarios (véase la fig. 16). Pero aún más sorprendente es el hecho que prácticamente todas estas especies también son aceptadas por el mercado maderero, tanto por los aserraderos estacionarios y portátiles (47 especies) como por los comerciantes de leña (5 especies). Los propietarios de bosques secundarios utilizan un total de 29 especies como leña, pero 24 de estas especies pueden ser comercializadas a mejores precios como madera de construcción o como postes. Por eso la fig. 16 sólo muestra 5 especies que se utilizan exclusivamente como leña (véase también el anexo C).

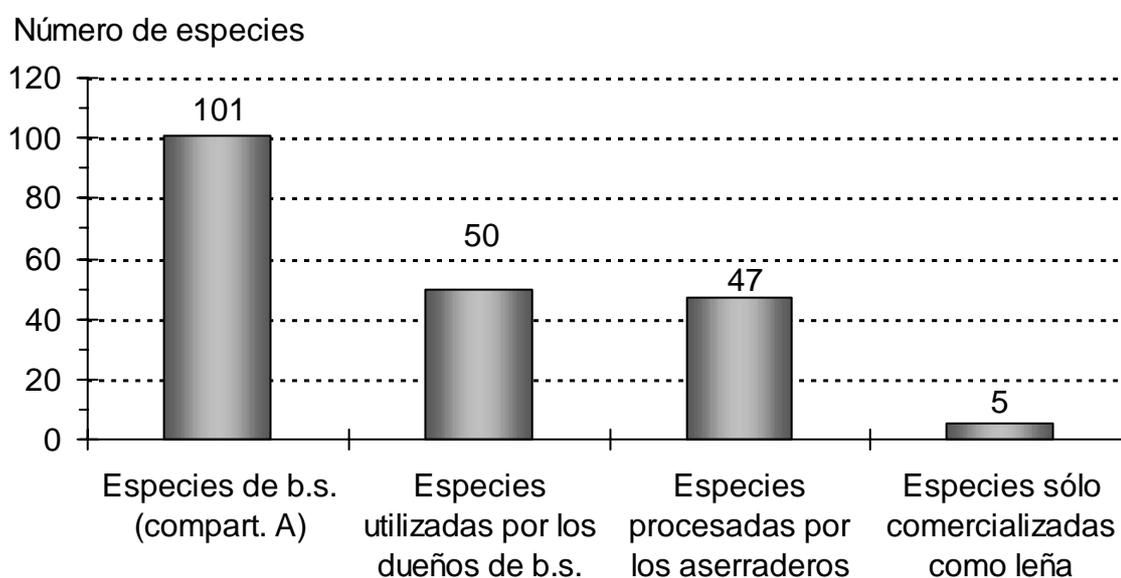


Fig. 16: Número de especies en el compartimiento A ( $\text{dap} \geq 5 \text{ cm}$ ) de los bosques secundarios evaluados, que son utilizadas en las distintas fases de mercadeo maderero en la Región Chorotega (b.s.: bosque secundario).

La figura 17 muestra el volumen utilizable [ $\text{m}^3/\text{ha}$ ] en el transcurso de la sucesión, separado según madera para construcción, para postes y para leña. En las primeras fases de la regeneración natural la proporción de leña es grande, debido a que estas fases son dominadas por la especie pionera típica de la zona: *Guazuma ulmifolia*.

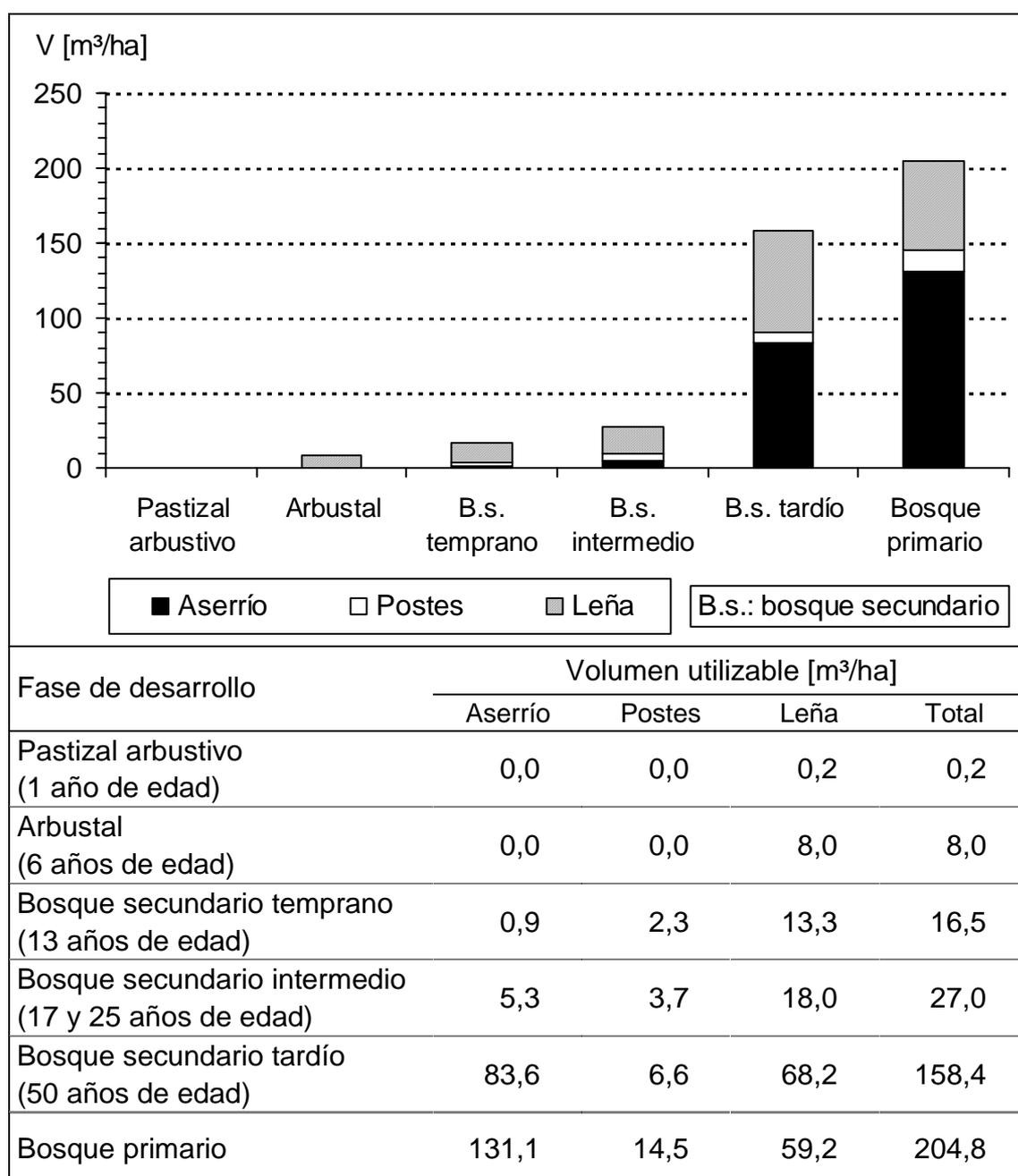


Fig. 17: Madera utilizable [ $\text{m}^3/\text{ha}$ ] de los individuos secundarios (sin considerar a los árboles remanentes del uso anterior) en el transcurso de la sucesión, según los productos obtenidos.

Recién entre las fases sucesionales intermedias a tardías los bosques secundarios comienzan a producir volúmenes considerables de madera que puede ser procesada por los aserraderos locales. De esta manera un bosque secundario tardío ya contiene 83,6 m<sup>3</sup>/ha de madera para aserrío, mientras que un bosque primario de la zona seca alcanza una proporción de madera para aserrío de 131 m<sup>3</sup>/ha.

A pesar de que un bosque secundario temprano (13 años de edad) contiene volúmenes utilizables de hasta 30 cm de dap y un bosque secundario intermedio también produce trozas con diámetros de 30 a 34,9 cm, en ambos casos los volúmenes son relativamente insignificantes (véase el cuadro 11).

Cuadro 11: Distribución diamétrica del volumen utilizable para aserrío [m<sup>3</sup>/ha] de los individuos secundarios en el transcurso de la sucesión, en comparación con un bosque primario de la zona de estudio.

Clases diam. [cm]	Volumen utilizable [m <sup>3</sup> /ha]					
	Pastizal arbus.	Arbustal	B.s. tem- prano	B.s. inter- medio	B.s. tar- dío	Bosque primario
15,0 - 19,9			0,1	0,3	0,9	2,0
20,0 - 24,9			0,0	0,2	0,0	0,7
25,0 - 29,9			0,8	1,6	2,2	7,0
30,0 - 34,9				3,2	10,2	10,7
35,0 - 39,9					15,0	12,3
40,0 - 44,9					14,9	4,5
45,0 - 49,9					7,9	11,5
50,0 - 54,9					16,9	14,1
55,0 - 59,9					2,6	22,4
60,0 - 64,9					13,0	3,0
65,0 - 69,9						22,7
70,0 - 74,9						0,0
75,0 - 79,9						8,4
≥ 80,0						12,0
Total	0,0	0,0	0,9	5,3	83,6	131,1

Leyenda:

B.s.: Bosque secundario

Recién en las fases de desarrollo más avanzadas los individuos secundarios ocupan las clases diamétricas mayores. En la presente investigación un bosque secundario de 50 años posee volúmenes utilizables con 65 cm de dap. Un bosque primario vecino contiene árboles aprovechables de hasta 100 cm de dap y sólo en casos muy raros se alcanzan diámetros mayores bajo las condiciones secas de la zona.

**Si el objetivo del manejo silvicultural es la producción de leña bajo un sistema monocíclico, entonces se pueden programar turnos cortos. Si se pretenden cosechar grandes volúmenes para aserrío, entonces se debe calcular con turnos de corta de 35 a 50 años.**

### **Productos no maderables**

El estudio de mercado de productos no maderables provenientes de los bosques secundarios de la zona seca de Costa Rica se realizó en el marco de una práctica de especialidad que acompañó a la presente investigación (BERROCAL 1998). En primer lugar se encontró que los dueños de bosques secundarios utilizan un gran número de especies de sus bosques con fines no maderables (87 especies provenientes de 40 familias), además de que existe una amplia gama de usos para dichas especies (véase el cuadro 13). La mayoría de ellas son utilizadas como plantas medicinales (49 especies), de las cuales sólo 8 especies son comercializadas, entre ellas las más importantes son *Bauhinia manca*, *Bursera simaruba*, *Hymenaea courbaril* y *Simarouba glauca*.

Además los apicultores aprecian la producción de polen de 34 especies del bosque secundario. En la zona de estudio la apicultura es una actividad económica importante, lo cual demuestra el estudio PICADO (1995), que encontró que el 42 % de los propietarios de bosques secundarios encuestados por él poseen un mínimo de 4 colmenas en sus bosques secundarios. El 25 % incluso posee hasta 10 colmenas. La producción anual alcanza un promedio de 22 botellas de miel por hectárea (c/u de 1.000 g).

Cuadro 12: Número de especies cuyos productos son utilizados por los dueños de bosques secundarios y que además son comercializados, ordenados según los tipos de uso (según BERROCAL 2000).

Utilización	Nro. de spp utilizadas por los dueños de bosques secundarios	Nro. de spp comercializadas
Planta medicinal	49	8
Apicultura (especies visitadas por las abejas)	34	–
Alimentos	24	4
Cercas vivas	21	5
Plantas ornamentales	20	–
Fibras	16	–
Semillas	15	15
Artesanía	14	3
Veneno	9	–
Pesticidas biológicos	8	–
Medicamentos veterinarios	8	–
Colorantes	4	–
Extractos	4	–

El comercio de productos no maderables provenientes de los bosques secundarios de la Región Chorotega es una actividad económica poco desarrollada y que emplea a pocas personas, si se compara con el mercado maderero. Un total de 28 especies son comercializadas actualmente, tanto a nivel local como regional y nacional. Estas especies pueden ser clasificadas

en 5 categorías de uso: plantas medicinales, artesanías, alimentos, cercas vivas y semillas (véase el cuadro 13).

Cuadro 13: Lista de las especies encontradas en los bosques secundarios (ordenadas por familias) y cuyos productos no maderables son comercializados (según BERROCAL 1998).

Familia	Especie	Nombre común	PM	AR	AL	CV	SE
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Ron ron					✓
	<i>Spondias mombin</i>	Jobo				✓	
	<i>Spondias purpurea</i>	Jocote			✓	✓	
Annonaceae	<i>Annona reticulata</i>	Anono			✓		
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Jícaro		✓			
	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Cortez negro					✓
	<i>Tabebuia ochracea</i>	Cortez amarillo					✓
	<i>Tabebuia rosea</i>	Roble sabana					✓
Bombacaceae	<i>Bombacopsis quinata</i>	Pochote				✓	✓
	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceibo					✓
Bromeliaceae	<i>Bromelia hemispherica</i>	Piñuela			✓		
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Indio desnudo	✓			✓	
Cactaceae	<i>Hylocereus costaricensis</i>	Pitahaya			✓		
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	✓				
Fabaceae - Caes.	<i>Bauhinia manca</i>	Escalera de mono	✓				
	<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	✓				✓
Fabaceae - Mim.	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste		✓			✓
	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Guayaquil, gavilán					✓
	<i>Samanea saman</i>	Cenízaro					✓
Fabaceae - Pap.	<i>Dalbergia retusa</i>	Cocobolo					✓
	<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	✓			✓	✓
	<i>Platymiscium parviflorum</i>	Cristobal					✓
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo					✓
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo		✓			
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	Aceituno	✓				
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo (ternero)					✓
Tiliaceae	<i>Apeiba tibourbou</i>	Peine de mico	✓				
	<i>Triumfetta lappula</i>	Mosote	✓				

Legenda:

PM: Planta medicinal

CV: Cerca viva

AR: Artesanía

SE: Semillas

AL: Alimento

Las familias Anacardiaceae, Bignoniaceae y Fabaceae ofrecen la mayor cantidad de productos comercializados. Entre ellas algunas especies ofrecen varios productos diferentes, como por ejemplo *Gliricidia sepium*, la cual es utilizada y comercializada como planta medicinal (entre otros contra enfermedades cutáneas) y como cerca viva. Además se colectan y venden sus semillas en los viveros regionales. Otras especies importantes con dos usos diferentes son *Spondias purpurea*, *Bombacopsis quinata*, *Bursera simaruba*, *Hymenaea courbaril* y *Enterolobium cyclocarpum*.

Un bosque secundario tardío (aproximadamente 50 años de edad) contiene las siguientes especies con usos no maderables:

- ***Bauhinia manca***: como planta medicinal, contra cálculos renales, como diurético y astringente,
- ***Bombacopsis quinata***: como cerca viva y para la venta de sus semillas,
- ***Bursera simaruba***: como cerca viva y como planta medicinal, por ejemplo contra enfermedades renales, úlceras, artritis y como desinfectante,
- ***Hymenaea courbaril***: para la venta de sus semillas y como planta medicinal, por ejemplo contra dolores estomacales y diarreas,
- ***Simarouba glauca***: como planta medicinal contra amibas, fiebres, dolores renales y como champú,
- ***Spondias mombin***: como cerca viva,
- ***Spondias purpurea***: como cerca viva, el fruto también se utiliza como alimento.

Además de la posible venta de los productos no maderables mencionados anteriormente, se debe considerar el ingreso potencial proveniente de la apicultura. Una producción promedio de 22 botellas de miel por hectárea y

año posee un valor en el mercado (a nivel de intermediarios) de US\$ 45,- (PICADO 1995).

**Los productos no maderables contribuyen a cubrir las necesidades de autoconsumo del propietario del bosque, además de ofrecer la posibilidad de mejorar sus ingresos. Por último una utilización diversificada reduce los eventuales riesgos ecológicos y económicos del manejo del bosque secundario.**

### **Pastoreo en el bosque**

Según PICADO (1995) el 90 % de los bosques secundarios de la región son visitados por el ganado vacuno, en donde encuentran sombra y alimentos. En ciertas épocas estos bosques también son visitados por caballos, cerdos, cabras y gallinas. BARBOZA (1997, citado por BERROCAL 1998) evaluó el potencial de los bosques secundarios para el pastoreo y descubrió que la productividad de las reses puede ser aumentada en 30 a 40 % en comparación con un pastizal sin árboles.

El ganado no solamente visita los bosques secundarios en busca de sombra, sino que principalmente en la época seca se alimenta de hojas frescas, frutos y semillas. Algunas especies vegetales de bosques secundarios tienen contenidos de proteína cruda 3 a 4 veces mayores que las especies de pastos tradicionalmente utilizadas en la región (BENAVIDES 1995; HERNÁNDEZ & BENAVIDES 1995). Según el estudio de BERROCAL (1998) las siguientes especies son importantes dentro del sistema silvopastoril:

- **Sombra:** 14 especies, siendo las más importantes *Albizia niopoides*, *Andira inermis*, *Brosimum alicastrum*, *Ceiba pentandra*, *Ficus insipida*, *Maclura tinctoria*, *Sideroxylon capiri* y *Enterolobium cyclocarpum*.

- **Alimento:** un total de 21 especies, de las cuales las siguientes poseen altos valores nutritivos: los frutos y las hojas de *Brosimum alicastrum*, las hojas y las semillas de *Gliricidia sepium*, las hojas y los frutos de *Guazuma ulmifolia*, las hojas de *Luehea speciosa* y las hojas y los frutos de *Spondias mombin* y *Spondias purpurea*.

A pesar de que la mayoría de los propietarios de bosques secundarios (68 %) opinan que el pastoreo en el bosque no provoca daños (PICADO 1995), se pudo observar que aquellos bosques frecuentemente visitados por el ganado vacuno son comparativamente pobres en especies vegetales, presentan problemas en la regeneración natural y en algunos casos extremos se pudo observar la ausencia total del sotobosque. Por consiguiente si el objetivo principal del sistema es la producción de madera, entonces no se recomienda el pastoreo en los primeros 5 a 10 años.

FERNÁNDEZ (1997, citado por BERROCAL 1998) concluyó que en bosques secundarios de 15 años de edad o mayores dentro de la zona de estudio, no se deberían mantener más de 0,4 cabezas de ganado/ha durante un máximo de 2,5 meses.

### **Cacería**

A pesar de que la cacería libre está prohibida en Costa Rica y que la obtención de un permiso de cacería a través del Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) es complicada, según el estudio de PICADO (1995) el 21 % de los propietarios de bosques secundarios cazan 1 a 3 animales silvestres por año, principalmente venados, pero también armadillos, iguanas, conejos y palomas. En la mayoría de los casos los animales son cazados para el autoconsumo, pero en otras ocasiones son vendidos en el mercado negro. Según datos extraoficiales del ACT la carne de venado es comercializada en 38 US\$/kg y la de armadillo en 3 US\$/kg (BERROCAL 1998).

## **Turismo**

Costa Rica es bastante visitada por turistas debido a sus atractivos naturales, incluso desde algunos años el turismo es la principal fuente de divisas del país. En la Región Chorotega existen diversos ejemplos del uso turístico de bosques secundarios tardíos. En la mayoría de los casos se trata de paquetes turísticos ofrecidos por hoteles (por ejemplo Hacienda Chapernal, Hacienda La Pacífica, Hotel Curime), los cuales incluyen un paseo a través del “bosque tropical seco” (BERROCAL 1998).

### **4.3.2.2 Valores de uso indirecto**

En 1996 entró en vigor la nueva ley forestal 7575 (MINAE 1996), la cual por primera vez reconoció los servicios ambientales ofrecidos por los bosques secundarios, dentro de los cuales se considera la protección climática, la protección de aguas, la protección de la biodiversidad y el mantenimiento de la estética del paisaje para fines turísticos y científicos. Con el fin de fomentar los servicios ambientales de los bosques, se creó el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), a través del cual se administran los fondos disponibles y se distribuyen los incentivos a los dueños de los bosques. Los medios financieros provienen principalmente de los impuestos nacionales al combustible.

Gracias a este fondo también se financió el Certificado de Protección de Bosques (CPB), el cual se convirtió en una importante fuente de ingresos, sobre todo para los dueños de pequeños bosques secundarios en la Región Chorotega (aproximadamente 45 US\$/ha/a durante 5 años y prolongable por otro período de tiempo). Gracias a este incentivo, hasta 1998 se pusieron bajo protección 13.782 ha de bosques secundarios en la Región Chorotega (FONAFIFO 1999). En los siguientes párrafos se describen brevemente los servicios ambientales reconocidos y fomentados por el CPB.

### **Protección del suelo y conservación de nutrientes**

La tradicional actividad ganadera de la Región Chorotega ha provocado graves problemas erosivos y de empobrecimiento de los suelos en el transcurso de los años. El estudio de ALFARO (1999), descrito en el cap. 3.1, demuestra que el desarrollo del bosque secundario mejora las propiedades físicas y químicas del suelo en la zona de estudio.

### **Protección del agua**

El Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) es el organismo responsable de la definición de los lineamientos políticos para la protección y el manejo del agua en Costa Rica. A nivel nacional el abastecimiento del agua es administrado por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AyA) y a nivel local por los Comités Administradores de Acueductos Rurales. AyA reconoció la importancia de los bosques secundarios para el mejoramiento de la calidad del agua, para una oferta constante de este recurso y para la reducción en la frecuencia e intensidad de inundaciones. Por ello en los últimos años AyA compró grandes áreas en cuencas hidrográficas claves, las cuales anteriormente eran utilizadas con fines agrícolas, con el objetivo de abandonarlas al proceso de restauración natural después de la compra del área (RODRÍGUEZ 1997). Hoy en día estas tierras están cubiertas por densas formaciones boscosas (FEDLMEIER 1996).

### **Protección del clima**

El aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> debido al creciente uso de energías fósiles provoca que a largo plazo la radiación solar de onda corta que ingresa a la atmósfera continúe ingresando y calentando la superficie terrestre, pero que la radiación de onda larga sea reflejada a su salida. De esta manera se provoca un calentamiento de las capas atmosféricas cercanas a la superfi-

cie terrestre, el cual popularmente se denomina „efecto invernadero“. Los bosques pueden contrarrestar este aumento en las concentraciones de CO<sub>2</sub> a través de la fijación del carbono en la madera (EMRICH et al. 2000).

Debido a que la producción primaria neta de madera es mayor en un bosque secundario joven que en un bosque primario, también la tasa de asimilación de carbono y su efecto fijador es mayor. Si además los bosques secundarios son manejados de manera sostenible y la madera aprovechada es utilizada para productos duraderos (edificaciones, muebles, artesanías, etc.), entonces el efecto de los bosques secundarios sobre el clima puede ser juzgado como positivo (EMRICH et al. 2000). En este contexto para la zona de estudio también es de vital importancia la aplicación de medidas de control para la reducción del riesgo de incendios forestales.

#### **4.3.2.3 Valores opcionales**

Según los criterios de KRAMER et al. (1995), los valores opcionales también forman parte de una valoración económica. Básicamente el valor opcional es aquella prima que el usuario debe pagar por un recurso no utilizado, con el fin de reducir el riesgo de que dicho recurso no esté disponible en el futuro. La biodiversidad, la conservación de los recursos genéticos y el valor científico forman parte de los valores opcionales.

La biodiversidad se define como la variedad de seres vivos en un cierto espacio natural. Los recursos genéticos son las poblaciones de plantas y animales autóctonas de un sitio específico, las cuales están caracterizadas por un común denominador genético, así como por una abundancia mínima (conservación de los recursos genéticos a través de la recombinación de genes) y un espacio vital mínimo (EMRICH et al. 2000). La importancia de los bosques secundarios evaluados en el presente estudio con respecto a la

conservación de la biodiversidad ya fue discutida en la sección 3.2.3.

A nivel político e institucional, Costa Rica firmó y ratificó el *Convenio sobre la Diversidad Biológica* de Rio de Janeiro. Debido a la firma de este Convenio, se creó la Comisión Asesora de Biodiversidad (COABIO), la cual tiene el deber de asesorar al Gobierno y en especial al Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) en la ejecución de los puntos acordados en el Convenio. En este contexto COABIO formuló una Estrategia Nacional de Biodiversidad, la cual está siendo ejecutada por el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) en estrecha colaboración con el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).

Gracias a un convenio de bioprospección entre la empresa farmacéutica Merck & Co. y el SINAC, en los últimos años INBio ha comenzado a buscar sistemáticamente nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas, microorganismos y otros productos, los cuales pueden encontrar su aplicación en la industria farmacéutica. Sin embargo esta búsqueda se concentra en las Áreas Protegidas y no se ha considerado la posibilidad de una participación directa de los propietarios privados de bosques.

#### **4.3.2.4 Valor de existencia y de legado**

Un valor de existencia surge gracias a la satisfacción de saber que cierto recurso existe, a pesar de que no se considera la posibilidad de su uso. Un ejemplo de este tipo de valor es el paisaje (KRAMER et al. 1995).

Un valor de legado se refleja en el deseo de conservar un recurso natural a favor de las futuras generaciones (KRAMER et al. 1995). La entrega del Certificado de Protección de Bosques (CPB) en Costa Rica es un buen ejemplo del reconocimiento del valor de existencia y del valor de legado de los bosques secundarios.

### 4.3.3 Alternativas de manejo de los bosques secundarios y su análisis financiero

En las siguientes secciones se describirán diferentes opciones de manejo del bosque secundario seco. Para cada alternativa se presenta un ejemplo, cuya rentabilidad será analizada. El análisis financiero valora la rentabilidad de una inversión (GREGERSEN & CONTRERAS 1980), la cual puede ser evaluada a través de los siguientes indicadores (HERRERA 1989; REICHE 1995; ORTIZ 1996):

- **Valor actual neto (VAN)** es la suma de los desembolsos descontados, ocasionados por una inversión. La inversión es absolutamente ventajosa, si su VAN es mayor a cero (GÖTZE & BLOECH 1995):

$$VAN = \sum_{t=0}^T (i_t - e_t) \cdot \frac{1}{(1+i)^t}$$

siendo:  $t$ : índice de tiempo  
 $T$ : último momento en el que se efectuó un desembolso  
 $i_t$ : ingresos en el momento  $t$   
 $e_t$ : egresos en el momento  $t$   
 $i$ : factor de descuento =  $p/100$   
 $p$ : tasa de interés real (6 %)

- **Relación beneficio-costo (B/C)**: el objeto de inversión es absolutamente ventajoso, si la relación B/C es  $\geq 1$ :

$$B / C = \frac{\sum_{t=0}^T i_t \cdot \frac{1}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^T e_t \cdot \frac{1}{(1+i)^t}}$$

siendo:  $t$ : índice de tiempo  
 $T$ : último momento en el que se efectuó un desembolso  
 $i_t$ : ingresos en el momento  $t$   
 $e_t$ : egresos en el momento  $t$   
 $i$ : factor de descuento =  $p/100$   
 $p$ : tasa de interés real (6 %)

- **Equivalente anual (Ea):** el equivalente anual se refiere a una serie de desembolsos iguales que se presentan en el período analizado. El objeto de inversión es absolutamente ventajoso si el *Ea* es mayor a cero:

$$Ea = VAN \cdot \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1}$$

siendo: *VAN*: valor actual neto  
*i*: factor de descuento =  $p/100$   
*p*: tasa de interés real (6 %)  
*n*: período considerado

- **Tasa interna de retorno (TIR):** el objeto de inversión es absolutamente ventajoso si la TIR es mayor a la tasa de interés real:

$$\sum_{t=0}^T i_t (1 + TIR)^{-t} = \sum_{t=0}^T e_t (1 + TIR)^{-t}$$

siendo: *t*: índice de tiempo  
*T*: último momento en el que se efectuó un desembolso  
*i<sub>t</sub>*: ingresos en el momento *t*  
*e<sub>t</sub>*: egresos en el momento *t*

Según DAVIES (1997) el modelo financiero de la rentabilidad del manejo de los bosques secundarios contempla las siguientes actividades: (1) la planificación (plan de manejo, plan de protección, etc.), (2) los tratamientos silviculturales (eliminación de lianas y de árboles no deseables, etc.), (3) la cosecha final y (4) otros costos, entre ellos medidas de control (contra incendios forestales y cacería).

Tomando en cuenta dichas actividades, en las siguientes secciones se analizarán y valorarán desde el punto de vista financiero diversas alternativas de manejo del bosque secundario seco. Los resultados, presentados en US\$, fueron descontados a febrero de 1999 según las indicaciones de inflación de la DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (2000). Para esa fecha US\$ 1.- era cambiado por ¢ 275.-.

#### **4.3.3.1 Sistemas de manejo monocíclicos**

Como monocíclicos se denominan los sistemas que permiten el aprovechamiento de la totalidad de las existencias comerciales con una sólo intervención. El objetivo consiste en la creación de un bosque alto coetáneo taldado y regenerado en ciclos de duración determinada (LAMPRECHT 1986).

La condición básica para la aplicación de este sistema es una regeneración abundante de especies heliófitas comerciales. Debido a que el dosel superior de los bosques secundarios intermedios a tardíos evaluados en el presente estudio se encuentran dominados por dicho grupo de especies, se puede considerar el uso de sistemas da manejo monocíclicos. Además muchas especies actualmente utilizables sólo se regeneran bajo luz directa (GUARIGUATA 2000).

Además de los aspectos positivos de este sistema (cosecha final sencilla, manejo fácilmente controlable, reducidos costos, etc.), su aplicación puede tener efectos negativos. La eliminación completa de la vegetación no sólo puede provocar problemas erosivos, sino que también causa la invasión de una densa capa de pastos, de tal manera que en la época seca aumenta el peligro de incendios, pudiendo inhibir el proceso de sucesión natural. Con el fin de limitar estos posibles efectos negativos, se recomienda evitar el uso de este sistema de manejo en áreas mayores a 200 ha.

## **Corta de regeneración (o método de árboles semilleros) con turno de corta reducido**

### Descripción del sistema de manejo

A través de esta alternativa principalmente se busca la producción de leña y de postes en turnos de corta de 15 a 17 años. El aprovechamiento se realiza en forma de tala rasa y la regeneración venidera no sólo proviene de la propagación generativa sino también de la propagación vegetativa, la cual cumple una función importante en zonas secas (LAMPRECHT 1986; HUMMEL 2000). Según el marco legal (MINAE 1999) se deben dejar en pie un mínimo de 5 árboles semilleros por hectárea, los cuales deben presentar las siguientes características: individuos sanos, en fase reproductiva, de especies comerciales, con fuste recto y copa bien desarrollada. Basados en los resultados del presente estudio se recomienda la remanencia de 5 a 10 árboles semilleros por hectárea.

### Adaptación del sistema de manejo al tamaño del bosque secundario

En general los bosques secundarios en la zona de estudio son relativamente grandes (102,9 ha). La cosecha final a través de una sólo tala rasa se recomienda para bosques pequeños, con áreas de 10 a 30 ha. Para bosques secundarios grandes (a partir de 200 ha) se adecua el mismo método de árboles semilleros en forma de fajas de regeneración (STAVER et al. 1994), en el cual el número de áreas de cosecha corresponde al número de años del turno de corta. La subdivisión del área total en fajas angostas y largas, con acceso directo a un camino de transporte, demostró ser ventajosa (LAMPRECHT 1986). En el bosque húmedo tropical del Perú se establecieron fajas con anchos de 20 a 50 m (STAVER et al. 1994).

### Descripción del ejemplo

El presente escenario será analizado para 3 tamaños diferentes de bosque secundario: 10 y 30 ha para la corta de regeneración simple y 200 ha para la corta de regeneración en forma de fajas. El turno de corta se fija en 17 años, debido a que en este momento los bosques secundarios tempranos alcanzaron sus incrementos máximos en la zona de estudio. El bosque secundario de 17 años contiene un volumen total de 63,5 m<sup>3</sup>/ha, del cual se dejan en pie 10 árboles semilleros/ha.

En el aprovechamiento final se esperan las siguientes cosechas: 26,8 m<sup>3</sup>/ha (38,2 st/ha) de leña, 127 postes/ha y 7,2 m<sup>3</sup>/ha de madera para aserrío. El volumen extraído de leña es similar al que CATINOT (1977, citado por LAMPRECHT 1986) encontró en África (30-40 st/ha).

Durante los períodos en los cuales no se efectúan aprovechamientos (en los primeros 10 a 15 años), el propietario del bosque secundario puede solicitar el Certificado de Protección de Bosques (CPB). Para ello debe elaborar y entregar un plan de protección y si fuera aprobado, ello significa ingresos de aproximadamente 45 US\$/ha/a por 5 años, prolongables a otros 5 años y eventualmente aún más tiempo. Durante ese período el dueño está obligado a las siguientes medidas de protección de su bosque: no se pueden extraer árboles, la cacería está prohibida y los linderos deben ser limpiados constantemente para evitar riesgos de incendios forestales.

### Análisis financiero del ejemplo

Para el bosque secundario de 200 ha, cuya área total es subdividida en fajas de regeneración, se analizaron los primeros 3 turnos de corta (51 años), debido a que recién en el tercer turno cada año se podrá cosechar un área de bosque secundario de 17 años. En los otros 2 escenarios (10 ha y 30 ha)

también se analizaron los primeros 3 turnos de corta (51 años) con el fin de producir resultados comparables. Los ingresos y egresos resultantes del manejo de estos bosques secundarios se presentan en el anexo D.

En general se trata de un sistema de manejo bastante económico, ya que no se presentan costos de establecimiento de la cobertura forestal, los cuales podrían ser caros si se tratara, por ejemplo, de una plantación forestal.

**La corta de regeneración (o método de árboles semilleros) con turno de corta reducido es un sistema de manejo de bosques poco complicado y de reducidos costos, principalmente debido a que no se tienen que realizar tratamientos silviculturales.**

Los mayores costos se originan en el transporte de los productos aprovechados (madera, postes y leña) y en las medidas de protección para el control de incendios y de cacerías ilegales.

Como gran parte del volumen aprovechado es vendido como leña (26,8 m<sup>3</sup>/ha), los ingresos son bastante reducidos. A través de la venta de postes se alcanzan mejores ingresos, pero los mayores beneficios provienen de la venta de madera para aserrío (7,2 m<sup>3</sup>/ha por turno de corta). Durante los períodos sin cosecha, el Certificado de Protección de Bosques (CPB) representa una importante fuente de ingresos adicionales para el dueño del bosque. En los 3 ejemplos, en los cuales el dueño del bosque secundario recibe 10 años de CPB en cada turno de corta, los ingresos son mayores que los egresos.

El cuadro 14 muestra los indicadores financieros de los 3 escenarios analizados para la presente alternativa de manejo, además de que se evaluó la importancia del Certificado de Protección de Bosques (CPB). En este contexto se analizaron 2 alternativas: (1) con CPB en el primer turno de corta y (2) sin CPB.

Cuadro 14: Indicadores del análisis financiero para los primeros 3 turnos de corta (51 años) de un manejo de bosque secundario bajo el método de corta de regeneración con turno de corta reducido, según el tamaño del bosque y según la obtención del Certificado de Protección de Bosques (CPB).

Tamaño del bosque [ha]	Incentivos	VAN [6 %]	B/C	Ea	TIR [%]
10	Con CPB	2.773,40	1,48	175,96	65,50
	Sin CPB	- 345,20	0,94	- 21,90	4,33
30	Con CPB	12.173,40	1,90	772,33	137,20
	Sin CPB	2.808,50	1,21	178,18	11,64
200	Con CPB	119.640,18	2,08	7.590,49	254,71
	Sin CPB	57.529,33	1,53	3.649,91	16,85

Leyenda:

VAN: Valor actual neto [US\$] (tasa de interés real: 6 %)  
 B/C: relación beneficio-costos  
 Ea: Equivalente anual [US\$]  
 TIR [%]: Tasa interna de retorno

Si no es aprobado el incentivo estatal para la protección del bosque (CPB), entonces bajo el sistema de manejo aquí analizado no es rentable la inversión en áreas pequeñas de bosque secundario. Sin embargo, si en el primer turno de corta se pagan incentivos para la protección del bosque, el manejo de áreas pequeñas de bosque secundario, incluso de 10 ha, es rentable. Por otro lado el manejo de un bosque secundario de 30 ha muestra un balance positivo con este sistema, a pesar de no recibir CPB.

Comparando las alternativas de manejo con obtención del CPB, los equivalentes anuales ( $E_a$ ) y las tasas internas de retorno (TIR) aumentan con el tamaño del bosque. La mayor rentabilidad la demuestra el bosque secundario de 200 ha, manejado por fajas de regeneración. En dicho caso la relación beneficio-costos es de 2,1 y la tasa interna de retorno alcanza 254,7 %. Pero también sin la adjudicación de un CPB se llega a pagar la inversión en el manejo de un bosque secundario grande (200 ha). En este contexto cabe mencionar que en el sistema por fajas de regeneración probablemente sólo se podrá incentivar el primer turno de corta, ya que en el transcurso de los siguientes turnos cada año será aprovechada una porción del área total, lo cual infringiría el reglamento para la aprobación del incentivo.

Además de reducir los costos del aprovechamiento por hectárea, otra ventaja del manejo por fajas de regeneración para bosques secundarios es el hecho que, a pesar de no recibir incentivos estatales, a partir del segundo turno de corta el dueño percibe ingresos anuales y gracias a ello puede resolver sus problemas de liquidez.

**La rentabilidad del manejo de los bosques secundarios con el sistema de corta de regeneración y turnos de corta reducidos aumenta con el tamaño del bosque. Además los incentivos para la protección del bosque le permiten al dueño de pequeñas áreas a manejar su bosque de manera rentable.**

### **Corta de regeneración con turnos de corta largos**

#### Descripción del sistema de manejo

En este caso el propietario del bosque secundario no sólo pretende obtener leña y postes, sino que en primer lugar procura producir madera para aserrío. En este caso se recomienda la corta de regeneración (o método de ár-

boles semilleros) con turnos de corta largos (aprox. 35 a 40 años). En las fases iniciales de la sucesión natural (talvez después de 15 a 17 años) el bosque secundario temprano a intermedio es raleado en dos etapas: en una primera fase se extrae el volumen utilizable para leña y postes. En una segunda fase y basados en los resultados de un muestreo diagnóstico (*diagnostic sampling*, por ejemplo según los lineamientos de HUTCHINSON 1993), se eligen y liberan 200 árboles deseables por hectárea. Ambos pasos deberían eliminar entre 20 y 25 % del área basal total (3 a 4 m<sup>2</sup>/ha). Durante este tratamiento también se pueden cosechar aquellos árboles semilleros que fueron dejados en pie durante el aprovechamiento anterior y que ahora obstaculizan el crecimiento de los árboles deseables. Sin embargo se debe evitar el aprovechamiento exclusivo de individuos pertenecientes a una sólo clase diamétrica, ya que se busca mantener las características estructurales del bosque. HUTCHINSON & WADSWORTH (1997, citado por FINEGAN 1997) describen los efectos positivos de este tratamiento a mediano plazo (sobre todo en las tasas de crecimiento) sobre el bosque remanente. Debido a motivos económicos no se recomienda la aplicación de otro raleo, además bajo las condiciones de bosque seco existen niveles de competencia menores que los de los bosques secundarios húmedos de Costa Rica.

Debido a que la presencia de árboles semilleros provenientes de especies utilizables ha demostrado ser positiva para la composición de especies del bosque futuro, se recomienda la remanencia de 20 a 30 árboles semilleros por hectárea, principalmente de especies heliófitas durables.

#### Adaptación del sistema de manejo al tamaño del bosque

Este sistema de manejo debería ser ejecutado en forma de fajas de regeneración si se trata de bosques secundarios grandes, en el que el número de

áreas de cosecha corresponde a la cantidad de años del turno de corta (35 a 40 áreas).

### Descripción del ejemplo

Este ejemplo será analizado con los datos del bosque secundario de 50 años. Sería recomendable la cosecha en una fase más temprana (talvez a los 35 ó 40 años), pero lamentablemente para los fines del análisis financiero faltan los datos de un inventario forestal para esa clase de edad.

El bosque secundario de 50 años de edad contiene un volumen de 194,6 m<sup>3</sup>/ha. Descontando el volumen de 20 árboles semilleros por hectárea que permanecerán en pie (en este ejemplo son individuos de las especies *Astronium graveolens*, *Bombacopsis quinata*, *Brosimum alicastrum*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Gliricidia sepium*, *Hymenaea courbaril*, *Manilkara chicle*, *Samanea saman* y *Sideroxylon capiri*) resulta un aprovechamiento final de 74,7 m<sup>3</sup>/ha de madera para aserrío, 6,6 m<sup>3</sup>/ha para postes (138 postes/ha) y 77,2 m<sup>3</sup>/ha (es decir 110,3 st/ha) de leña.

En el año 17 se cosechan 3,5 m<sup>3</sup>/ha durante el raleo, de los cuales 2,0 m<sup>3</sup>/ha (2,8 st/ha) son para leña, principalmente de las especies *Guazuma ulmifolia*, *Calycophyllum candidissimum* y *Bauhinia unguolata*, que no son útiles en el futuro. Además se extraen 34 postes/ha y 5,4 m<sup>3</sup>/ha de madera para aserrío, esto último también de árboles remanentes del uso anterior que inhibían el crecimiento de los líderes deseables.

El efecto positivo del raleo sobre la vegetación remanente (en términos de incremento del volumen de cosecha final) no puede ser tomado en cuenta en el análisis financiero debido a la falta de experiencias de manejo del bosque secundario seco. Por ello el presente escenario representa la rentabilidad mínima esperada.

En el caso del bosque secundario de 200 ha, en todo el bosque se aplica un raleo en el año 17, a los 50 años sólo se cosecha la primera subparcela de 4 ha ( $200 \text{ ha} \div 50 \text{ subparcelas}$ ). Así recién en el tercer turno de corta (después de 100 años) cada año se podrá aprovechar un área de igual edad.

Estos bosques también se pondrán bajo protección durante los primeros 10 años, período en el cual no se permiten intervenciones. Para el dueño esto significa ingresos adicionales de aproximadamente 45 US\$/ha/a.

### Análisis financiero del ejemplo

En este caso se valoró el primer turno de corta (50 años), de tal manera que los resultados son más o menos comparables con los análisis financieros de los anteriores sistemas de manejo (corta de regeneración con turno de corta reducido), ya que en dichos cálculos se consideró un período de 51 años.

Los ingresos y egresos de este sistema se encuentran en el anexo E.

Debido a los grandes volúmenes aprovechables para aserrío ( $74,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), el arrastre y el transporte de la madera al aserradero es bastante costoso. Sin embargo en comparación con el sistema de turno corto, los ingresos provenientes de la venta de madera de aserrío son mucho mayores.

Los ingresos acumulados bastante similares de los bosques secundarios de 30 y 200 ha se deben a que en este último bosque sólo se cosechó una subparcela de 4 ha en el año 50, ya que el área total está siendo manejado por fajas de regeneración. Por otro lado, durante el segundo turno del bosque de 30 ha, no se prevén ingresos provenientes de aprovechamientos forestales hasta el año 67, mientras que en dicho período el bosque de 200 ha produce ingresos anuales de aproximadamente US\$ 19.600,-.

Los indicadores del análisis financiero (véase el cuadro 15) muestran tendencias muy similares al sistema de corta de regeneración con turno de corta reducido. Sin embargo en este caso la inversión también es rentable cuando el propietario de un bosque secundario pequeño (10 ha) no recibe incentivos estatales para la protección de su bosque (CPB).

Cuadro 15: Indicadores del análisis financiero para el primer turno de corta (50 años) de un manejo de bosque secundario bajo el método de corta de regeneración con turno de corta largo, según el tamaño del bosque y según la obtención del Certificado de Protección de Bosques (CPB).

Área del bosque [ha]	Incentivos	VAN [6 %]	B/C	Ea	TIR [%]
10	Con CPB	3.170,84	1,71	201,87	65,45
	Sin CPB	430,32	1,11	27,40	6,76
30	Con CPB	13.387,13	2,39	852,27	137,20
	Sin CPB	4.149,81	1,45	264,19	9,36
200	Con CPB	67.258,21	2,99	4.281,90	254,60
	Sin CPB	5.148,72	1,16	327,79	11,91

Leyenda:

VAN:	Valor actual neto [US\$] (tasa de interés real: 6 %)
B/C:	relación beneficio-costo
Ea:	Equivalente anual [US\$]
TIR [%]:	Tasa interna de retorno

Al aumentar el área del bosque, también aumenta la relación beneficio-costo (B/C), el equivalente anual y la tasa interna de retorno (TIR). Este último indicador es extremadamente alto en el bosque de 200 ha con CPB (254,6 %).

**El Certificado de Protección de Bosques (CPB) se constituye en un importante estímulo para el agricultor, gracias al cual se decide por dejar crecer un bosque secundario sobre sus potreros. Además los CPB compensan los gastos incurridos para la protección del bosque contra incendios.**

#### **4.3.3.2 Sistemas de manejo policíclicos**

Se definen como sistemas policíclicos todos aquellos procedimientos en los cuales la intervención se limita a una parte de los árboles aprovechables.

De esta manera se pretende formar un bosque económico entresacado, compuesto (principalmente) por especies utilizables. Las entresacas selectivas ocurren en determinados ciclos de corta y son realizados tanto durante la conversión como después de ella (LAMPRECHT 1986). La meta no sólo es la producción de especies heliófitas durables, sino también de especies esciófitas de crecimiento más lento.

#### **Aprovechamiento selectivo**

##### Descripción del sistema de manejo

Este tipo de manejo se basa en el concepto del diámetro mínimo de corta (DMC), el cual también se utiliza para bosques primarios en Costa Rica. En el caso de los bosques secundarios, el DMC se establece en 30 cm, a pesar de que en la práctica el DMC se define de manera flexible dependiendo de la distribución diamétrica de cada especie utilizable.

Después de aproximadamente 13 a 17 años y basándose en un muestreo diagnóstico, se puede aplicar un primer tratamiento, durante el cual en primer lugar se extrae un volumen comercial para leña y postes, para luego liberar a los árboles deseables. El presente escenario no considera la eventual presencia de árboles semilleros aprovechables, que pueden ser cosechados durante el raleo.

Después de 35 a 40 años se puede juzgar, en base a los resultados de un inventario forestal (con distribuciones diamétricas de la abundancia de cada especie utilizable), qué DMC específicos se pueden aplicar y cuántos individuos de la especie respectiva pueden ser cosechados para garantizar su permanencia en el sistema. En general se debería procurar la cosecha del

30 % del área basal total con  $dap \geq 30$  cm, lo cual significa entre 5 y 7  $m^2/ha$  (20 % del área basal total) o aproximadamente 20 a 40 árboles/ha con  $dap \geq 30$  cm.

Según WEIDELT (1999) este primer aprovechamiento del 20 % del área basal total adicionalmente daña aproximadamente 30 % del área basal. Tomando en cuenta estos daños y los ingresos esperados de las clases diamétricas inferiores, se pueden establecer ciclos de corta de aproximadamente 25 años.

### Descripción del ejemplo

A pesar de que se recomienda un primer aprovechamiento a los 35 a 40 años de edad, el presente análisis financiero se refiere a un bosque secundario de 50 años, ya que no se dispone de datos para el momento de utilización recomendado. Para un bosque secundario de 50 años, que contiene un volumen total de 194,7  $m^3/ha$ , el aprovechamiento del 30 % del área basal total con  $dap \geq 30$  cm significa aproximadamente 5,5  $m^2/ha$ . En este caso se extraen 22 árboles/ha, lo cual corresponde a 34,6  $m^3/ha$  de madera para aserrío. Además se cosechan 17,7  $m^3/ha$  (25,3 st/ha) de leña.

Al igual que en el sistema monocíclico (véase la sección 4.3.3.1), en este caso se aplicará un raleo en el año 17, en el cual se extraen 3,5  $m^2/ha$  (2,8 st/ha de leña, 34 postes/ha y 5,4  $m^3/ha$  de madera para aserrío). En el año 17 también se aplicará un raleo al área total del bosque secundario de 200 ha y 33 años más tarde (en el año 50) se aprovechará la primera faja de 4 ha. Estos bosques secundarios reciben el Certificado de Protección de Bosques (CPB) durante los primeros 10 años.

### Análisis financiero del ejemplo

Los ingresos y egresos desembolsados durante los primeros 50 años se presentan en el anexo F. En este caso los costos para el plan de manejo son mayores, ya que antes de la cosecha en el año 50 se debe realizar un inventario forestal para decidir qué árboles con  $dap \geq 30$  cm deben ser cosechados. Los sistemas monocíclicos con talas rasas al final del turno de corta no requieren de este paso, solamente se deben identificar los árboles semilleros que serán dejados en pie.

A pesar de ello se trata de una alternativa de manejo bastante económica, en especial en el caso de áreas boscosas pequeñas a medianas. Por otro lado los ingresos son bastante reducidos en los primeros 50 años, principalmente debido a que buena parte del área basal utilizable queda en pie. Sin embargo después de 20 a 25 años se puede volver a aprovechar el bosque.

Los indicadores del análisis financiero (véase el cuadro 16) demuestran la rentabilidad del sistema de manejo aquí recomendado, siempre y cuando antes del raleo en el año 17 el dueño del bosque reciba el Certificado de Protección de Bosques (CPB) por un período de 10 años. Si no se le entrega el CPB, la inversión en áreas pequeñas no es atractiva. En ese caso la TIR alcanza un valor inferior (4,49 %) al de la tasa de interés real de 6 %. El mayor valor actual neto (VAN) es alcanzado en el caso del manejo de áreas boscosas grandes de 200 ha.

Cuadro 16: Indicadores del análisis financiero para un período de 50 años bajo el sistema de aprovechamiento selectivo, según el tamaño del bosque y según la obtención del Certificado de Protección de Bosques (CPB).

Área del bosque [ha]	Incentivos	VAN [6 %]	B/C	Ea	TIR [%]
10	Con CPB	2.344,81	1,57	149,28	65,45
	Sin CPB	- 646,22	0,83	- 41,14	4,49
30	Con CPB	11.406,28	2,42	726,16	137,20
	Sin CPB	2.168,96	1,28	138,08	8,87
200	Con CPB	66.544,02	2,95	4.236,43	254,60
	Sin CPB	4.434,53	1,14	282,32	11,81

**Leyenda:**

VAN:	Valor actual neto [US\$] (tasa de interés real: 6 %)
B/C:	relación beneficio-costos
Ea:	Equivalente anual [US\$]
TIR [%]:	Tasa interna de retorno

Debido a la falta de datos necesarios, se evaluó el caso de una primera cosecha a los 50 años. El volumen extraído de un bosque secundario de 35 a 40 años (período recomendado para la primera cosecha) será menor que en el presente ejemplo, de tal manera que tanto los ingresos como los egresos durante la fase de cosecha son menores. Por otro lado gracias al hecho que el propietario del bosque espera 10 a 15 años menos hasta el primer aprovechamiento, se aumenta el valor actual neto de la inversión, ya que este tiempo „perdido“ no necesita ser descontado y el dueño puede invertir los beneficios alcanzados en una fase más temprana para nuevas actividades.

**La alternativa de manejo policíclica en una primera instancia permite volúmenes de cosecha menores, pero a largo plazo los aprovechamientos son más frecuentes y rentables. Además la permanencia de una cobertura forestal permite la continuidad de importantes funciones ecológicas del bosque, las cuales son interrumpidas en los sistemas monocíclicos.**

#### **4.3.3.3 Comparación sinóptica entre los sistemas de manejo monocíclicos y policíclicos**

La fig. 18 muestra gráficamente las 3 alternativas de manejo presentadas en el presente documento. Los gráficos muestran la periodicidad e intensidad de las intervenciones en cada sistema y sirven como base para la discusión de las ventajas y desventajas de cada tipo de manejo. Mientras que en el sistema de manejo monocíclico (corta de regeneración) con turno de corta reducido cada 17 años se elimina totalmente la vegetación (dejando en pie 5 a 10 árboles semilleros/ha), la alternativa de turnos de corta largos alcanza mayores volúmenes después de 35 a 40 años.

En el aprovechamiento selectivo, basado en diámetros mínimos de corta específicos para cada especie, se aplica un primer raleo en el año 17, alcanzando su máximo volumen a los 35 a 40 años, antes de que el bosque comience a ser manejado en ciclos de corta de 20 a 25 años, cabiendo la posibilidad de raleos entre dichas cosechas.

Una ventaja del manejo policíclico, la cual recién adquiere importancia después de los 35 a 40 años, es la cosecha de diámetros mayores en ciclos de corta menores (20 a 25 años). Además en estos ciclos se pueden cosechar mayores proporciones de especies esciófitas comerciales, las cuales pueden incrementar los beneficios del dueño del bosque. Otra ventaja de este sistema es el hecho de la permanencia de la cobertura forestal, gracias a lo cual se pueden controlar problemas erosivos e incendios forestales.

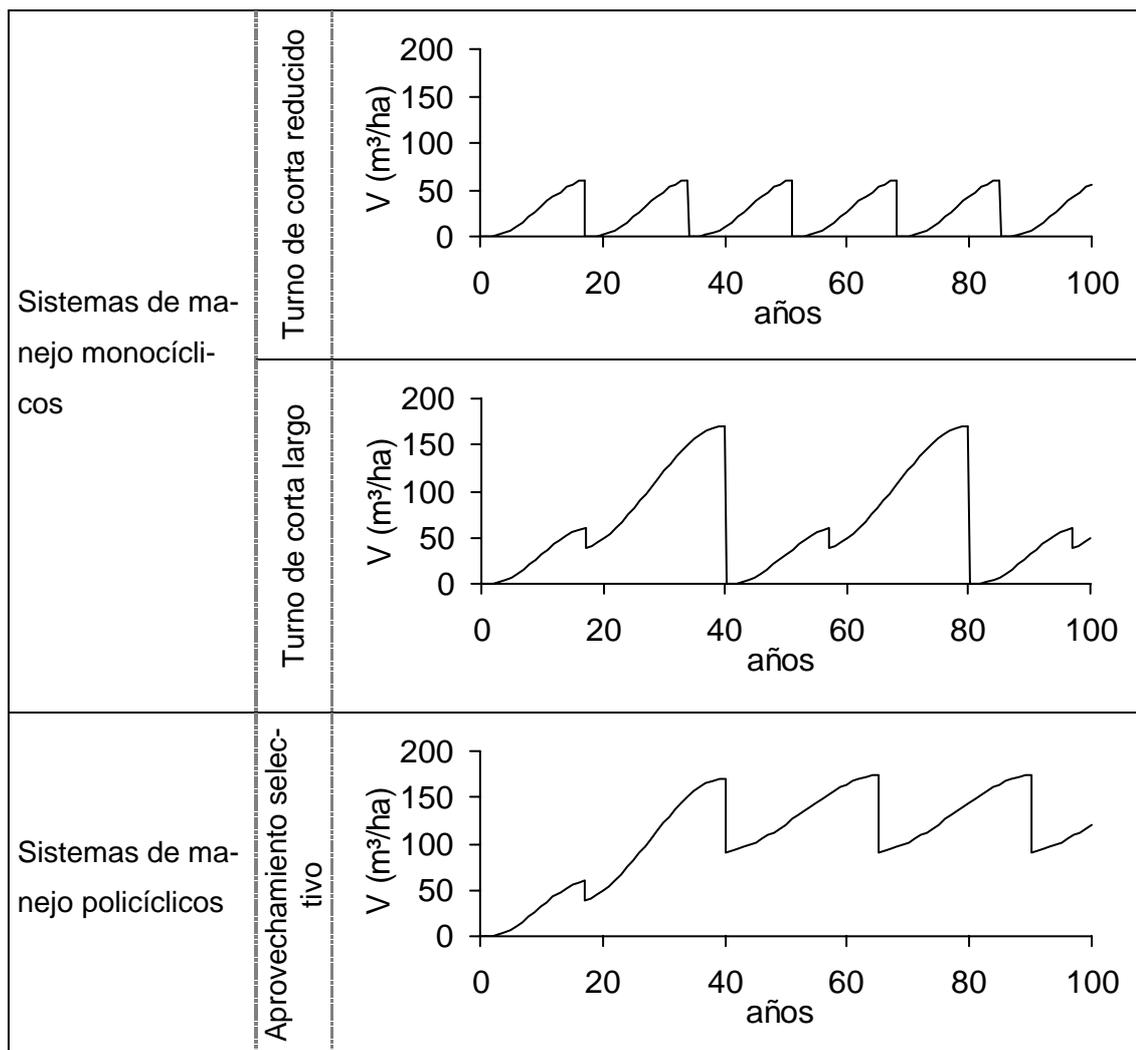


Fig. 18: Representación esquemática de la secuencia de intervenciones para los sistemas de manejo de bosques secundarios analizados (V: volumen total [ $\text{m}^3/\text{ha}$ ])

Las desventajas de los sistemas policíclicos se encuentran en el largo período de espera hasta la primera cosecha y en las complicadas fases de planificación y de aprovechamiento. Tampoco se deben ignorar los daños sobre la vegetación remanente, debido a las repetidas intervenciones. Además, en general la vegetación crece más lentamente que aquella que se regenera sobre áreas limpias.

La comparación directa de las tasas internas de retorno de cada alternativa de manejo, sin tomar en cuenta la adjudicación de Certificados de Protec-

ción de Bosques (véase la fig. 19), muestra que en todos los sistemas se incrementa la rentabilidad con el aumento del área del bosque.

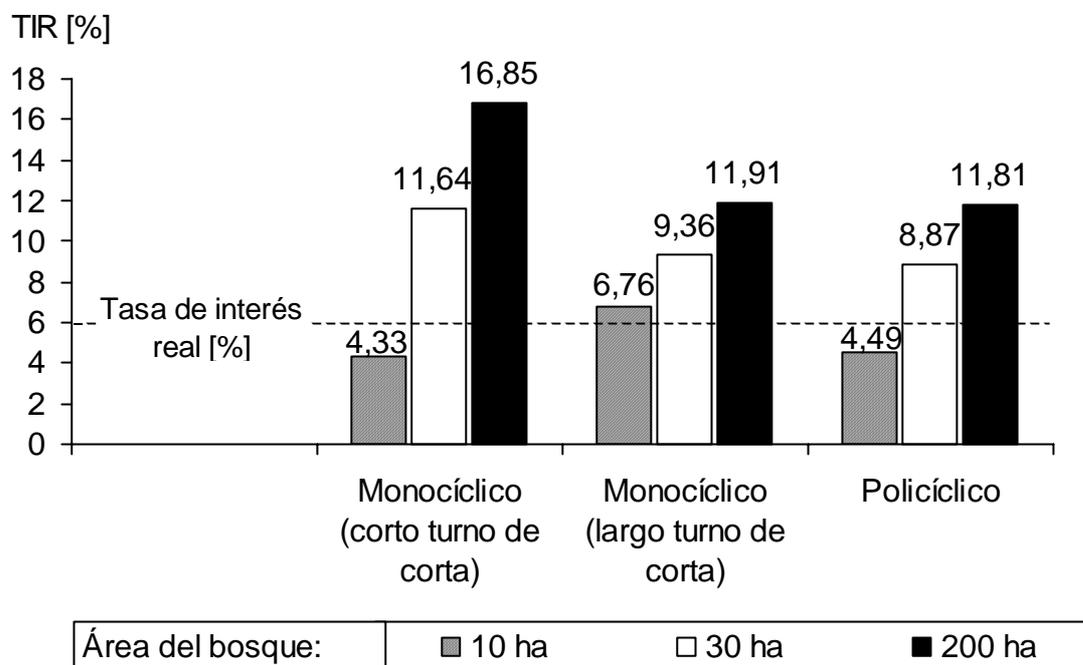


Fig. 19: Tasa interna de retorno (TIR en %) de la inversión en los primeros 50-51 años, para los sistemas de manejo de bosques secundarios analizados, sin la adjudicación de Certificados de Protección de Bosques (CPB), según el tamaño del bosque [ha].

La inversión más atractiva es la del manejo de un bosque secundario grande, que en el ejemplo tiene un tamaño de 200 ha, bajo un sistema monocíclico con turno de corta reducido.

Si por otro lado se posee un bosque secundario pequeño (10 ha), desde el punto de vista financiero sólo se puede recomendar un manejo monocíclico con turnos de corta largos, ya que solamente en este caso la tasa interna de retorno supera el valor de la tasa de interés real del 6 %. Los propietarios de bosques secundarios de tamaño medio deben tomar una decisión más difícil. En ese caso las inversiones son rentables en todos los sistemas de

manejo, pero la tasa interna de retorno es mayor en el sistema de corta de regeneración con turno de corta reducido.

**Sin tomar en cuenta el Certificado de Protección de Bosques, los sistemas de manejo monocíclicos son más rentables que los métodos policíclicos. Estos últimos sólo son ventajosos en bosques medianos a grandes.**

DAVIES (1997) evaluó el manejo de bosques secundarios en el Norte de Costa Rica y llegó a la conclusión de que los bosques de tamaño reducido deben ser manejados de manera monocíclica para que la inversión sea rentable. ORTIZ (1996) comparó la rentabilidad del manejo del bosque secundario con la actividad ganadera en la misma Zona Norte de Costa Rica y descubrió que ambas alternativas producen similares tasas internas de retorno de 22 y 24 % respectivamente.

El hecho que el manejo de los bosques secundarios en la zona seca de Costa Rica sea potencialmente rentable, se basa en la tendencia de apertura del mercado maderero hacia nuevas especies forestales (no tradicionales) y hacia diámetros menores. Además la decisión política de reconocer los servicios ambientales ofrecidos por los bosques secundarios a través de los

Certificados de Protección de Bosques provocó que por primera vez muchos agricultores hayan comenzado a proteger el proceso de regeneración natural sobre sus pastizales abandonados.

#### **4.3.3.4 Otras alternativas de manejo**

En combinación con los sistemas de manejo analizados en el presente trabajo, existen otras opciones para mejorar el nivel de ingresos de los dueños de bosques secundarios. Lamentablemente faltaron las informaciones nece-

sarias para tomar en cuenta estas alternativas dentro de los análisis financieros. Sin embargo estas opciones pueden cumplir una función importante y algunas de ellas ya están siendo aplicadas en la actualidad.

Los **productos no maderables** son aprovechados principalmente por los propietarios de bosques secundarios pequeños a medianos e incluso les ofrecen ingresos adicionales. En el caso del sistema monocíclico de corta de regeneración (o de árboles semilleros) con turno de corta reducido (17 años), antes de la tala rasa se deberían cosechar aquellos productos que podrían ser dañados durante la intervención. El resto de los productos puede ser colectado durante el aprovechamiento. Según BERROCAL (1998) en este caso los productos no maderables poseen un valor de mercado de aproximadamente 550,-US\$/ha. Otras investigaciones deberían analizar con qué intensidad se pueden aprovechar los productos no maderables en sistemas de manejo policíclicos, con el fin de garantizar su producción sostenible.

Un ejemplo para una actividad económica basada en productos no maderables, la cual según PICADO (1995) es practicada por el 42 % de los dueños de bosques secundarios en la zona de estudio, es la apicultura. La producción anual de las colmenas instaladas en bosques secundarios alcanza aproximadamente 22 botellas/ha (1 kg por botella). Considerando los costos de US\$ 2,- por botella y tomando en cuenta un precio de venta de US\$ 3,85 por botella, el apicultor está haciendo un buen negocio, siempre y cuando él mismo pueda vender el producto directamente (sin intermediarios).

El **pastoreo en el bosque secundario** tiene un efecto positivo sobre la producción de carne y gracias a ello sobre los ingresos del finquero, ya que las reses que son mantenidas frecuentemente en el bosque, experimentan un

aumento productivo del 30-40 % en comparación con aquellas reses mantenidas en potreros sin árboles. Además el ganadero ahorra en la compra de alimentos, ya que principalmente en la época seca el ganado se alimenta de hojas frescas, frutos y semillas dentro del bosque secundario. Por otro lado un pastoreo demasiado intensivo afecta la regeneración natural y reduce la producción maderera futura, lo cual probablemente puede ser evitado, si se siguen las recomendaciones de FERNÁNDEZ (1997, citado por BERROCAL 1998) en el sentido de no mantener más de 0,4 cabezas/ha durante un período máximo de 2,5 meses. A pesar de ello no se puede recomendar necesariamente un pastoreo dentro del bosque secundario en los primeros 5-10 años, si el sistema busca la producción principal de madera para aserrío.

Las **plantaciones de enriquecimiento** pueden ser consideradas en aquellos sitios en donde la abundancia de individuos utilizables no es suficiente o está completamente ausente en el bosque inicial (LAMPRECHT 1986). Este sistema no es utilizado en la zona de estudio, pero la Estación Experimental Forestal Horizontes (EEFH) ha realizado algunos experimentos en este sentido. Para la aplicación de este sistema no sólo es importante la selección de las especies a ser plantadas, sino también el momento idóneo para la plantación. En un arbustal de 6 años con un dosel relativamente abierto se midieron buenas tasas de crecimiento, de tal manera que no fue necesaria la apertura de fajas para el ingreso de luz. Por otro lado las plantas del enriquecimiento de un bosque secundario de 13 años mostraron crecimientos bastante reducidos (SEGNINI 1999), debido a que en el momento de la plantación el dosel estaba demasiado cerrado y se hubiera requerido de una apertura de fajas para el ingreso de luz.



## 5 Relevancia y acciones recomendadas

### 5.1 Aspectos silviculturales

- Para los finqueros de la zona seca de Costa Rica, cuya situación financiera ha ido empeorando en los últimos años debido a la reducida rentabilidad de la actividad ganadera, los bosques secundarios significan una posibilidad de utilización de los pastizales abandonados y una forma de mejorar sus ingresos.
- A pesar de que los bosques secundarios en la zona seca de Costa Rica en general presentan crecimientos más lentos que en las regiones húmedas, su composición de especies es sumamente interesante desde el punto de vista ecológico y económico, alcanzando después de 25 años niveles de diversidad parecidos a los de un bosque primario de la zona. Sus características los hacen especialmente aptos para la formación de corredores biológicos y para la protección de los recursos genéticos de la región. En este contexto los procesos de restauración natural y los factores que promueven el crecimiento de los bosques secundarios deben ser tomados en cuenta por las Áreas de Conservación, las organizaciones no gubernamentales (ONG's) y las organizaciones de Cooperación Técnica (CT) durante la planificación de estrategias para la formación y conservación de corredores biológicos.
- Los bosques secundarios de la zona seca de Costa Rica poseen un gran potencial silvicultural: además de la variada oferta de especies utilizables y del volumen comercializable, más del 60 % de los bosques poseen edades superiores a los 15 años, para los cuales ya se puede pensar en un primer aprovechamiento de madera. Además los bosques son rela-

tivamente grandes, lo cual permite un manejo en forma de fajas de regeneración. Por otro lado se ubican sobre terrenos planos o levemente ondulados y en la mayoría de los casos son fácilmente accesibles. En los próximos años se puede esperar una gran oferta de madera proveniente de los bosques secundarios de la región, con lo cual se reduciría la presión sobre los bosques primarios y se reemplazaría la “importación” de madera de otras regiones del país (principalmente de la Zona Norte).

- Un raleo en las fases tempranas a intermedias de desarrollo del bosque secundario podría ser ventajoso, ya que en ese momento la mayoría de especies se establecieron, además de que se encuentran en fases de crecimiento altamente dinámicas y la gran densidad de individuos comienza a reprimir el crecimiento. Si el manejo procura la producción de leña y de postes, en esta fase el bosque podría ser completamente aprovechado.
- La remanencia de árboles semilleros demostró ser favorable para la regeneración natural venidera, debido a que las sombras de sus copas mejoran las condiciones microclimáticas desde los primeros años (mayor humedad y menor temperatura) y posibilitan el establecimiento masivo de especies valiosas. En este contexto y tomando en cuenta el futuro del bosque secundario, la calidad de los árboles semilleros es tan importante como su cantidad, lo cual debe ser tomado en cuenta por los técnicos forestales responsables de la selección de árboles semilleros. A pesar de que la remanencia de árboles semilleros es reglamentada por la ley forestal, es necesario un control efectivo del Estado.
- Los bosques secundarios frecuentemente visitados por ganado vacuno son comparativamente pobres en especies arbóreas, además de mostrar problemas en la regeneración natural, llegando en algunos casos a la au-

sencia total del sotobosque. Si el objetivo principal es la producción de madera, no se recomienda el pastoreo, por lo menos en los primeros 5 a 10 años.

- En la zona seca de Costa Rica se debe considerar especialmente el control contra incendios forestales. Sin embargo el riesgo puede ser disminuido con la instalación de amplias fajas libres de vegetación. El certificado de protección de bosques (CPB) se adapta especialmente al financiamiento de este tipo de instalaciones.

## **5.2 Aspectos económicos**

- En la región de estudio los propietarios de bosques secundarios son finqueros que están acostumbrados a producir y recibir ingresos en períodos muy cortos. Ellos no planifican sus actividades por períodos largos y normalmente no realizan inversiones a largo plazo, ya que se priorizan las necesidades del momento. El manejo de los bosques secundarios analizados en el presente estudio se constituye en una inversión de mediano a largo plazo, la cual no ofrece retribuciones en los primeros 15 años y en algunos casos sólo es rentable después del primer turno de corta de 17 a 35 años (si el bosque tiene un área mínima de 30 ha). Por ello en un principio las opciones de manejo recomendadas en el presente trabajo podrían no ser atractivas para muchos finqueros, si el período hasta la primera cosecha no es superado, por ejemplo a través de estímulos financieros. Tomando en cuenta este marco, el Certificado de Protección de Bosques (CPB), que puede ser solicitado en los primeros años, cumple una función muy importante. En primer lugar estos incentivos forman parte de un primer estímulo para que el dueño del pastizal se decida a dejar crecer un bosque secundario y de protegerlo contra los incendios. El Estado debe continuar urgentemente con el programa CPB

si, tomando en cuenta los intereses de la sociedad, tiene la intención de asegurar la permanencia de las áreas restauradas y si quiere continuar promoviendo la formación de nuevos bosques.

- El CPB efectivamente cubre los costos de protección contra incendios forestales, pero no paga los costos del aprovechamiento forestal. A pesar de que es de esperarse que la inversión sea rentable a largo plazo, continúa la duda sobre la posibilidad de que los finqueros dispongan de suficientes medios financieros para realizar un manejo. Por ello se recomienda que el pago por servicios ambientales (PSA) sea extendido para bosques secundarios manejados. Tomando en cuenta el desarrollo sostenible, la utilización productiva y cuidadosa de los bosques privados es más ventajosa que su simple protección. Un ejemplo de PSA para el manejo de bosques secundarios fue el experimento ejecutado con éxito en Florencia de San Carlos (SOLÍS 1999).
- Una alternativa para reducir los costos totales del manejo de un bosque secundario es la venta de la madera en pie. La desventaja es de esta opción es que el finquero recibe menos ingresos, quedándose gran parte de las ganancias en manos de los intermediarios.

### **5.3 Aspectos político-institucionales**

- Los resultados demuestran que en varios casos el manejo de los bosques secundarios evaluados no es rentable si no es apoyado financieramente por el Estado y por la sociedad, en reconocimiento y compensación por los servicios ambientales que ofrecen los bosques. Por ello los conceptos de fomento practicados hasta el momento, como por ejemplo el Certificado de Protección de Bosques (CPB), deben ser continuados y ampliados hacia incentivos para el manejo de bosques.

- Se debería fomentar una modernización de la industria maderera en la zona seca de Costa Rica, por ejemplo a través de créditos favorables. La introducción de tecnologías para el procesamiento de trozas con diámetros menores fomentaría la utilización de los bosques secundarios y mejoraría su rentabilidad, ya que en turnos relativamente cortos generalmente sólo se aprovechan diámetros menores.
- Los dueños de bosques secundarios deben ser informados sobre las alternativas, desde el punto de vista legal y silvicultural, de manejo de sus bosques, para que se puedan decidir por el uso mejor adaptado a sus necesidades. Por ello se recomienda que los resultados del presente estudio formen parte de los contenidos de la extensión, tanto de las organizaciones estatales como privadas del sector agrícola y forestal.

#### **5.4 Iniciativas en el marco de la CT**

- Las iniciativas del Proyecto COSEFORMA (apoyado por la GTZ) contribuyeron enormemente en el fomento al manejo de los bosques secundarios en Costa Rica, principalmente complementando contenidos técnicos y políticos, diversificando la estructura de las organizaciones contrapartes, la cual incluye organizaciones estatales como privadas así como universidades, y combinando investigaciones aplicadas con labores de divulgación y de “lobbying” a nivel político.
- La CT debería continuar apoyando y fomentando investigaciones aplicadas en la zona seca de Costa Rica. En este sentido sería adecuada un trabajo conjunto entre la CT, las ONG’s, las universidades locales y los institutos de investigación.
- Con el fin de ampliar las opciones de manejo sostenible de los bosques secundarios, es necesario el fomento de la utilización y comercializa-

ción de los productos no maderables, debido a que su potencial ha sido poco estudiado hasta el momento. La CT podría apoyar esta iniciativa fomentando investigaciones para el manejo sostenible de los productos más promisorios. El desarrollo de productos finales comercializables y atractivos y la divulgación de sus alternativas de uso, podrían facilitar la comercialización de dichos productos en el ámbito nacional y posiblemente también a nivel internacional.

- La CT debería divulgar estos resultados no solamente a nivel de técnicos forestales, sino también a los propietarios de bosques secundarios y a las personas que toman las decisiones a nivel político, a través de días de campo, de campañas publicitarias y de otras formas de divulgación de información.

## **5.5 Investigación**

- A pesar de que en el marco de la presente investigación se elaboraron las bases más importantes para una utilización maderera exitosa en la zona seca de Costa Rica, aún existe un déficit de conocimientos respecto al manejo sostenible de los productos no maderables. En primer lugar deberían ser investigadas las especies con los productos más valiosos.
- Se sabe que las investigaciones aplicadas pueden contribuir enormemente a un desarrollo forestal estable y sostenible. Por ello las alternativas recomendadas en el marco del presente estudio deberían ser llevadas al nivel experimental, para luego ser monitoreadas periódicamente. Las instituciones de investigación y de formación profesional deberían acompañar a largo plazo dichos manejos experimentales.

## 6 Bibliografía

- ACG, 1999: Precio de madera rolliza en ¢ / pmt - período 1999. Informe PF-ACG-041. Área de Conservación Guanacaste, Programa Forestal, Liberia. No publicado.
- AIDE, T.M., J.K. ZIMMERMANN, L. HERRERA, M. ROSARIO und M. SERRANO, 1995: Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 77: 77-86.
- AKÇA, A., 1997: *Waldinventur*. 1. Aufl., Cuvillier Verlag, Göttingen.
- ALFARO, E., 1999: Efecto del bosque secundario de diferentes etapas sucesionales en las propiedades físicas y químicas del suelo; Estación Experimental Forestal Horizontes, Guanacaste, Costa Rica. Tesis, Ciencias Forestales con énfasis en Manejo Forestal, Escuela de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Universidad Nacional Autónoma, Heredia.
- ARAYA, M.V., 1997: Nuevos esquemas de financiamiento de la actividad forestal. In: *Resumen de Ponencias del III Congreso Forestal Nacional*. San José, 27. - 29. agosto 1997: 233-235.
- BENAVIDES, J.E., 1995: Research on fodder trees and shrubs. Workshop Universidad Nacional: Animal Production in Central America: Conservation and sustainable development, San José, Costa Rica. 8-12 agosto 2000: 39-66.
- BERROCAL, A., 1998: Estudio etnobotánico y de mercado de productos no maderables de bosques secundarios en la Región Chorotega, Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago.
- BERROCAL, A., 2000: Potencial económico de los productos no maderables de los bosques secundarios en la Región Chorotega de Costa Rica. In: *Memoria Seminario "Avances en el manejo del bosque secundario en Costa Rica"*. San José, 11. febrero 2000: 85-95.
- BERTI, C.G., 1999. Transformaciones recientes de la industria y la política forestal costarricense y sus implicaciones para el desarrollo de los bosques secundarios. Thesis M.Sc., Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación, Escuela de Posgrado, CATIE, Turrialba.

- BOERBOOM, J.H.A., 1974: Succession studies in the humid tropical lowlands of Surinam. In: Proceedings, 1<sup>st</sup> International Congress on Ecology. Structure, functioning and management of ecosystems. The Hague, Netherlands: Centre of Agricultural Publishing and Documentation: 343-347.
- BOLAÑOS, R., E. ALPÍZAR, J. ECHEVERRÍA and B. AYLWARD, 1996: Estimación de la productividad de bosques secundarios en tres micro-cuencas de Arenal, Costa Rica. CREED Costa Rica, Nota Técnica No. 5, San José.
- BUDOWSKI, G., 2000: Los bosques secundarios en el mundo: como comparar su manejo con bosques primarios y con plantaciones. In: Memoria del Seminario “Avances en el manejo del bosque secundario en Costa Rica”. San José, 11. febrero 2000: 1-4.
- CARRILLO, O., 1999: Comunicación personal.
- CENTRO CIENTÍFICO TROPICAL (CCT), WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI), 1991: La depreciación de los recursos naturales en Costa Rica y su relación con el sistema de cuentas nacionales. CCT, San José, Costa Rica; WRI Washington, D.C.
- CHAVES, H. und P. SPITTLER, 1997: Uso y cobertura del suelo – 1996. Estación Experimental Forestal Horizontes. Área de Conservación Guanacaste. MINAE/SINAC. Mapa escala 1:75.000. TeleSig, Universidad Nacional Autónoma, Heredia.
- CHAVES, H. und P. SPITTLER, 1999: Uso y cobertura del suelo – 1999. Estación Experimental Forestal Horizontes, Área de Conservación Guanacaste, MINAE/ SINAC. TeleSig, Universidad Nacional Autónoma, Heredia.
- CHAZDON, R.L. und F.G. COE, 1997: Abundance and diversity of useful woody species in second-growth, old-growth and selectively-logged forests of NE Costa Rica. In: Proceedings of the Conference: “Ecology and Management of Tropical Secondary Forest: Science, People, and Policy” held at CATIE, Nov. 10-12, 1992. Serie Técnica, Reuniones Técnicas N° 4, Turrialba: 165-190.
- CHIARI, J.R., 1999: Prescripción y aplicación de tratamientos silviculturales en bosque secundario, Boca Tapada de Pital, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Práctica de Especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago.
- CORLETT, R.T., 1995: Tropical secondary forests. Progress in Physical Geography 19 (2): 159-172.

- DAVIES, J., 1997: El sector forestal en la Zona Norte de Costa Rica: 1. La rentabilidad de sistemas de producción forestal. Proyecto de Manejo Integrado del Bosque Natural (DFID-CODEFORSA-MINAE-ITCR), Colección Técnica Manejo de Bosque Natural - Nr. 6, Ciudad Quesada.
- DE LAS SALAS, G., A. GARCÍA und A. AYALA, 1997: Caracterización florística y estructural de tres estados sucesionales del bosque de colinas bajas del Bajo Calima, Colombia. In: Proceedings of the Conference: "Ecology and Management of Tropical Secondary Forest: Science, People, and Policy" held at CATIE, Nov. 10-12, 1992. Serie Técnica, Reuniones Técnicas N° 4, Turrialba: 109-120.
- DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS, 2000: Tasas de inflación de Costa Rica, 1994-1999. In: Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), <http://www.sieca.org.gt>.
- EMRICH, A., B. POKORNY und C. SEPP, 2000: Entwicklungspolitische Relevanz der Sekundärwaldbewirtschaftung. ECO - Gesellschaft für sozialökologische Programmberatung. TWRP/GTZ-TÖB Seriennummer FTWF-18d, Eschborn.
- EWEL, J.J., 1977: Differences between wet and dry successional tropical ecosystems. *Geo-Eco-Trop.* 1 (2): 103-117.
- FASSBENDER, H., 1987. Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales. CATIE, Turrialba.
- FEDLMEIER, C., 1996: Sekundärwaldentwicklung auf aufgegebenen Weideflächen im Norden Costa Ricas. Tesis PhD, Forstwiss. Fachbereich, Univ. Göttingen.
- FINEGAN, B., 1992: El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. Serie Técnica, Informe Técnico nro. 188. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales. Publicación N° 5. CATIE. Turrialba.
- FINEGAN, B., 1997: Bases ecológicas para el Manejo de Bosques Secundarios de las Zonas Húmedas del Trópico Americano, recuperación de la biodiversidad y producción sostenible de madera. In: Memorias del "Taller Internacional sobre el Estado Actual y Potencial de Manejo y Desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina. Pucallpa, 02.-06. junio 1997: 106-119.

- FONAFIFO, 1999: Comunicación personal.
- GERHARDT, K., 1993. Regeneration of disturbed tropical dry forest in Costa Rica: a synthesis of experiments and observations. In: GERHARDT, K., 1994. Seedling Development of four tree species in secondary tropical dry forest in Guanacaste, Costa Rica. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 39. Uppsala.
- GÖTZE, U. und J. BLOECH, 1995: Investitionsrechnung - Modelle und Analysen zur Beurteilung von Investitionsvorhaben. Springer Lehrbuch, 2. Auflage., Berlin, Heidelberg, New York.
- GRÄFE, W., 1981: Struktur und Dynamikuntersuchungen in jungen Zweitwuchsbeständen der westlichen Llanos Venezuelas. Tesis PhD, Forstwiss. Fachbereich, Universität Göttingen.
- GRAU, H.R., M.F. ARTURI, A.D. BROWN und P.G. ACEÑOLAZA, 1997: Floristic and structural patterns along a chronosequence of secondary forest succession in Argentinian subtropical montane forests. *Forest Ecology and Management* 1997, 95 (2): 161-171.
- GREGERSEN, H.M. und A.H. CONTRERAS, 1980: Análisis económico de Proyectos Forestales. Estudio FAO Montes Nr. 17, Roma.
- GUARIGUATA, M.R., 1999: Early response of selected tree species to liberation thinning in a young secondary forest in Northeastern Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 124 (2-3): 255-261.
- GUARIGUATA, M.R., 2000: Seed and seedling ecology of tree species in neotropical secondary forests: management implications. *Ecological Applications* 10(1): 145-154.
- GUEVARA, S., J. MEAVE, P. MORENO-CASASOLA und J. LABORDE, 1992: Floristic composition and under structure of vegetation under isolated trees in Neotropical pastures. *J. Veg. Sci.* 3: 655-664.
- GUILLÉN, A. L., 1993: Inventario comercial y análisis silvicultural de bosques húmedos secundarios en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Tesis de licenciatura en Silvicultura Tropical. ITCR, Dpto. de Ingeniería Forestal, Cartago.
- HEINRICH, A. und R. BLANCKE, 1995: Diversität und Revitalisierungspotential tropischer Sekundärwälder und Aufforstungen in Costa Rica. *Ökologie Tropischer Waldsysteme*, TÖB Seriennr. F-II/1, Eschborn.

- HERNÁNDEZ, S. und J. BENAVIDES, 1995: Potencial forrajero de especies leñosas de los bosques secundarios de El Petén, Guatemala. In: Agroforestería en las Américas, Año 2, No. 6 (abr.-jun. 1995): 15-22.
- HERRERA, R.E., 1989: Evaluación financiera del manejo del bosque natural secundario en cinco sitios de Costa Rica. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba.
- HOLDRIDGE, L.R., W.C. GRANKE; W.H. HATHEWAY, T. LIANG und J.A. TOSI, 1971: Forest environments in tropical life zones (a pilot study). Pergamon Press, 1. Edition. London.
- HUMMEL, S., 2000: Coppice sprouts in *Cordia alliodora*. Journal of Tropical Forest Science 12(3): 552-560.
- HUTCHINSON, I.D., 1993: Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del Trópico Húmedo. Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales, CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico No. 204, Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales, Public. No. 7. Turrialba.
- IDA-FAO-Holanda, 1994: Plan de manejo – Bosque Natural de la Reserva del Asentamiento La Guaria (Junquillal). Proyecto Forestal Chorotega, Liberia.
- IMN, 1999: Datos climáticos de las estaciones meteorológicas de la Provincia de Guanacaste, período 1967-1999. San José.
- JANZEN, D.H., 1987: El crecimiento y la regeneración del Bosque Seco Natural en el Parque Nacional Santa Rosa. 1<sup>er</sup> Congreso Nacional Forestal. San José.
- JANZEN, D.H., 1988: Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. Annals of the Missouri Botanical Garden 75: 105-116.
- KNIGHT, D.H., 1975: An analysis of Late Secondary Succession in Species-Rich Tropical Forest. In: GOLLEY, F.B und E. MEDINA, 1975: Ecological Studies - Tropical Ecological Systems: Trends in Terrestrial and Aquatic Research. Springer-Verlag, New York.
- KRAMER, H. und A. AKÇA, 1995: Leitfaden für Waldmeßlehre. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M.
- KRAMER, R.A., N. SHARMA und M. MUNASINGHE, 1995: Valuing tropical forests. Methodology and case study of Madagascar. World Bank environment paper nr. 13. The World Bank, Washington, D.C.

- LADRACH, W.E. und J.A. WRIGHT, 1995: Natural Regeneration in a Secondary Colombian Rain Forest: Its Implications for Natural Forest Management in the Tropics. *Journal of Sustainable Forestry*, vol. 3 (1): 15-38.
- LAMPRECHT, H., 1986: *Waldbau in den Tropen*. Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin.
- LORENZI, H., 1992: *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Edit. Plantarum, Nova Odessa, São Paulo.
- LORENZI, H., 1998: *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, Vol. 2. Edit. Plantarum, Nova Odessa, São Paulo.
- MAGURRAN, A.E., 1988: *Ecological Diversity and its Measurement*. Croom Helm, London/Sidney.
- MANTA, M.J., 1988: *Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de baja en la vertiente atlántica de Costa Rica*. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba.
- MATA, R., 1982: *Variaciones pedogenéticas en tres secuencias del Pacífico Seco de Costa Rica*. Tesis M.Sc, UCR/CATIE, Turrialba.
- MELCHOR, J.I., 1988: *Uso maderable tradicional y características generales de algunas fases serales del bosque secundario, en la Región de Chontalpa, Tabasco, México*. Tesis M.Sc., Programa Forestal, Colegio de Postgraduados. Montecillos.
- MÉNDEZ, F., 1998: *Comunicación personal*. EEFH, Guanacaste.
- MINAE, 1996. Ley Forestal No. 7575. Alcance No. 21 a La Gaceta No. 72: 1-8.
- MINAE, 1998. Decreto Nro. 26612-MINAE: Valores mínimos de transferencia de la madera no industrializada. La Gaceta Nro. 16, 23. enero 1998. San José.
- MINAE, 1999. Decreto Ejecutivo Nro. 27998.MINAE: Principio, Criterios e Indicadores para el manejo sostenible de bosques secundarios y la certificación en Costa Rica. La Gaceta Nr. 147, 29. julio 1999. San José.
- MIZRAHI, A., J.M. RAMOS und J. JIMÉNEZ-OSORNIO, 1997: Composition, structure and management potential of secondary dry tropical vegetation in two abandoned henequem plantations of Yucatan, Mexico. *Forest Ecology and Management* 96(3): 273-282.
- MOLINA, C., 1973: *Estudio de la fertilidad de cinco suelos de Guanacaste*. Tesis, Fac. Agronomía, UCR, San José.

- MOLINA, M.A., 1995: Inducción del proceso de restauración del bosque seco tropical en el Área de Conservación Guanacaste. ACG - MINAE. No publicado. Estación Experimental Forestal Horizontes.
- MORALES, M., 1998: Lineamientos para el manejo de un bosque secundario a partir de una evaluación silvicultural, Florencia, San Carlos, Costa Rica. Práctica de Especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- MOSTACEDO, B. und T.S. FREDERICKSEN, 1999: Regeneration status of important tropical forest tree species in Bolivia: assessment and recommendations. *Forest Ecology and Management* 124: 263-273.
- MOYA, R. und V. ROJAS, 2000: Comunicación personal. ITCR, Cartago.
- MÜLLER, E., 1997: Land-use policy and secondary forest management in the Northern Zone of Costa Rica. In: Proceedings of the Conference: "Ecology and Management of Tropical Secondary Forest: Science, People, and Policy" held at CATIE, Nov. 10-12, 1992. Serie Técnica, Reuniones Técnicas N° 4, Turrialba: 11-18.
- MÜLLER, E. und SOLÍS, M., 1997: Los bosques secundarios en Costa Rica. COSEFORMA. In: Memorias del "Taller Internacional sobre el Estado Actual y Potencial de Manejo y Desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina. Pucallpa, 02.-06. junio 1997: 149-158.
- OLIVEIRA, L.C., 1997: Dinâmica de crescimento e regeneração natural de uma floresta secundária no Estado do Pará. In: Proceedings of the Conference: "Ecology and Management of Tropical Secondary Forest: Science, People, and Policy" held at CATIE, Nov. 10-12, 1992. Serie Técnica, Reuniones Técnicas N° 4, Turrialba: 69-87.
- ORTIZ, R., 1996: Bosque secundario por abandono de pastizales en la Región Huetar Norte de Costa Rica: análisis de algunos criterios económicos y ambientales. Thesis M.Sc., UNA, Heredia.
- ORTIZ, R., O. RAMÍREZ und B. FINEGAN, 1997: CO<sub>2</sub> mitigation service of Costa Rican secondary forests as economic alternative for joint implementation initiatives. In: Proceedings of the Conference: "Ecology and Management of Tropical Secondary Forest: Science, People, and Policy" held at CATIE, Nov. 10-12, 1992. Serie Técnica, Reuniones Técnicas N° 4, Turrialba: 213-227.

- PACHECO M., A., 1998: Inventario florístico durante la sucesión del Bosque Tropical Seco, Parque Nacional Santa Rosa, Guanacaste. Informe de Práctica de Especialidad, Departamento de Ingeniería Forestal, ITCR. Cartago.
- PÉREZ, R., A. ALVARADO und E. RAMÍREZ, 1978: Manual descriptivo del mapa de asociaciones de subgrupos de suelos de Costa Rica. San José.
- PICADO, W., 1995: Estudio etnobotánico de los bosques secundarios en el Pacífico seco, programa de incentivo al manejo del bosque secundario en Costa Rica. In: Memoria del Taller ACG: restauración de bosque húmedo tropical en pastizales dentro del corredor biológico Rincón-Cacao. 23.-24. feb. 1995: 31-37. P.N. Santa Rosa.
- QUESADA, R., 1999: Identificación y descripción de especies forestales en bosques secundarios en diferentes estadíos sucesionales de la Estación Experimental Forestal Horizontes, Área de Conservación Guanacaste. San José.
- QUESADA, R., 2000: Comunicación personal.
- QUIRÓS, S., 1999: Determinación y aplicación de tratamientos silviculturales en un bosque secundario, Pénjamo, Florencia, Alajuela, Costa Rica. Práctica de Especialidad, Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago.
- RAMAKRISHNAN, P.S., 1992: Vegetation Dynamics in Jhum Fallows. In: RAMAKRISHNAN, P.S., 1992: Shifting Agriculture and sustainable Development: an interdisciplinary study from North-Eastern India. The Parthenon Publishing Group, Man and Biosphere Series, 10: 205-239. Paris.
- REICHE, C., 1995: Aspectos económicos del manejo forestal. In: Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. 13. feb. – 24. mar. 1995, Ciudad Quesada.
- RODRÍGUEZ, J., 1997: Aspectos políticos e institucionales de los bosques secundarios tropicales de América Central. In: Memorias del “Taller Internacional sobre el Estado Actual y Potencial de Manejo y Desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina. Pucallpa, 02.-06. junio 1997: 141-148.
- SCHÄFER, C., 1997: Sekundärwaldentwicklung im Gebiet eines teilweise laubabwerfenden Waldes in Süd-Benin. Tesis PhD Forstwiss. Fachbereich. Univ. Göttingen.

- SCHOLZ, C., 2000: El banco de semillas del suelo en diferentes estados de sucesión en un bosque seco tropical de Costa Rica. In: Memoria Seminario "Avances en el manejo del bosque secundario en Costa Rica". San José, 11. febrero 2000: 136-155.
- SEGNINI, E., 1999: Requerimientos de radiación solar de siete especies nativas del bosque seco tropical en tres ambientes lumínicos, Estación Experimental Forestal Horizontes, Guanacaste, Costa Rica. Tesis M.Sc., Fak. für Forstwiss. u. Waldökologie, Univ. Göttingen.
- SEMPER, L., 1999: Persönliche Mitteilung. EEF Horizontes / ACG.
- SOLÍS, M., 1999: Resumen del plan de manejo en bosque secundario - pago se servicios ambientales (CAFMA). No publicado. Florencia, San Carlos.
- SOLÍS, M., 2000: Análisis del crecimiento en tres bosques secundarios de diferentes edades en la zona de Boca Tapada, San Carlos, Costa Rica, durante el período 1995-1998. In: Memoria del Seminario "Avances en el Manejo del Bosque Secundario en Costa Rica". San José, 11. febrero 2000: 127-134.
- SPITTLER, P., 1996. Schnellinventurverfahren in Sekundärwäldern der Region Huetar Norte von Costa Rica. Tesis M.Sc. Forstwiss. Fachbereich, Universität Göttingen.
- STAVER, C., R. SIMEONE und A. STOCKS, 1994: Land resource management and forest conservation in Central Amazonian Peru: regional, community, and farm-level approaches among native peoples. In: Mountain Research and Development 14(2): 147-157.
- UHL, C., R. BUSCHBACHER und E.A.S. SERRÃO, 1988: abandoned pastures in Eastern Amazonia. I. Patterns of plant succession. Journal of Ecology 76: 663-681.
- USDA/AID, 1985: Keys to soil taxonomy. Soil Management Support Services. Technical Monograph No. 6.
- VAN LOON, E., 1999: Daten der Klimastation auf einem Wassereinzugsgebiet der Forschungsstation Horizontes, von 1996 bis 1998. No publicado. Wageningen.
- VEILLON, J.P., 1985: El crecimiento de algunos bosques naturales de Venezuela en relación con los parámetros del medio ambiente. Revista Forestal Venezolana 29: 5-11.

- VÍQUEZ, M., 1995: Criterios para la toma de decisiones para manejar un bosque seco secundario en Vergel de Cañas, Guanacaste. Tesis, Programa de Licenciatura en Silvicultura Tropical, Dpto. de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago.
- WALTER, H. und H. LIETH, 1960: Klimadiagramm - Weltatlas. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- WEIDELT, H.-J., 1968: Der Brandhackbau in Brasilien und seine Auswirkungen auf die Waldvegetation. Tesis PhD. Forstwiss. Fakultät. Univ. Göttingen.
- WEIDELT, H.-J., 1969: Struktur und Dynamik von Sekundärwäldern dargestellt an Sukzessionsserien in Brasilien. Forstarchiv 40 (7/8): 125-132.
- WEIDELT, H.-J., 1999: Tropischer Waldbau, Skriptum. Institut für Waldbau, Abt. II: Waldbau der Tropen, Univ. Göttingen. No publicado.
- WHITMORE, T.C., 1997: A pantropical perspective on the ecology that underpins management of tropical secondary rain forests. In: Proceedings of the Conference: "Ecology and Management of Tropical Secondary Forest: Science, People, and Policy" held at CATIE, Nov. 10-12, 1992. Serie Técnica, Reuniones Técnicas N° 4, Turrialba: 19-34.
- WINTERS, A.F., 1997: Soils on the Pleistocene Ignimbritic Bagaces Formation, Guanacaste, Costa Rica. A Report on the results of two theses: a soil mapping project and a study on the physical aspects of soil genesis. Agricultural University Wageningen, Department of Soil Science and Geology, Wageningen.

# **Anexos**

Familia	Especie	Nombre común	Forma	TE	DS
Acanthaceae	<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.	---	Be	E	An
Amaranthaceae	<i>Achyranthes indica</i> (L.) Mill.	Uña de gato	Be	E	An
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Ron ron	Ar	E	Ba / Zo
"	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobo	Ar	H	Ba / Zo
"	<i>Spondias purpurea</i> L.	Jocote	Ar	H	Ba / Zo
Annonaceae	<i>Annona purpurea</i> Moc. & Sessé ex Dunal	Anonillo, oconoco	Ar	E	Zo / Ba
"	<i>Annona reticulata</i> L.	Anono	Ar	E	Ba / Zo
Apocynaceae	<i>Stemmadenia obovata</i> (Hook. & Arn.) K. Schum.	Huevos de toro, huevos de caballo	Ab	E	Ba / Zo
Araliaceae	<i>Sciadodendron excelsum</i> Griseb.	Espíritu, lagarto, jobo, palo de chile	Ar	E	Ba / Zo
Arecaceae	<i>Bactris guineensis</i> (L.) H.E. Moore	Coyolillo	Pa	E	Ba / Zo
Asteraceae	<i>Baltimora recta</i> L.	Florezilla	Ps	P	Ba / Zo
Bignoniaceae	<i>Amphilophium paniculatum</i> (L.) Kunth	Perrito	Ab	H	Ba
"	<i>Arrabidaea mollissima</i> (Kunth) Bureau & K. Schum.	---	Be	E	An
"	<i>Callichlamys latifolia</i> (Rich.) K. Schum.	Trillizo	Ab	H	An
"	<i>Crescentia alata</i> Kunth	Jícara	Ab	P	Ba / Zo
"	<i>Cydista aequinoctialis</i> (L.) Miers	---	Be	E	An
"	<i>Godmania aesculifolia</i> (Kunth) Standl.	Cortez blanco	Ar	H	An
"	<i>Macfadyena uncatata</i> (Andrews) Sprague & Sandwith	Garrobo	Be	H	An
"	<i>Mansoa hymenaea</i> A.H. Gentry	Josmeca	Be	H	An
"	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Martius ex. DC.) Standl.	Cortez negro	Ar	H	An
"	<i>Tabebuia ochracea</i> (A. Gentry) A. Gentry	Cortéz amarillo, corteza amarilla	Ar	H	An
"	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Roble sabana	Ar	H	An
Bixaceae	<i>Bixa urucurana</i> Willd.	Achiotillo	Ab	P	Ba / Zo
Bombacaceae	<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand	Pochote	Ar	E	An
"	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceibo, ceiba	Ar	H	An
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i> (Ruíz & Pav.) Oken	Laurel	Ar	H	An
"	<i>Cordia bicolor</i> A. DC.	Muñeco	Ar	H	An
"	<i>Cordia cymosa</i> (Donn. Smith) Standl.	Laurel mastate	Ar	H	An
"	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Laurel negro	Ar	H	An

Anexo A: Lista de las especies encontradas en los bosques evaluados, ordenadas por familias

Familia	Especie	Nombre Común	Forma	TE	DS
Bromeliaceae	<i>Bromelia hemispherica</i> Lam.	Piñuela	Et	E	Ba / Zo
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Indio desnudo, indio pelado, jiñocuabe	Ar	H	Ba
Cactaceae	<i>Hylocereus costaricensis</i> (F.A.C. Weber) Britton & Rose	Pitahaya	Ca	P	Ba / Zo
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumo	Ar	P	An
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	Serrecillo	Ar	E	An
"	<i>Licania arborea</i> Seem.	Alcornoque, alcornoco	Ar	E	Ba / Zo
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Poroporo	Ar	P	An
Dilleniaceae	<i>Tetracera volubilis</i> L.	Hoja chihua	Be	E	An
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea terniflora</i> (Moc. & Sessé ex DC) Standl.	Terciopelo	Ar	E	Ba / Zo
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum havanense</i> Jacq.	Palo de piedra	Be	E	Ba
Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i> L. (*)	Jabillo	Ar	H	Ba
"	<i>Sapium</i> sp	Yos	Ar	H	Ba / Zo
Fabaceae - Caes.	<i>Bauhinia manca</i> Standl.	Escalera de mono	Be	P	An
"	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Pie de venado	Ab	H	Ba
"	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Guapinol	Ar	E	Ba / Zo
Fabaceae - Mim.	<i>Acacia collinsii</i> Saff.	Cornizuelo	Ab	P	An
"	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Aromo	Ab	P	Ba / Zo
"	<i>Acacia tenuiflora</i> (L.) Willd.	Rompeteta	Ab	E	Ba / Zo
"	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn. Sm.) Britton & Rose	Carboncillo, gavilán	Ar	H	An
"	<i>Albizia carbonaria</i> Britton ex Britton & Wilson	---	Ar	H	An
"	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Guanacaste blanco	Ar	H	An
"	<i>Calliandra tergemina</i> (L.) Benth (*)	Casco de chancho	Ab	E	Ba
"	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	Guanacaste	Ar	H	Zo / Ba
"	<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth) Harms	Guayaquil, cenízaro macho, gavilán	Ar	H	An
"	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merril	Cenízaro	Ar	H	Ba / Zo
Fabaceae - Pap.	<i>Andira inermis</i> (Wright) Kunth	Almendo de montaña, alm. de monte	Ar	H	Ba / Zo
"	<i>Ateleia herbert-smithii</i> Pittier	Palo negro	Ar	E	Ba / Zo
"	<i>Dalbergia retusa</i> Hemsl.	Cocobolo	Ar	E	An
"	<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M. Sousa	Guachipelín	Ar	E	An

Familia	Especie	Nombre común	Forma	TE	DS
Fabaceae – Pap.	<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	Poró	Ar	H	Ba
“	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Madero negro	Ar	H	Ba / Zo
“	<i>Lonchocarpus felipei</i> (N. Zamora)	Chaperno	Ar	E	Ba
“	<i>Lonchocarpus minimiflorus</i> Donn. Sm.	---	Ab	E	Ba / Zo
“	<i>Lonchocarpus phlebophyllus</i> Standl. & Steryerm.	Abejón	Ab	P	Ba
“	<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	Sandal macho, nene	Ar	E	Ba / Zo
”	<i>Lonchocarpus schiedeanus</i> (Schltdl.) Harms	---	Ab	E	Ba
”	<i>Machaerium biovulatum</i> Micheli	---	Ar	H	Ba / Zo
”	<i>Machaerium kegelii</i> Meisn.	Garra de tigre	Be	H	An
”	<i>Machaerium pittieri</i> J.F. Macbr.	Sangre de toro	Ab	E	Ba / Zo
“	<i>Piscidia carthagenensis</i> Jacq.	Siete cueros	Ar	E	Ba
“	<i>Platymiscium parviflorum</i> Benth.	Cristobal	Ar	E	An
Fagaceae	<i>Quercus oleoides</i> Schltdl. & Cham.	Encino	Ar	H	Ba / Zo
Flacourtiaceae	<i>Casearia aculeata</i> Jacq.	Matacartago	Ab	E	Ba
“	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth.	---	Ab	E	Ba / Zo
“	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Cerito	Ab	E	Ba
Hippocrateaceae	<i>Semialarium mexicanum</i> (Miers) Mennega	---	Ab	E	Ba
Lamiaceae	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	Chan	Ps	H	Zo / Ba
Lauraceae	<i>Ocotea veraguensis</i> (Meissn.) Mez.	Canelo, aguacatillo	Ab	E	Ba / Zo
Malpighiaceae	<i>Bunchosia cornifolia</i> Kunth	Cerezo	Ab	E	Ba / Zo
“	<i>Malpighia glabra</i> L.	Acerola	Ab	E	Ba / Zo
Malvaceae	<i>Sida</i> sp	Escoba	Ps	P	An
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro amargo	Ar	H	An
“	<i>Trichilia hirta</i> L.	Cedro macho	Ar	H	Ba
“	<i>Trichilia martiana</i> C. DC.	Manteco	Ar	E	Ba / Zo
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ojoche	Ar	E	Ba / Zo
“	<i>Castilla elastica</i> Sessé	Hule	Ar	H	Ba / Zo
“	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Higuerón	Ar	H	Ba / Zo
“	<i>Ficus</i> sp 1	Matapalo	Ar	H	Ba / Zo

Familia	Especie	Nombre común	Forma	TE	DS
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) G. Don.	Mora	Ar	H	Ba / Zo
"	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	Ojochillo	Ar	E	Ba / Zo
Myrsinaceae	<i>Ardisia revoluta</i> Kunth.	Guastomate	Ab	E	Zo / Ba
Myrtaceae	<i>Eugenia salamensis</i> Donn. Sm.	Fruta de pava, pava	Ar	E	Ba
Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i> (Kunth.) Hitchc.	Arrocillo	Ps	H	An
Polygonaceae	<i>Coccoloba guanacastensis</i> W.C. Burger (*)	Papaturro	Ar	E	Ba / Zo
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	Sahino, danto	Ab	E	An
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl.) DC.	Madroño, colorado	Ar	H	An
"	<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.	Malacahuita, malacahuite	Ab	H	Zo / Ba
"	<i>Faramea occidentalis</i> (L.) A. Rich. (*)	---	Ab	E	Ba
"	<i>Genipa americana</i> L.	Tapaculo, guaitil	Ar	H	Ba / Zo
"	<i>Guettarda macrosperma</i> Donn. Sm.	Madroño negro	Ar	E	Zo / Ba
"	<i>Hamelia patens</i> Jacq.	Pico de pájaro, azulillo	Ab	H	Ba / Zo
"	<i>Psychotria horizontalis</i> Sw.	Flor estrella	Ab	H	Zo / Ba
Rubiaceae	<i>Randia karstenii</i> Pol.	Limoncillo	Ab	E	Ba / Zo
"	<i>Randia monantha</i> Benth.	Cardomo	Ab	H	Zo / Ba
Sapindaceae	<i>Allophyllus occidentalis</i> (Sw.) Radlk.	---	Ab	H	Ba
"	<i>Cupania guatemalensis</i> (Turcz.) Radlk.	Cupania, pozolillo	Ab	H	Ba
"	<i>Cupania sp 1</i>	---	Ab	H	Ba
"	<i>Paullinia cururu</i> L.	---	Be	H	An
"	<i>Sapindus saponaria</i> L.	Jaboncillo, chumico	Ar	H	Ba / Zo
"	<i>Serjania sp</i>	---	Be	E	An
"	<i>Thouinidium decandrum</i> (Humb. & Bonpl.) Radlk.	Matapulgas, sardinillo	Ar	H	An
Sapotaceae	<i>Manilkara chicle</i> (Pittier) Gilly	Níspero	Ar	E	Ba / Zo
"	<i>Sideroxylon capiri</i> (A.DC.) Pittier	Tempisque	Ar	E	Ba / Zo
Scrophulariaceae	<i>Russelia sarmentosa</i> Jacq.	---	Ab	E	Ba
Simaroubaceae	<i>Picramnia antidesma</i> Sw. (*)	Carne asada, quina	Ab	E	Ba / Zo
"	<i>Simarouba glauca</i> DC.	Aceituno	Ar	H	Ba / Zo
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácimo, guácimo ternero	Ar	P	Zo / Ba

Familia	Especie	Nombre común	Forma	TE	DS
Sterculiaceae	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	Panamá	Ar	H	Ba / Zo
Theophrastaceae	<i>Jacquinia nervosa</i> C. Presl.	Siempre viva	Ab	E	Ba / Zo
Tiliaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Peine de mico, peine de mono	Ar	H	Ba
"	<i>Luehea speciosa</i> Willd.	Guácimo molenillo	Ar	H	Zo / Ba
Tiliaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	Capulín	Ar	H	Ba / Zo
"	<i>Triumfetta lappula</i> L.	Mosote	Ab	H	Ba / Zo
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	Pica pica	Ab	H	Zo / Ba
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Siete negritos	Ab	P	Ba / Zo
Vitaceae	<i>Cissus rhombifolia</i> Vahl	---	Be	E	Zo / Ba

**Fuentes:** según LORENZI (1992, 1998), MOSTACEDO & FREDERICKSEN (1999) y QUESADA (1999)

**Leyenda:**

**Forma:**

Ar: Árbol      Be: Bejuco  
 Ab: Arbusto   Pa: Palmera  
 Ps: Pasto      Et: Epífita terrestre  
 Ca: Cactus

**TE (Tolerancia ecológica)**

H: Heliófita durable  
 P: Heliófita efímera o pionera  
 E: Esciófita

**DS (Dispersión de semillas)**

An: Anemócora  
 Ba: Barócora  
 Zo: Zoócora

(\*) Sólo presente en el bosque primario

**Anexo B:** Lista de las especies encontradas en los bosques secundarios evaluados, según las formas de utilización de su madera en la zona de estudio

Familia	Especie	Nombre común	Mc	Fo	Mu	Ar	Mh	Dt	Le	Po	Rc	Pc	Cg
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Ron ron	x		x	x							
	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	x	x	x					x			x
Araliaceae	<i>Sciadodendron excelsum</i>	Espíritu, lagarto	x						x				
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Jícaro							x				
	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Cortez negro	x							x	x	x	
	<i>Tabebuia ochracea</i>	Cortez amarillo	x							x	x	x	
	<i>Tabebuia rosea</i>	Roble sabana	x		x						x	x	
Bombacaceae	<i>Bombacopsis quinata</i>	Pochote	x		x	x							
	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceibo, ceiba	x	x						x			
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	x		x		x			x	x	x	
	<i>Cordia gerascanthus</i>	Laurel negro	x		x		x			x	x	x	
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Indio desnudo	x	x							x		
Chrysobalanaceae	<i>Licania arborea</i>	Alcornoque	x						x				
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Poro poro							x				
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea terniflora</i>	Terciopelo							x				
Euphorbiaceae	<i>Hura crepitans</i>	Javillo	x	x	x						x		
	<i>Sapium sp</i>	Yos	x						x		x		
Fabaceae - Caes.	<i>Bauhinia unguolata</i>	Pie de venado	x						x				
	<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	x		x	x		x		x	x	x	
Fabaceae - Mim.	<i>Albizia adinocephala</i>	Carboncillo, gavián	x		x				x	x			
	<i>Albizia niopoides</i>	Guanacaste blanco	x		x						x	x	
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	x		x				x		x	x	
	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Guayaquil	x						x	x	x	x	
	<i>Samanea saman</i>	Cenízaro	x		x	x							
Fabaceae - Pap.	<i>Andira inermis</i>	Almendro de montaña	x	x	x						x	x	
	<i>Dalbergia retusa</i>	Cocobolo	x		x	x				x			
	<i>Diphysa americana</i>	Guachipelín	x		x				x	x	x	x	x
	<i>Erythrina costaricensis</i>	Poró				x			x	x			

Familia	Especie	Nombre común	Mc	Fo	Mu	Ar	Mh	Dt	Le	Po	Rc	Pc	Cg
Fabaceae - Pap.	<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	x						x	x	x		
	<i>Lonchocarpus felipei</i>	Chaperno							x	x			
	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Sandal macho						x	x		x		
	<i>Piscidia carthagenensis</i>	Siete cueros	x		x				x	x	x		
	<i>Platymiscium parviflorum</i>	Cristobal	x		x	x			x	x			
Fagaceae	<i>Quercus oleoides</i>	Encino							x	x	x		
Lauraceae	<i>Ocotea veraguensis</i>	Canelo, aguacatillo	x						x	x	x	x	
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo	x	x	x	x						x	
	<i>Trichilia hirta</i>	Cedro macho	x	x	x	x						x	
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojoche	x	x					x				
	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	x		x					x	x		
Proteaceae	<i>Roupala montana</i>	Sahino, danto							x	x			
Rubiaceae	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Madroño, colorado							x				
	<i>Chomelia spinosa</i>	Malacahuita							x	x			
	<i>Genipa americana</i>	Tapaculo, guaitil	x			x	x		x		x		
	<i>Guettarda macrosperma</i>	Madroño negro							x				
Sapotaceae	<i>Manilkara chicle</i>	Níspero, níspero chicle	x		x			x	x	x	x	x	
	<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	x	x						x	x	x	
Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	Aceituno	x	x		x			x	x	x		
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo, guácimo ternero							x				x
	<i>Sterculea apetala</i>	Panamá	x	x	x						x		x
Tiliaceae	<i>Luehea speciosa</i>	Guácimo molenillo	x	x	x				x		x	x	

**Legenda:**

Mc: Madera de construcción      Le: Leña  
Fo: Formaleta                      Po: Postes  
Mu: Muebles                        Rc: Reglas de corral  
Ar: Artesanía                        Pc: Portones de corral  
Mh: Mangos de herramientas      Cg: Canoas de ganado  
Dt: Durmientes de tren

Anexo C: Lista de precios de maderas y leñas de las especies encontradas en los bosques secundarios evaluados

Clases de calidad	Especie	Nombre común	Precio de la madera en pie			Precio de la madera aserrada		
			(¢/pmt)	(¢/m <sup>3</sup> )	(US\$/m <sup>3</sup> )	(¢/pmt)	(¢/m <sup>3</sup> )	(US\$/m <sup>3</sup> )
Formaleta (dap ≥ 30 cm)	<i>Apeiba tibourbou</i>	Peine de mico	14	6.674	24,27	90	41.712	151,68
	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojoche	18	8.528	31,01	115	53.299	193,81
	<i>Bursera simaruba</i>	Indio desnudo	14	6.674	24,27	90	41.712	151,68
	<i>Castilla elastica</i>	Hule	14	6.674	24,27	90	41.712	151,68
	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceibo, ceiba	12	5.636	20,49	76	35.223	128,08
	<i>Erythrina costaricensis</i>	Poró	14	6.674	24,27	90	41.712	151,68
	<i>Ficus insipida</i>	Higuerón	14	6.674	24,27	90	41.712	151,68
	<i>Hura crepitans</i> <sup>1</sup>	Jabillo	12	5.784	21,03	78	36.150	131,45
	<i>Luehea speciosa</i>	Guácimo molenillo	14	6.674	24,27	90	41.712	151,68
	<i>Sapium sp</i>	Yos	14	6.674	24,27	90	41.712	151,68
	<i>Simarouba glauca</i>	Aceituno	14	6.674	24,27	90	41.712	151,68
	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	10	4.449	16,18	60	27.808	101,12
	<i>Sterculea apetala</i>	Panamá	20	9.269	33,71	125	57.933	210,66
Madera semidura (dap ≥ 25 cm)	<i>Albizia adinocephala</i>	Carboncillo, gavián	25	11.790	42,87	159	73.691	267,97
	<i>Albizia niopoides</i>	Guanacaste blanco	30	14.089	51,23	190	88.058	320,21
	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	30	14.015	50,96	189	87.594	318,52
	<i>Genipa americana</i>	Tapaculo, guaitil	30	14.089	51,23	190	88.058	320,21
	<i>Licania arborea</i>	Alcornoque	30	14.089	51,23	190	88.058	320,21
	<i>Lonchocarpus felpei</i>	Chaperno	30	14.089	51,23	190	88.058	320,21
	<i>Ocotea veraguensis</i>	Canelo, aguacatillo	24	11.049	40,18	149	69.056	251,11
	<i>Piscidia carthagenensis</i> <sup>2</sup>	Siete cueros	24	11.346	41,26	153	70.910	257,85
	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Guayaquil	23	10.604	38,56	143	66.275	241,00
	<i>Quercus oleoides</i>	Encino	22	10.011	36,40	135	62.567	227,52
	<i>Roupala montana</i>	Sahino, danto	30	14.089	51,23	190	88.058	320,21
	<i>Samanea saman</i>	Cenízaro	30	14.015	50,96	189	87.594	318,52
	<i>Sciadodendron excelsum</i>	Espíritu, lagarto	26	12.087	43,95	163	75.544	274,71
<i>Sloanea terniflora</i>	Terciopelo	30	14.089	51,23	190	88.058	320,21	

Clases de calidad	Especie	Nombre común	Precio de la madera en pie			Precio de la madera aserrada		
			(¢/pmt)	(¢/m <sup>3</sup> )	(US\$/m <sup>3</sup> )	(¢/pmt)	(¢/m <sup>3</sup> )	(US\$/m <sup>3</sup> )
Madera dura (dap ≥ 25 cm)	<i>Andira inermis</i>	Almendo de montaña	34	15.943	57,97	215	99.644	362,34
	<i>Crescentia alata</i> <sup>2</sup>	Jícaro	32	14.831	53,93	200	92.692	337,06
	<i>Diphysa americana</i>	Guachipelín	34	15.572	56,63	210	97.327	353,92
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	32	14.682	53,39	198	91.766	333,69
	<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	34	15.572	56,63	210	97.327	353,92
	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	32	14.831	53,93	200	92.692	337,06
	<i>Manilkara chicle</i>	Níspero	31	14.238	51,77	192	88.985	323,58
	<i>Tabebuia ochracea</i>	Cortéz amarillo	32	14.831	53,93	200	92.692	337,06
	<i>Tabebuia rosea</i>	Roble sabana	34	15.572	56,63	210	97.327	353,92
	<i>Trichilia hirta</i>	Cedro macho	33	15.202	55,28	205	95.010	345,49
Madera fina (dap ≥ 15 cm)	<i>Astronium graveolens</i>	Ron ron	36	16.536	60,13	223	103.352	375,83
	<i>Bombacopsis quinata</i>	Pochote	37	17.278	62,83	233	107.987	392,68
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo	36	16.907	61,48	228	105.669	384,25
	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Sandal macho, nene	40	18.538	67,41	250	115.866	421,33
	<i>Sideroxylon capiri</i>	Tempisque	36	16.685	60,67	225	104.279	379,20
	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Cortez negro	40	18.538	67,41	250	115.866	421,33
Madera muy fina (dap ≥ 15 cm)	<i>Dalbergia retusa</i>	Cocobolo	56	25.954	94,38	350	162.212	589,86
	<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	43	19.799	72,00	267	123.744	449,98
	<i>Platymiscium parviflorum</i>	Cristobal	50	23.359	84,94	315	145.991	530,87

**Fuentes:** según MINAE (1998), ACG (1999), BERTI (1999), MOYA & ROJAS (2000) y encuestas propias a los propietarios de 17 aserraderos

**Leyenda:**

1 m<sup>3</sup> = 463,5 pmt (pulgada métrica tica)

US\$ 1,- = ¢ 275,- (colones) en febrero de 1999

<sup>1</sup>: esta especie sólo es procesada contra pedido especial, ya que la madera posee propiedades cáusticas

<sup>2</sup>: esta especie sólo es procesada contra pedido especial, ya que la madera sólo posee aplicaciones limitadas

**Lista de precios de la leña: en la página siguiente ↓**

Clases de calidad	Especie	Nombre común	Precio de la leña en pie		Precio de la leña picada		
			(¢ / m <sup>3</sup> )	(US\$ / m <sup>3</sup> )	(¢ / carreta)	(¢ / st)	(US\$ / st)
Brennholz	<i>Bauhinia unguolata</i>	Pie de venado	715	2,60	2.500	1.000	3,64
	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Madroño, colorado	715	2,60	2.500	1.000	3,64
	<i>Chomelia spinosa</i>	Malacahuita, malacahuite	715	2,60	2.500	1.000	3,64
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo, g. Ternero	715	2,60	2.500	1.000	3,64
	<i>Guettarda macrosperma</i>	Madroño negro	715	2,60	2.500	1.000	3,64

**Fuentes:** según MÉNDEZ (1998), CARRILLO (1999) y encuesta propias a propietarios de 30 bosques secundarios

**Leyenda:**

US\$ 1,- = ¢ 275,- (colones) en febrero de 1999

1 st (estéreo)  $\cong$  0,7 m<sup>3</sup>

1 carreta  $\cong$  300 leños  $\cong$  2,5 st  $\cong$  1,75 m<sup>3</sup>

**Anexo D:** Ingresos y egresos [US\$] durante el manejo de un bosque secundario según el método de corta de regeneración con turno de corta reducido, con Certificado de Protección de Bosques (CPB) en el primer turno y según el tamaño del bosque

Actividades	Tala rasa simple			Fajas de reg.	
	Año	Monto [US\$]		Año	Monto[US\$]
		10 ha	30 ha		
<b>A. Egresos para la planificación</b>					
Plan de manejo <sup>1</sup>	17+34+51	1.909,50	3.273,30	17	7.274,00
Plan de protección <sup>2</sup>	0	88,50	265,50	0	1.770,00
<b>B. Egresos para tratamientos silvicult.</b>		0,00	0,00		0,00
<b>C. Egresos para la cosecha</b>					
Corte <sup>3</sup>	17+34+51	2.294,70	6.884,10	17 - 51	108.096,26
Arrastre <sup>3</sup>	17+34+51	7.134,30	21.402,90	17 - 51	336.075,26
Picado y apilado de la leña	17+34+51	330,24	990,72	17 - 51	5.162,76
Preparación de los postes <sup>4</sup>	17+34+51	1.104,90	3.314,70	17 - 51	15.998,63
Transporte de la leña <sup>6</sup>	17+34+51	1.347,00	4.041,00	17 - 51	21.058,05
Transporte de la madera al aserradero <sup>5</sup>	17+34+51	1.191,21	3.573,63	17 - 51	56.114,25
Transporte de los postes <sup>6</sup>	17+34+51	646,08	1.938,24	17 - 51	9.354,97
<b>D. Otros egresos</b>					
Regencia del aprovechamiento final <sup>4</sup>	17+34+51	2.598,30	7.794,90	17 - 51	35.662,90
Regencia anual del plan de protección <sup>2</sup>	1-10	482,80	482,80	1 - 10	1.502,10
Protección contra incendios y cacería <sup>5</sup>	0-51	5.133,39	8.067,12	0 - 51	22.000,68
Administración, trámites <sup>9</sup>	0+17+34+ 51	109,12	109,12	0, 17-51	959,04
<b>Egresos acumulados (US\$)</b>		<b>24.370,04</b>	<b>62.138,03</b>		<b>621.028,90</b>
Ingresos por la venta de leña <sup>7</sup>	17+34+51	4.586,40	13.759,20	17 - 51	71.700,94
Ingresos por la venta de postes <sup>7</sup>	17+34+51	6.096,00	18.288,00	17 - 51	88.268,86
Ingresos por la venta de madera aserr. <sup>6</sup>	17+34+51	17.868,48	53.605,44	17 - 51	841.731,49
Ingresos por el CPB <sup>10</sup>	1-10	4.363,60	13.090,80	1 - 10	87.272,00
<b>Ingresos acumulados (US\$)</b>		<b>32.914,48</b>	<b>98.743,44</b>		<b>1.088.973,29</b>
<b>Ingresos - egresos (US\$)</b>		<b>8.544,44</b>	<b>36.605,41</b>		<b>467.944,39</b>

**Leyenda:** todos los montos en US\$, actualizados a feb. 1999 (US\$ 1,- = ₡ 275,-)

**Fuentes:**

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| 1: ACG (1999)             | 6: Datos propios         |
| 2: QUESADA (2000)         | 7: MÉNDEZ (1998)         |
| 3: ORTIZ (1996)           | 8: BOLAÑOS et al. (1996) |
| 4: VÍQUEZ (1995)          | 9: DAVIES (1997)         |
| 5: IDA-FAO-HOLANDA (1994) | 10: FONAFIFO (1999)      |

**Anexo E:** Ingresos y egresos [US\$] durante el manejo de un bosque secundario según el método de corta de regeneración con turno de corta largo, con Certificado de Protección de Bosques (CPB) en el primer turno y según el tamaño del bosque

Actividades	Tala rasa simple			Fajas de reg.	
	Año	Monto [US\$]		Año	Monto[US\$] 200 ha
		10 ha	30 ha		
<b>A. Egresos para la planificación</b>					
Plan de manejo <sup>1</sup>	17	636,50	1.091,10	17	7.274,00
Plan de protección <sup>2</sup>	0	88,50	265,50	0	1.770,00
<b>B. Egresos para tratamientos silvicult.</b>					
Corte <sup>9</sup>	17	355,02	1.065,06	17	7.100,40
Sel. y marcado de árboles deseables <sup>9</sup>	17	256,40	769,20	17	5.128,00
Liberación de árboles deseables <sup>8</sup>	17	445,50	1.336,50	17	8.910,00
Arrastre <sup>3</sup>	17	214,84	644,52	17	4.296,80
Picado y apilado de leña <sup>4</sup>	17	8,12	24,36	17	162,40
Preparación de postes <sup>4</sup>	17	98,60	295,80	17	1.972,00
Transporte de leña <sup>6</sup>	17	32,98	98,94	17	659,60
Transporte de madera al aserradero <sup>5</sup>	17	363,42	1.090,26	17	7.268,40
Transporte de postes <sup>6</sup>	17	57,56	172,68	17	1.151,20
<b>C. Egresos para cosecha final</b>					
Corte <sup>3</sup>	50	2.294,70	6.884,10	50	917,88
Arrastre <sup>3</sup>	50	7.161,30	21.483,90	50	2.864,52
Picado y apilado de leña <sup>4</sup>	50	319,87	959,61	50	127,95
Preparación de postes <sup>4</sup>	50	400,20	1.200,60	50	160,08
Transporte de leña <sup>6</sup>	50	1.299,34	388,02	50	519,74
Transporte de madera al aserradero <sup>5</sup>	50	5.027,31	15.081,93	50	2.010,92
Transporte de postes <sup>6</sup>	50	234,01	702,03	50	93,60
<b>D. Otros egresos</b>					
Regencia del raleo y de la cosecha <sup>4</sup>	17+50	1.732,20	5.196,60	17+50	17.668,44
Regencia anual del plan de protección <sup>2</sup>	1-10	482,80	482,80	1-10	1.502,10
Protección contra incendios y cacería <sup>5</sup>	0-50	5.039,20	7.919,10	0-50	21.597,00
Administración, trámites <sup>9</sup>	0+17+50	81,84	81,84	0+17+50	81,84
<b>Egresos acumulados (US\$)</b>		<b>26.630,21</b>	<b>67.234,45</b>		<b>93.236,87</b>
Ingresos por venta de leña <sup>7</sup>	17+50	4.524,00	13.572,00	17+50	4.004,60
Ingresos por venta de postes <sup>7</sup>	17+50	2.752,00	8.256,00	17+50	11.763,20
Ingresos p. venta de madera aserrada <sup>6</sup>	17+50	46.566,60	139.698,00	17+50	100.182,24
Ingresos por CPB <sup>10</sup>	1-10	4.363,60	13.090,80	1-10	87.272,00
<b>Ingresos acumulados (US\$)</b>		<b>58.206,20</b>	<b>174.616,80</b>		<b>203.222,04</b>
<b>Ingresos - egresos (US\$)</b>		<b>31.575,99</b>	<b>107.382,35</b>		<b>109.985,17</b>

**Legenda:** todos los montos en US\$, actualizados a feb. 1999 (US\$ 1,- = ¢ 275,-)

**Fuentes:**

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| 1: ACG (1999)             | 6: Datos propios         |
| 2: QUESADA (2000)         | 7: MÉNDEZ (1998)         |
| 3: ORTIZ (1996)           | 8: BOLAÑOS et al. (1996) |
| 4: VÍQUEZ (1995)          | 9: DAVIES (1997)         |
| 5: IDA-FAO-HOLANDA (1994) | 10: FONAFIFO (1999)      |

**Anexo F:** Ingresos y egresos [US\$] durante el manejo de un bosque secundario según el método de aprovechamiento selectivo, con Certificado de Protección de Bosques (CPB) en el primer turno y según el tamaño del bosque

Actividades	Manejo del área total			Fajas de reg.	
	Año	Monto [US\$]		Año	Monto[US\$]
		10 ha	30 ha		
<b>A. Egresos para la planificación</b>					
Plan de manejo <sup>1</sup>	17+50	1.273,00	2.182,20	17+50	14.548,00
Plan de protección <sup>2</sup>	0	88,50	265,50	0	1.770,00
<b>B. Egresos para tratamientos silvicult.</b>					
Corte <sup>9</sup>	17	355,02	1.065,06	17	7.100,40
Sel. y marcado de árboles deseables <sup>9</sup>	17	256,40	769,20	17	5.128,00
Liberación de árboles deseables <sup>9</sup>	17	445,50	1.336,50	17	8.910,00
Arrastre <sup>3</sup>	17	214,84	644,52	17	4.296,80
Picado y apilado de leña <sup>4</sup>	17	8,12	24,36	17	162,40
Preparación de postes <sup>4</sup>	17	98,60	295,80	17	1.972,00
Transporte de leña <sup>6</sup>	17	32,98	98,94	17	659,60
Transporte de madera al aserradero <sup>5</sup>	17	363,42	1.090,26	17	7.268,40
Transporte de postes <sup>6</sup>	17	57,56	172,68	17	1.151,20
<b>C. Egresos para la cosecha</b>					
Corte <sup>3</sup>	50	1.364,85	4.094,55	50	595,94
Arrastre <sup>3</sup>	50	5.459,43	16.378,29	50	2.183,77
Picado y apilado de leña <sup>4</sup>	50	73,37	220,11	50	29,35
Transporte de leña <sup>6</sup>	50	293,48	880,44	50	117,39
Transporte de madera al aserradero <sup>5</sup>	50	2.358,58	7.075,74	50	943,43
<b>D. Otros egresos</b>					
Regencia del raleo y de la cosecha <sup>4</sup>	17+50	1.732,20	3.464,40	17+50	17.668,44
Regencia anual del plan de protección <sup>2</sup>	1-10	482,80	482,80	1-10	1.502,10
Protección contra incendios y cacería <sup>5</sup>	0-50	5.039,20	7.919,10	0-50	21.597,00
Administración, trámites <sup>9</sup>	0+17+50	81,84	81,84	0+17+50	81,84
<b>Egresos acumulados (US\$)</b>		<b>20.079,69</b>	<b>48.542,29</b>		<b>97.686,06</b>
Ingresos por venta de leña <sup>7</sup>	17+50	1.124,00	3.372,00	17+50	2.644,80
Ingresos por venta de postes <sup>7</sup>	17+50	544,00	1.632,00	17+50	10.880,00
Ingresos p. venta de madera aserrada <sup>6</sup>	17+50	30.408,43	91.225,29	17+50	93.718,97
Ingresos por CPB <sup>10</sup>	1-10	4.363,60	13.090,80	1-10	87.272,00
<b>Ingresos acumulados (US\$)</b>		<b>36.440,03</b>	<b>109.320,09</b>		<b>194.515,77</b>
<b>Ingresos - egresos (US\$)</b>		<b>16.360,34</b>	<b>60.777,80</b>		<b>96.829,71</b>

**Leyenda:** todos los montos en US\$, actualizados a feb. 1999 (US\$ 1,- = ¢ 275,-)

**Fuentes:**

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| 1: ACG (1999)             | 6: Datos propios         |
| 2: QUESADA (2000)         | 7: MÉNDEZ (1998)         |
| 3: ORTIZ (1996)           | 8: BOLAÑOS et al. (1996) |
| 4: VÍQUEZ (1995)          | 9: DAVIES (1997)         |
| 5: IDA-FAO-HOLANDA (1994) | 10: FONAFIFO (1999)      |



*Deutsche Gesellschaft für  
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH*

**Begleitprogramm Tropenökologie (TÖB)**

**Programa de apoyo ecológico**

**Postfach 5180**

**D-65726 Eschborn**

**República Federal de Alemania**

**Fax +49-(0)6196-79-6190**

**E-Mail: TOEB@gtz.de**

**Internet: <http://www.gtz.de/toeb>**



Bundesministerium  
für wirtschaftliche  
Zusammenarbeit  
und Entwicklung



Im Auftrag des Bundesministeriums für  
wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ)