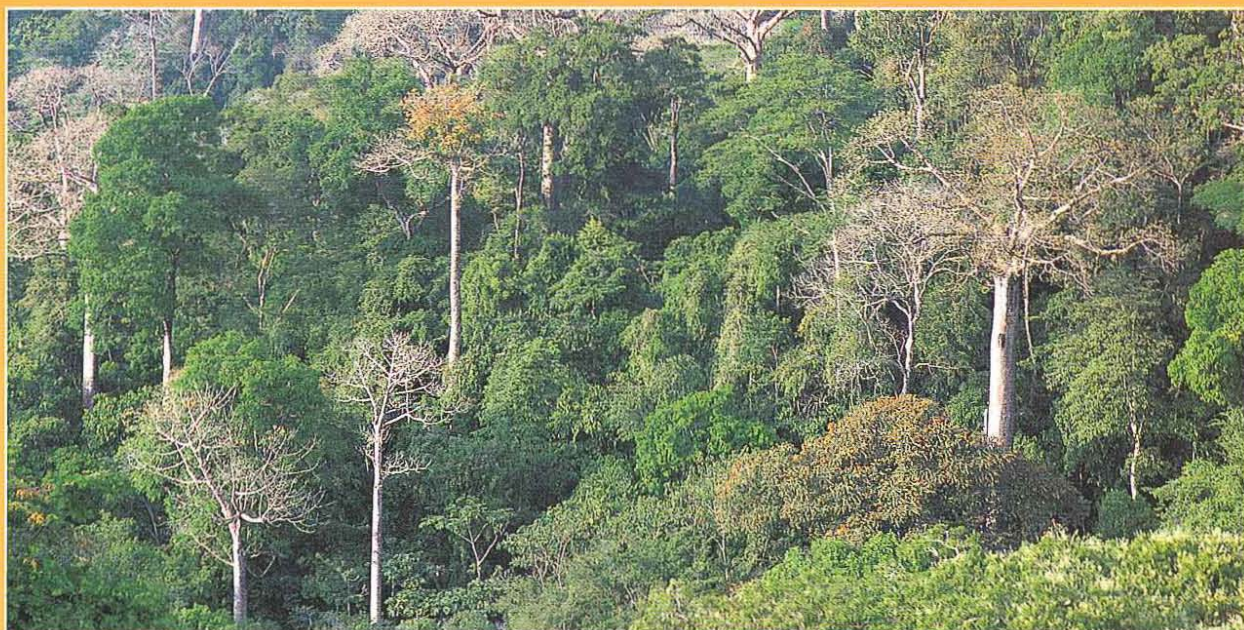


Revista FORESTAL

Centroamericana

Julio - Setiembre 2001 N° 35



Tala ilegal: un atentado para la diversidad

Los bosques secundarios y las perspectivas para su manejo productivo

La teca: una madera de alto valor económico y comercial



CATIE

<http://www.catie.ac.cr>

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, es una asociación civil, sin fines de lucro, autónoma, de carácter internacional, cuya misión es mejorar el bienestar de la humanidad, aplicando la investigación científica y la enseñanza de posgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre estos miembros se encuentran: Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Venezuela, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) Costa Rica, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) de Puerto Rico y PALMAVEN de Venezuela.

Director General

Pedro Ferreira Rossi

Programa de Investigación

Markku Kanninen

Director de

Administración y Finanzas

Luis Enrique Ortiz

Programa de Enseñanza

Al Moslemi

Programa de

Proyección Externa

Alan González

Comité Editorial Operativo

Manuel Gómez	Especialista/Socioeconomía Ambiental, CATIE
Gabriel Robles	Jefe Área de Capacitación, CATIE
Rodolfo Salazar	Líder Proyecto PROSEFOR, CATIE
Luis Meléndez	Especialista/Agroforestería/Editor Revista Agroforestería en las Américas, CATIE
Lorena Orozco	Investigadora/Unidad de Manejo de Bosques Naturales, CATIE
William Vásquez	Especialista/Jefe, Banco de Semillas Forestales, CATIE

Comité Editorial Internacional

Tania Ammour	Directora de Planificación Estratégica, CATIE
José Joaquín Campos	Jefe del Área Manejo de Bosques y Biodiversidad, CATIE
Ronnie De Camino	Consultor para CATIE, UPAZ
Glenn Galloway	Jefe Unidad Manejo de Bosques Naturales, CATIE
David Kaimowitz	Director General del CIFOR
Anita Varsa	Coordinadora PROCAFOR

Editora: Alexandra Cortés.

Diseño y diagramación: Rocío Jiménez.

Secretarías: Vicza Salazar.

Diseño Internet: Guiselle Brenes.

Revisión bibliográfica: Rigoberto Aguilar.

La Revista es editada y producida en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

Los contenidos, ideas u opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad de los autores; no reflejan necesariamente la opinión de la Revista Forestal Centroamericana.

Se permite la reproducción parcial o total de los materiales e ilustraciones aquí publicados, siempre y cuando se mencione la fuente, se remita una copia de la publicación a la redacción de la revista y se use sin fines lucrativos.

Impresión

Impresión Comercial La Nación.
La edición consta de 1 400 ejemplares

Para suscripciones y anuncios, favor comunicarse con:

Revista Forestal Centroamericana

CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica
Tel: (506) 556 6784/556 0026/556 6431 ext. 405
Fax: (506) 556 6282/556 1533
rforesta@catie.ac.cr
<http://www.catie.ac.cr/informacion/RFCA>

Representaciones Nacionales del CATIE

COLOMBIA

MSc. John Mario Rodríguez
Asesor de Relaciones
Externas del CATIE.
Convenio Universidad
Tecnológica de Pereira-
CATIE
Apartado Postal 097
Pereira, Colombia
Tel: (576) 3 218 738
Correo electrónico:
jrodrigu@telesat.com.co

COSTA RICA

Edificio de la FAO,
Sabana Sur
300 metros al oeste del
Ministerio de Agricultura,
Carretera a Escazú.
San José, Costa Rica
Tel: (506) 296 5816
Fax: (506) 232 0735

GUATEMALA

Dr. David Monterroso
Apartado Postal 76-A
15 calle y 1a. Ave. Esquina
Zona 10. Edificio Céntrica
Plaza, 4 nivel, Of. 401.
Guatemala, Guatemala.
Fax: (502) 366-2643
Tel: (502) 336-2648/2649
Correo electrónico:
dmonterros@guate.net

EL SALVADOR

Apartado 1-96. 1a. Calle
Poniente y 61 Ave. Norte.
Edificio Bukele, Planta baja,
San Salvador, El Salvador
Tel: (503) 261-2036/2037
Fax: (503) 261-2039
Correo electrónico:
catie@navegante.com.sv

HONDURAS

Lic. María Eugenia Pineda
Apartado Postal #2088.
Secretaría de Recursos
Naturales. 1ª Planta,
Edificio Principal,
Boulevard Miraflores

Tegucigalpa, Honduras.
Tel: (504) 235-6609/6773
Fax: (504) 235-6610
Correo electrónico:
catiehon@gbm.hn

MEXICO

Dr. Miguel Caballero
Calzada del Ejército
Nacional. 311 Primer Piso
Colonia El Tecolote
Tepic, Nayarit, México
Tel: (52) 32 100807/149967
Fax: (52) 32 148850
Correo electrónico:
catie@tepic.megared.net.mx

NICARAGUA

MSc. Jorge Jiménez
Apartado Postal #4830,
Km 8 1/2 Carretera a
Masaya.
Ministerio de Agricultura,
Managua, Nicaragua
Tel: (505) 276-1109/1026
Fax: (505) 276-1108
Correo electrónico:
catiecot@tmx.com.ni

PANAMA

Edificio 95
Ciudad del Saber.
Apartado Postal #5388.
Clayton, Panamá
Tel: (507) 317 0197/0198
Fax: (507) 317-0199
Correo electrónico:
catiepanama@cwpanama.net

VENEZUELA

Dr. Mariano Mujica
Asesor de Relaciones
Externas del CATIE,
Universidad de Yacambú,
Calle 41 entre carreteras
15 y 16, Barquisimeto,
Estado de Lara 3001,
Venezuela.
Tel: (58) (251) 254 7101
Fax: (58) (251) 446 4447
Correo electrónico:
act@iica.int.ve

Representaciones Nacionales del IICA

BELICE

Dr. Jaime Mauricio Salazar
Representante IICA
Apartado Postal #448
Belmopán, Belice
Tel: (501-8) 02-222
Fax: (501-8) 20-286
Correo electrónico:
iica@bt.net

REPUBLICA DOMINICANA

Dr. Rafael Marte
Representante IICA
Fray Cipriano de Utrera.
Esquina Avenida República
del Líbano. Centro de los
Héroes, Santo Domingo,
República Dominicana
Apartado Postal #711
Tel: (1 809) 533 7522/2797
Fax: (1 809) 532 5312
Correo electrónico:
rmarte@iicard.org



Perspectivas	4
Editorial	5
Foro	
El desafío de la tala ilegal en América Latina tropical Bastiaan Louman, Róger Villalobos	6
Comunicación Técnica	
Relación del índice de sitio con los factores que influyen en el crecimiento de <i>Tectona grandis</i> L. F. y <i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq.) Dugand, en Costa Rica Marcelino Montero, Luis Ugalde, Markku Kanninen	13
Crecimiento y propiedades físicas de la madera de teca (<i>Tectona grandis</i> L. F. de 17 años en San Joaquín de Abangares, Costa Rica Fernando Castro, Jaime Raigosa	19
Micropropagación de la teca (<i>Tectona grandis</i> L. F.) Marcos Daquinta, Luis Ramos, Iris Capote, Yarianne Lezcano Romelio Rodríguez, Danilo Trina, Maritza Escalona	25
Experiencias	
Estado actual de los bosques secundarios en Costa Rica: perspectivas para su manejo productivo Giovanni Berti	29
Los incendios forestales en el departamento del Petén, Guatemala Mario René Rodríguez Lara	35
Efecto de la altura y la frecuencia de poda en la producción de materia seca de <i>Acacia mangium</i> Willd. Angel Rodríguez-Petit, Tyrone Clavero, Rosa Razz	38
Uso silvopastoril de los bosques de ñire (<i>Nothofagus antarctica</i>) en Río Negro, Patagonia Argentina Marcela Manacorda, Griselda Bonvissuto	41
Estructura poblacional y reproducción natural de diez especies de un bosque nublado en República Dominicana Thomas May	45
Actualidad	
Perfeccionamiento de las tablas de cubicación de trozas de <i>Pinus</i> <i>occidentalis</i> Sw. en el Plan Sierra, República Dominicana	50
Los alcaldes de Nicaragua se interesan en los bosques	52
¿Qué informa la prensa?	53
Nueva coordinación en PROCAFOR	53
Sitios de interés en el WEB	55
Semilla de teca (<i>Tectona grandis</i>) pretratada	56
Calendario de actividades	57
Publicaciones	58

En los distintos medios de comunicación escuchamos, vemos o leemos amplia información sobre economía, política, sociedad y fútbol (deportes); otros temas, como el ambiental, quedan relegados; escondidos entre las últimas y menos notorias notas.

Parte de esta realidad se ha construido entre quienes aportan la información y los propios medios. Sin embargo, somos nosotros, los que trabajamos “a favor” de los recursos naturales, los que debemos facilitar mayor cantidad de enfoques para abordar el campo ambiental. Y es que, no estamos acostumbrados a divulgar lo que realizamos, a mostrar lo que hemos logrado y mucho menos a advertir a otros sobre nuestros tropiezos.

Otra de las grandes barreras que se ha construido alrededor de esta área es justamente la forma tan negativa como se expresan algunos textos. La palabra “catástrofe” es casi siempre la tónica de muchas notas; son pocas, realmente pocas las veces cuando se informa positivamente sobre las acciones que se realizan, aquellas en las que vamos ganando terreno. Quizá dentro de la complejidad de nuestro diario vivir no nos hemos dado tiempo para resaltar y difundir las acciones que realizamos y las que ejecutan muchas empresas e instituciones, tanto nacionales como internacionales. Es cierto que hay mucho trecho por delante, es verdad que gran cantidad de esfuerzos por conservar y proteger nuestros recursos se han visto truncados por malas decisiones gerenciales, pero también es un hecho que en este amplio proceso se han logrado avances. En esta línea de pensamiento varios de los autores de esta edición han enfocado sus artículos. Ellos destacan lo que está pasando, lo que se ha logrado y lo que aún se espera.

El primer ejemplo lo pone Alonso Matamoros en el **Editorial**; él es categórico al afirmar que con información adecuada y continua lograremos dar mayor impacto positivo a las diferentes actividades que se están

desarrollando en el área, actividades como la lucha contra la tala ilegal. Ante este desafío Bastiaan Louman y Róger Villalobos exponen en **Foro** la realidad forestal de nuestros países.

En esta edición la sección de **Comunicación técnica** la hemos dedicado a *Tectona grandis* (teca), principalmente por el gran auge que ha mostrado en los últimos tiempos.

En **Experiencias** colocamos dos artículos de América del Sur, éstos nos trasladan a Argentina y Venezuela y a través de sus autores conoceremos algunas de las investigaciones que están realizando con sus especies arbóreas, muchas de ellas exóticas para nuestros bosques tropicales.

Por su parte, Geovanni Berti nos presenta los principales resultados de una investigación que realizó para su tesis de maestría: “bosques secundarios”.

Actualidad, como siempre, nos brinda un resumen de las actividades más relevantes de la Región en el último trimestre, entre ellas la incorporación de Anita Varsa a PROCAFOR que vendrá también a enriquecer las acciones de la Revista Forestal Centroamericana, no solo por las informaciones que sabemos nos estará enviando, sino también por aceptar ser parte del Comité Internacional de este medio, un comité que está conformado por profesionales de alto prestigio internacional y que apoya la difusión y proyección de la revista.

En nombre de todo el equipo de trabajo nuestro más sincero agradecimiento por su preferencia. Esperamos pronto recibir también los artículos de investigación y experiencias de su institución. Recuerde que nos puede visitar en www.catie.ac.cr/informacion/RFCA

Alexandra Cortés,

Editora

Revista Forestal Centroamericana

El desafío de la tala ilegal en América Latina tropical

Bastiaan Louman
Róger Villalobos

La tala ilegal atenta contra la conservación y el uso sostenible del bosque tropical. Su existencia revela una inadecuada cultura forestal y es facilitada por condiciones sociales, políticas y económicas que desfavorecen el desarrollo de un buen manejo forestal.

Desde la conferencia sobre el desarrollo y el medio ambiente en Río de Janeiro en 1992 los esfuerzos para promover un manejo forestal sostenible han aumentado exponencialmente. Mientras que en 1989 Synnott hablaba de apenas 60 000 ha de bosques naturales manejados en América Latina, actualmente el Forest Stewardship Council (FSC) señala alrededor de 1.5 millones de hectáreas de bosques naturales certificados durante los últimos cinco años (FSC 2001). Además, la mayoría de los países latinoamericanos están en proceso de desarrollar sus estándares para un buen manejo forestal y varias operaciones no certificadas ya están en camino hacia un buen manejo.



Foto: Proyecto TRANSFORMACATIE.

A pesar de estos esfuerzos, en América Latina menos del 1% de los bosques tropicales son certificados (Stoian y Carrera 2001) y la deforestación y degradación de los bosques naturales continua con una intensidad alarmante. En Sudamérica se pierden 3.7 millones de hectáreas anualmente (FAO 2000). Solo en América Central se calculaba, para 1995, una pérdida anual del 2,5% del bosque, y todavía en la actualidad se estima que son deforestadas 38,93 ha por hora (FAO 1996, 1997, Guevara y Villamizar 2001).

La ONG Amigos de la Tierra, en su estudio sobre la situación de la tala y el comercio de madera ilegal en Camerún, Ghana, Brasil y Paraguay, argumenta que la extracción de madera es una de las principales causas para la deforestación de los bosques naturales tropicales, por sus efectos directos (degradación) o indirectos (facilita el acceso a los agricultores) (Glastra 1999). Aunque en América Latina la conversión de bosques en áreas de producción pecuaria ha sido el principal motor de la deforestación, está confirmado que la extracción de madera no planificada provoca una degradación importante del bosque (Uhl y Veira 1989, Verissimo *et al.* 1992). En contraposición, un aprovechamiento maderero planificado dentro de un marco general de buen manejo minimiza los daños y efectos negativos sobre el bosque (Saravia 1995, Delgado *et al.* 1997, Louman y Pereira 2001) y hasta podría aumentar la rentabilidad del aprovechamiento por un uso más eficiente de los recursos (Gerwing *et al.* 1996, Quevedo *et al.* 1998).

Las técnicas de buen manejo están técnicamente bien consolidadas (Finegan *et al.* 1993, Camino 1993) y su aplicación adecuada y mantenida es incompatible con los procesos de deforestación. Además, el desarrollo de los estándares y la formulación de nuevas leyes muestran una aparente voluntad de los gobiernos y del mercado para favorecer sistemas de monitoreo y control en aras del buen manejo. Desde esa perspectiva, resulta difícil entender la falta de prácticas de buen manejo en la mayor parte de los bosques naturales tropicales.

Hay muchos factores que influyen en la falta de aplicación de un buen manejo, algunos están relacionados con la subvaloración de los bosques por el Estado, la cual resulta en políticas que favorecen la conversión legal del bosque en áreas agrícolas o ganaderas o simplemente por fines de especulación (Watson *et al.* 1998, Glastra 1999). Otros, sin embargo, promueven actividades de tala ilegal, las que contradicen los estándares y normas de manejo definidas por el Estado; se aplican muchas veces en forma no planificada y conllevan la extracción de más madera de la que el bosque puede producir a largo plazo, lo que ocasiona su deterioro como sistema ecológico y productivo.

La tala ilegal

La tala ilegal es aquella que se practica en violación a las normas existentes sobre el uso del bosque, ya sea porque se realiza sin contar con los permisos correspondientes, para los cuales a menudo no se cuenta con los requisitos necesarios, o porque éstos se obtienen en forma dolosa.

En Brasil, se estima que 80% de la tala en la Amazonía es ilegal. Cifras de esta magnitud también se rumoran para los bosques latifoliados de países como Honduras y Nicaragua; hay estimaciones alrededor del 25% para países como Costa Rica y Guyana. Aunque estas apreciaciones son muy difíciles de verificar, son un indicador de la magnitud de dicha actividad (MINAE 2001).

La tala ilegal, según su definición, no necesariamente contribuye a la deforestación y degradación de los bosques; sin embargo, las regulaciones legales del aprovechamiento maderero tienden a procurar el manejo sostenible del recurso y su violación tiende a significar un mal manejo. Por otra parte, la tala ilegal es una competencia desleal contra quienes desean realizar un aprovechamiento sostenible del bosque y uno de sus principales desestímulos. En este artículo se discuten algunos de los muchos factores que contribuyen a esta práctica, así como las posibles acciones para reducir la tala ilegal en América Latina.

Importancia de la regulación legal de la tala

La tala ilegal toma diversas formas entre los diferentes países, pues las políticas y trámites que se aplican en cada caso también varían. En la Amazonía brasileña, por ejemplo, donde el recurso forestal es extenso, es legal convertir una parte de las áreas bajo concesión en terrenos agrícolas. Por otro lado, en Costa Rica, donde el recurso forestal se ha vuelto escaso (menos de 30% de la superficie terrestre del país está cubierta por bosque (Watson *et al.* 1998)), el cambio de uso de cualquier terreno con bosque está prohibido por Ley. Similarmente, varían entre países muchas restricciones sobre la corta de árboles dentro de áreas de bosque bajo manejo, como por ejemplo el ancho de la franja de protección de cursos de agua, y las vedas para la tala de determinadas especies. En Costa Rica no se permite extraer madera en pendientes mayores a 75%, mientras que en Honduras sí, si se aplica un aprovechamiento de tipo artesanal, sin uso de maquinaria pesada. Lo que tienen en común la mayoría de las restricciones, sin embargo, es que están orientadas a la conservación de las diferentes funciones del bosque natural.

En la conservación de las diferentes funciones del bosque se encuentra la justificación para la regulación de la tala por parte del Estado: en general el mercado para los productos forestales no reconoce el valor de otras funciones del bosque aparte de la producción de madera y algunos productos no maderables. Tradicionalmente, un sistema de extracción de madera que provoque el deterioro de las otras funciones, no es castigado por el mercado. Como consecuencia, al implicar el manejo sostenible o el manejo según las leyes nacionales un mayor costo o menor producción por hectárea, para obtener mayores ingresos, conviene a los productores y maderos cortar el máximo de madera posible, sin importar los daños al bosque o la cosecha futura. Por ello, la regulación es un instrumento esencial para la conservación de funciones como la protección de cursos hídricos, suelos, diversidad biológica, ciclos hídricos y nutrientes, y para contribuir a la re-

ducción de los efectos del carbono ecológico sobre el clima.

Ya se están desarrollando mecanismos de mercado que reconocen el valor de estas funciones o el costo de su pérdida, por ejemplo la certificación forestal, la venta de bonos de secuestro de carbono y el pago por servicios ambientales. Por el momento, no obstante, estos mecanismos abarcan solo una pequeña parte del mercado mundial. Para madera, por ejemplo, la certificación aplica a menos de 1% del mercado internacional (Stoian y Carrera 2001). También hay estudios de casos que muestran que un buen manejo no necesariamente cuesta más, porque aumenta la eficiencia de las operaciones y se reduce el costo por metro cúbico. Sin embargo, siempre habrá restricciones en el volumen de productos a cosechar, y aún para operaciones más eficientes siempre existirá un costo de oportunidad de no poder cosechar toda la madera disponible en este momento. Por lo tanto, la regulación estatal es esencial dentro del contexto social y económico actual.

Aunque en la mayoría de los países hay regulaciones sobre la tala y, por lo menos en el papel, existe el aparato estatal para supervisar su aplicación, ésta sigue siendo una de las mayores causas de degradación del bosque.

Factores que promueven el cambio de uso del suelo

El cambio de uso, que es la culminación de la deforestación de un área, no está permitido por la ley en algunos países (por ejemplo Costa Rica) y en otros se permite parcialmente (Brasil y Honduras). En muchos casos, donde no está permitido, varias prácticas ilegales, como la tala indebida, se combinan para provocar la degradación gradual del bosque hasta lograr el cambio de uso.

El afán por el cambio de uso del suelo es una de las principales motivaciones de la tala ilegal. A continuación se discuten algunos de los principales aspectos que motivan la decisión de los dueños o usuarios por cambiar el uso de la tierra.

• Inseguridad de tenencia

La inseguridad de la tenencia de tierra o de su usufructo influye en las expectativas que tiene el usuario sobre el uso futuro del bosque. Personas con un derecho de acceso o de tenencia definida, pero temporal o sujeta a cambios políticos, procuran el máximo beneficio posible del bosque dentro del tiempo que les fue asignado. Ahora bien, si este tiempo no está bien definido tienden a procurar el máximo beneficio dentro del corto y mediano plazo (hasta 5 años). Personas que extraen madera de terrenos cuya condición de tenencia no está clara o cuyo uso es abierto a todo el público, generalmente no se preocupan por lo que pasará con este bosque una vez que la madera es extraída. Tienen una visión de corto plazo: no más allá del momento de extracción.

• Otros sistemas productivos son o parecen más rentables

A pesar de algunos casos documentados, donde el buen manejo resultó más rentable que las actividades de extracción no planificada, en general el buen manejo deja menos ganancias por año a una empresa maderera que la tala convencional, principalmente por las restricciones de corta (ejemplo, Maginnis *et al.* 1998). Debido a esto, se puede esperar que en la medida que las regulaciones restrinjan más la corta, mayor será el incentivo para la tala ilegal.

Por otra parte, para el propietario de la tierra forestal la opción de cambio de uso, para dedicar su terreno a actividades como la ganadería o agricultura, suele parecer más atractiva que el manejo forestal. Aunque se ha documentado que en muchas ocasiones los suelos deforestados no son aptos para este tipo de uso, estos propietarios no ven en el manejo forestal una actividad viable para satisfacer sus intereses o, en algunos casos, necesitan de ingresos más continuos que los que les puede ofrecer el manejo forestal para subsistir. En este último punto, se trataría de un propietario que no puede implementar el manejo forestal si no cuenta con áreas y técnicas adecuadas, adicionales al mismo, para la producción agropecuaria mínima, o con incentivos de otro

tipo. Las alteraciones ilegales en las prácticas de manejo forestal pueden ser una vía para lograr su afán final de cambio de uso.

• No todos los beneficios del manejo son para el usufructuario del bosque

Para entender las decisiones del propietario o usufructuario del bosque debe tomarse en cuenta que, generalmente, no todos los beneficios del buen manejo forestal y la consecuente conservación del bosque son considerados. En gran parte esto se debe a que varios actores involucrados reciben diferentes beneficios, pero la mayor parte de los costos adicionales recaen sobre los dueños y usuarios de los bosques. Por ejemplo, la función de mitigación del cambio climático beneficia principalmente a la comunidad internacional (Pedroni y Camino 2001), pero el costo de oportunidad por no cambiar el uso de la tierra recae sólo sobre el propietario, para quien los beneficios de la mitigación del cambio climático solo resultarían financieramente atractivos si recibiera una compensación monetaria equivalente o mayor a la diferencia de ingresos; por ejemplo, entre la ganadería y el manejo del bosque.

Esto no significa que se deba compensar a los propietarios todos los costos de oportunidad. La compensación tampoco es garantía de que el propietario no incurra en prácticas de tala ilegal para obtener más ingresos. Sin embargo, debe tenerse claro que para lograr el objetivo de la mitigación del cambio climático por medio del manejo y conservación del bosque, no debe ser solo el propietario quien pague los costos adicionales, ni es suficiente tener regulaciones y control de sus acciones. Se requiere una combinación de mecanismos que permitan compartir costos y contar con regulación y control del uso del bosque. Consideraciones similares son válidas respecto a otras funciones del bosque como la protección de la calidad y cantidad de agua.

• Desconocimiento del bosque como sistema productivo

La decisión de eliminar el bosque muchas veces obedece a la falta de infor-

mación sobre las oportunidades que ofrece su manejo, en contraposición a su conversión en áreas agropecuarias. Muchos de quienes promueven el cambio de uso sólo conocen sistemas de producción agropecuarios y ven la madera del bosque como un recurso no renovable que hay que aprovechar una vez por medio de la tala rasa, y así preparar el terreno para su cultivo, y muchas veces ni siquiera les interesa aprovecharla, solo quemar el recurso.

Esta misma falta de información también existe en el ámbito político nacional. La mayoría de los países tropicales poseen una cultura agrícola, donde el bosque es solo un obstáculo para la expansión agropecuaria. A muchos decisores políticos les cuesta entender que el manejo y conservación del bosque también puede generar beneficios al país. No podemos olvidar que hasta hace pocos años la mayoría de los países latinoamericanos contaba con leyes que promovían claramente el cambio de uso y la colonización de áreas boscosas como una forma de "desarrollo" y de "hacer valer la soberanía del país sobre su territorio".

Durante esta última década se ha dado un cambio en la mentalidad del sector político hacia la protección y conservación de los bosques naturales, pero aún no se ha formado un ambiente que considere el manejo del bosque para sus diferentes funciones como una alternativa real ante su conversión para otros usos, particularmente en países donde aún existen grandes extensiones de bosque natural, como los amazónicos. Aún estamos lejos de tener una cultura forestal.

• Necesidades del propietario a corto plazo

Este es un aspecto que aplica particularmente para los pequeños propietarios o usufructuarios de bosque, quienes por lo general tienen una mayor presión para satisfacer sus necesidades básicas actuales que los propietarios medianos y grandes. La diferencia en los ingresos inmediatos entre realizar un cambio de uso o no para una hectárea de terreno puede estar en el orden de cientos a miles de dólares, por los ingresos de venta de madera. Para un pequeño agricultor

esto puede significar al menos sus ingresos de un año y la diferencia entre una subsistencia inmediata razonable o morir de hambre, particularmente en tiempos de crisis. Por ello, a menudo las pequeñas reservas de bosque son solo una especie de caja chica para el agricultor.

Pequeños propietarios que dependen de sistemas agropecuarios convencionales, susceptibles a contratiempos naturales, a menudo no tienen otra opción que talar más bosque para mantener sus ingresos o asumir gastos imprevistos, como los de emergencias médicas familiares. Por otra parte, la carencia de insumos y las técnicas inadecuadas en terrenos poco fértiles, propios de grandes áreas tropicales, hacen que las parcelas agrícolas tengan una producción decreciente y soporten pocos ciclos de cosecha, de tal manera que las expectativas de subsistencia o mejoramiento de las condiciones de vida están ligadas a la continua eliminación del bosque.

La pobreza, así como la falta de alternativas técnicas y de mercado para el desarrollo de sistemas agrícolas y pecuarios más sostenibles son grandes enemigos de los bosques.

Generalmente, los grandes y aún los medianos propietarios tienen mayor capacidad para asimilar los periodos de crisis. Ellos cuentan con ahorros para cubrir gastos imprevistos; sus necesidades inmediatas están cubiertas. Pese a esto, a menudo sus ambiciones por aumentar sus ingresos son iguales o mayores que las del pequeño agricultor, que, aunado a la percepción de que los sistemas agropecuarios son más rentables, estimula su afán de cambio de uso de sus terrenos.

Factores que incitan a evitar los trámites legales del manejo

La evasión de los trámites legales o impuestos definidos para el aprovechamiento forestal ocurre en todos los países de América Latina. No necesariamente conlleva a prácticas de tala dañinas pero el hecho de que las actividades no sean oficiales provoca que no exista supervisión en el campo ni presión para realizar un manejo sostenible. Si los trámites y regulaciones pretenden proteger al bosque como sistema productivo y no

perjudicar a su propietario, cabe preguntarse cuáles son las motivaciones de éste para eludir dichos trámites.

• Trámites engorrosos y lentos (capacidad y motivación personal estatal)

En América Central hemos encontrado casos de buen manejo, aunque ilegal, donde la única razón para no cumplir con los trámites legales fue la tardanza burocrática en otorgar los permisos, retrazándolos a veces hasta después de la época seca, forzando a los productores y operarios a empezar la tala antes del otorgamiento del permiso ("ilegalmente").

Una de las quejas más comunes en la Región es que las agencias estatales responsables por la administración de los bosques son ineficientes, tardan mucho en otorgar permisos, y tienen personal sin la capacidad o la motivación para hacer los trámites eficientemente. Además, el trámite en muchos países es demasiado complicado, involucrando a veces más de una agencia estatal y dentro de estas agencias varias oficinas. Si a esto se agrega la falta de una memoria común, por ejemplo en forma de un Sistema de Información Geográfica (SIG), que almacene toda la información histórica sobre el uso de tierra en cada finca determinada, nos encontramos con situaciones de absoluto desorden en los procesos de control y monitoreo que debe lograrse por medio de los trámites burocráticos.

Con frecuencia se conoce de casos de propietarios que tuvieron que recurrir varias veces a la administración forestal para obtener su permiso de corta de un año específico, y en cada ocasión el personal estatal les indicó nuevos requisitos que no fueron cumplidos por sus propuestas de corta o manejo. Se puede entender que, si al mismo tiempo el vecino de este propietario está cortando y vendiendo su madera de manera ilegal, sin barrera alguna porque el Estado no tiene los recursos para realizar un control eficiente, la tala ilegal resulta una opción muy seductiva.

Las justificaciones para los atrasos son variadas: los cambios en las normas internacionales asumidas por el país, equivocaciones o trabajos in-

completos del personal responsable de los trámites o contradicciones entre sus funcionarios. Estas son situaciones que podrían prevenirse mejorando la estructura del proceso y capacitando y actualizando continuamente al personal responsable en aspectos técnicos y reglamentarios, como están haciendo en algunos países.

El problema de la ineficiencia burocrática es aún más grave considerando que algunos empresarios madereros cuentan con mecanismos para obtener permisos de comercialización de madera en forma dolosa pero muy rápida. A menudo el propietario del bosque debe escoger entre una alternativa legal, pero costosa, lenta y engorrosa, para aprovechar su madera, o una alternativa ilegal, rápida, eficiente y más rentable.

• Impuestos relativamente altos

Los bosques generalmente son patrimonio de la sociedad, representada por el Estado. Es lógico que personas privadas y jurídicas que aprovechan este recurso deban compartir sus beneficios con el resto de la sociedad, en otras palabras, deben pagar impuestos. El monto de impuestos depende, entre otros, del fin que los gobiernos definen para este dinero. Asimismo, en la mayoría de los países latinoamericanos, los impuestos se diferencian según el valor de mercado de las especies de madera comercializadas.

En Honduras, por ejemplo, el monto impositivo correspondiente a la especie *Magnolia yoroconte* ("redondo") es alrededor US\$ 0,23 /pt (pt= pie tablar) y para especies no tradicionales como la *Terminalia amazonia* ("cumbillo") es alrededor de US\$ 0,07 /pt. En un caso específico (Posas 1998) el costo del aprovechamiento, aserrío artesanal con motosierra y marco, y transporte hacia el mercado sumó cerca de US\$ 0,24 /pt, independientemente de la especie. De tal forma que para la especie más valiosa el impuesto hace que se duplique el costo de producción. Si este productor tiene que competir en el mismo mercado con un vecino, que practica la tala ilegal y por esta razón no paga los impuestos, está en una situación desfavorable para negociar, sobretodo si el aparato estatal no tiene los recur-

sos humanos ni financieros para realizar un control estricto de la tala y transporte de la madera.

Solo ofreciendo incentivos (asistencia técnica, trámites rápidos, menos impuestos) al productor legal, y desincentivos (multas, decomisos, penalización) al productor y comprador de madera ilegal, se podrá eliminar esta distorsión del mercado y se evitará la evasión de impuestos.

• Regulaciones con demasiadas prescripciones: un círculo vicioso

Aparte de contar con un proceso de trámite engoroso en varios países hay una tendencia a definir regulaciones excesivas, que parecen describir exactamente lo que el dueño o operador de una operación forestal puede y debe hacer (Watson *et al.* 1998, Louman y Carrera 2000). Este parece ser el resultado de una falta de confianza en el técnico forestal, en su capacidad para planificar y ejecutar el aprovechamiento de manera prudente y dentro del marco de un buen manejo. No es nuestro propósito en este foro discutir si los técnicos locales son o no confiables, pero debe analizarse por qué los legisladores y el público en general parecen desconfiar de la actuación de los popularmente llamados "forestales": técnicos, profesionales y operadores.

En primer instancia, se tiene la experiencia de décadas de abusos por empresas extractoras de madera y la degradación que provocaron sus actividades en los bosques. No se pueden llamar esas empresas "forestales" porque rara vez habían técnicos forestales involucrados en la toma de decisiones. Su actividad fue un negocio, buscando ganancias sin realmente entender o interesarse por el recurso que estaban aprovechando. Fue justo la llamada de atención que hicieron los grupos ambientalistas en los años ochentas del siglo anterior la que reveló las implicaciones de esta actividad. Sin embargo, todavía hay muchas empresas que persisten en este tipo de extracción de madera.

Por otro lado, también hay operaciones forestales que han mejorado el manejo de los bosques bajo su responsabilidad durante las últimas dos décadas. No obstante, siguen siendo

las operaciones deficientes las que llaman más la atención de las mayorías y de los grupos ambientalistas. Quizá, uno de los mayores problemas del sector profesional forestal es que no sabe comunicarse. No sabe presentar su punto de vista ni explicar las bases técnicas del buen manejo al público en general, ni a quienes toman las decisiones políticas. En este sentido, el sector forestal debe salir de su encierro y buscar la apertura hacia el público, mostrando las diferentes alternativas de manejo que podrían cumplir con los objetivos que la sociedad actual persigue.

Las regulaciones con muchas prescripciones, además de poco prácticas, no son las más adecuadas para promover un buen manejo, pues las prácticas silvícolas deben adaptarse a las particularidades del bosque local. Es decir que, no se pueden hacer prescripciones detalladas para un bosque y luego generalizarlas para todos los bosques en un país. Sí es posible generar lineamientos generales como marco para el manejo y aprovechamiento que guían las decisiones que cada técnico forestal debe tomar para el manejo del bosque bajo su responsabilidad, para lo cual debe estar capacitado.

El argumento anterior trae consigo un reto para ganar la confianza de la sociedad por parte de "los forestales", ellos deben ser capaces de interpretar los reglamentos de forma adecuada, planificar y ejecutar el manejo requerido. Pese a lo anterior, la mayoría de los países latinoamericanos tienen orientaciones productivas agropecuarias que resultan en una gran cantidad de profesionales y técnicos agropecuarios, pero relativamente pocos con formación académica forestal. Al mismo tiempo el sector ha estado en una fase de muchos cambios desde la cumbre de Río en 1992, y para los técnicos es difícil mantenerse actualizados. Como consecuencia, el sector forestal ha mostrado debilidades para cumplir con sus tareas, que en alguna medida han propiciado la desconfianza del público en general.

Justificada o no, esta desconfianza ha provocado políticas en normas que prescriben todo lo que se puede y no

se puede hacer con el bosque, hasta crear un círculo vicioso pues se encuentran operaciones forestales realizando acciones técnicas o económicamente no justificables, pero impuestas por la Ley, y que acaban siendo un incentivo para optar por la ilegalidad, que a su vez aumenta la desconfianza de los políticos por el sector.

Como ejemplo: hasta hace poco varios países tenían en su Ley Forestal el requisito de plantar determinado número de árboles por cada árbol cortado. En un bosque latifoliado tropical generalmente no hay ninguna necesidad de plantar árboles nuevos porque ya existe regeneración natural, muchas veces de la misma especie. Y si ésta no existe, quizá es porque las condiciones no son adecuadas para su regeneración, y estas condiciones deben ser mejoradas antes de empezar a plantar plántulas destinadas a morir por la misma situación. Muchos forestales, conscientes de este razonamiento biológico no han cumplido dichas leyes de enriquecimiento. Aunque rara vez se ha multado a esas operaciones (más por falta de control que por una decisión consciente), en sentido estricto, esas operaciones son ilegales; a menudo esta falta de plantaciones en los bosques ha sido un argumento de los grupos ambientalistas para mostrar la falta de seriedad del sector forestal.

Un análisis del sector forestal en Costa Rica en los años 90 reconoció este problema (CCT 1992, Watson *et al.* 1998) y sirvió de base para una desregulación parcial del sector con su ley de 1996, aunque todavía se puede señalar una sobre regulación pues se prescriben acciones nacionales con base en experiencias en algunos tipos de bosque (Louman y Carrera 2000). Es difícil hacer cumplir la Ley si no se adapta a las circunstancias locales, por ello se ha recomendado mantener como requisito legal la definición de los objetivos y los resultados deseados del manejo pero dejar las prescripciones silvícolas como parte de guías o manuales de procedimientos, que son más flexibles y ajustables a las condiciones locales.



La pobreza así como la falta de divulgación de los beneficios de diferentes opciones técnicas y de mercado son dos de los grandes enemigos del bosque.

• **Un aparato estatal susceptible al tráfico de influencias**

Nos encontramos un entorno para el manejo forestal donde abundan: propietarios escépticos, leyes que no se ajustan a las condiciones locales, instituciones con trámites engorrosos y un personal que, por varias razones, es

susceptible a abusos de poder, ya sea económico o político.

¿Qué debe hacer un funcionario forestal del Estado cuando, después de decomisar una carga de madera ilegal, su jefe le dice que no aplicó el procedimiento correcto para el decomiso según una regla hasta entonces

desconocida para él, y que por lo tanto debe liberar la madera? ¿Qué debe hacer un forestal cuando recibe amenazas de despido o hasta de muerte por estar decomisando madera ilegal? ¿Qué debe hacer este técnico si el Estado no le ha pagado su salario completo por los últimos cinco meses, necesita enviar su hijo al hospital y se le ofrece un soborno para dejar pasar una carga de madera ilegal, que de hecho, ya cuenta con un documento que autoriza su transporte y que en teoría no debería de tener?


La respuesta ética a estos interrogantes es ajustarse a la ley, pero está claro que este tipo de entorno no favorece tal respuesta, y que los esfuerzos políticos deben dirigirse a evitar estas situaciones.

Reflexiones finales

La tala ilegal es un problema complejo. Existen razones entendibles, aunque no justificables, para que ocurra. Es un factor que atenta fuertemente

contra los esfuerzos para promover un manejo forestal sostenible, porque logra bajar los precios de madera en el mercado, de tal manera que éstos no cubren los costos de manejo, facilitando cada vez más operaciones ilegales de tala y comercialización. Es responsabilidad de todos los actores relacionados con el uso de los bosques entender esta problemática, las formas en que opera y sus causas, para tratar de contrarrestarlas.

Es imprescindible fortalecer el sector forestal del Estado para que éste pueda ejercer el control sobre el manejo de los bosques naturales. Pero para que dicho control sea efectivo debe complementarse con acciones que promuevan el buen manejo, que ayuden al propietario que desea emprenderlo en términos técnicos, de inversión y de comercialización justa. Los incentivos financieros, las mejoras en el acceso a nichos de mercado, los impuestos más ajustados a las ganancias netas de las operaciones, la condonación de tarifas parciales o de ciertos trámites adminis-

trativos si el manejo está certificado por organizaciones independientes y acreditadas son algunas de las posibilidades que se puede mencionar para estimular buen manejo y contravenir la tala ilegal. Es, además, necesaria una mayor comunicación hacia dentro y fuera del sector forestal para difundir las experiencias buenas de manejo y aumentar la confianza de la sociedad en los manejadores. 

Bastiaan Louman
Unidad de Manejo de Bosques Naturales,
CATIE
Correo electrónico: blouman@catie.ac.cr

Róger Villalobos
Cátedra Latinoamericana Manejo
Diversificado de Bosques Tropicales, CATIE
Correo electrónico: rvillalo@catie.ac.cr
CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica.
Tel: (506) 558 2320
Fax: (506) 556 2430

Literatura citada

- Camino, R de. 1993. El papel del bosque húmedo tropical en el desarrollo sostenible de América Central: desafíos y posibles soluciones. *Revista Forestal Centroamericana* 2:7-16.
- CCT (Centro Científico Tropical). 1992. Política forestal para Costa Rica. San José, CCT/MIRENEM. 50 p.
- Delgado, D; Finegan, B; Zamora, N; Meir, P. 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: cambios en la riqueza y composición de la vegetación. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 43 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 298)
- FAO. 1996. Forest resource assessment 1990. Roma. 152 p. (FAO Forestry Paper no. 130).
- FAO. 1997. State of the World's Forests 1997. Rome, Italy. 200 p.
- FAO. 2000. Global forest resources assessment. Rome, Italy. 357 p. (FAO Forestry Paper no. 140).
- Finegan, B; Sabogal, C, Reiche, C; Hutchinson, I. 1993. Los bosques húmedos tropicales de América Central: su manejo sostenible es posible y rentable. *Revista Forestal Centroamericana* 2:17-27.
- Forest Stewardship Council (FSC). Forest Certified by FSC-Acreditado Certification Bodies (en línea). México. Consultado el 12 oct. 2001. Disponible en: www.fsc.org
- Gerwing, JJ; Johns, JS; Vidal, E. 1996. Reducción de desechos en la extracción y elaboración de la madera: la conservación del bosque en la Amazonía oriental. *UNASYLVA* 187 (47):17-25.
- Glastra, R. Ed. 1999. Cut and run. Illegal logging and timber trade in the tropics. Ottawa, International Development Research Centre. 113 p.
- Guevara, M; Villamizar, F. 2001. Estadísticas del sector agropecuario de Centroamérica y Belice 1989-1998. RUTA. Documento de Trabajo No. 4.
- Louman, B; Carrera, JR. 2000. La aplicación de normas técnicas y criterios e indicadores en América Central. Ponencia. IV Congreso Forestal Centroamericano, 15-17 noviembre 2000, Montelimar, Nicaragua. 10 p.
- Louman, B; Pereira Jr, R. 2001. Aprovechamiento y manejo del bosque en el área demostrativa "finca Cauaxi" de la Fundación forestal tropical (FFT). *Manejo forestal tropical* no. 20. 8 p.
- Maginnis, S; Méndez, J; Davies, J. 1998. Manual para el manejo de bosques pequeños de bosque húmedo tropical, con especial referencia a la Zona Norte de Costa Rica. San Carlos, Costa Rica. DFID/CODEFORSA. 208 p.
- Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica. 2001. Plan Nacional de Desarrollo Forestal 2001-2010. El sector forestal del tercer milenio en Costa Rica. San José, Costa Rica. MINAE/PNUD/ONF. 80 p.
- Pedroni, L; Camino de, R. 2001. Un marco lógico para la formulación de estándares de manejo forestal sostenible. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 37 p. (Serie técnica, Informe técnico no. 317).
- Posas, A. 1998. Factores que facilitan la adopción de la motosierra con marco como tecnología de aprovechamiento forestal: estudios de caso con productores que manejan bosques comunales, zona norte de Honduras. Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 117 p.
- Quevedo Sopepi, RC; Aguirre, JA; Finegan, B; Louman, B. 1998. Evaluación financiera de la planificación para el aprovechamiento forestal en Santa Cruz, Bolivia. Paper presented at the first Latin American IUFRO Scientific Conference in Valdivia, Chile. 14 p.
- Saravia, H. 1995. Estado de la población arbórea y del área forestal afectada después de un aprovechamiento forestal tradicional VS un aprovechamiento mejorado en un bosque húmedo de la región Hueta Norte de Costa Rica. Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 166 p.
- Stoian, D; Carrera, F. 2001. La certificación forestal en la encrucijada. Entre la panacea y un callejón sin salida. *Revista Forestal Centroamericana* 34:6-11.
- Synnott, T. 1989. South America and the Caribbean. In Poore, D ed. No timber without trees. London, Earthscan. p 75-116.
- Uhl, C; Veira, I. 1989. Ecological impacts of selective logging in the Brazilian Amazon: a case study from the Paragominas region of the state of Pará. *Biotropica* 21:98-106.
- Verissimo A, Barreto, P; Mattos, M; Tarifa, R; Uhl, C. 1992. Logging impacts and prospects for sustainable management in an old Amazonian frontier: the case of Paragominas. *Forest Ecology and Management* 55:169-199.
- Watson, V; Cervantes, S; Castro, C; Mora, L; Solis, M; Porras, I; Cornejo, B. 1998. Making space for better forest. San José, Costa Rica, CCT/IIED. 110 p. Policy that Works for Forests and People Series no. 6).

Relación del índice de sitio con los factores que influyen en el crecimiento de *Tectona grandis* L. F. y *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand, en Costa Rica

Una herramienta práctica para el manejo de plantaciones forestales.

Marcelino Montero M.
Luis Ugalde
Markku Kanninen

RESUMEN

Se estudiaron las variables de sitio, suelo e índice de sitio en relación con el crecimiento de *Tectona grandis* y *Bombacopsis quinata*, en diferentes regiones de Costa Rica. La precipitación media anual presentó una correlación positiva con el índice de sitio de *T. grandis* ($r = 0,55$), de acuerdo con los resultados la especie presenta buenos crecimientos a partir de los 1500 mm de precipitación media anual. El índice de sitio cuenta con una correlación positiva con la posición topográfica de 43% ($r = 0,43$), por lo que *T. grandis* tiende a crecer mejor en sitios planos y pendientes medias. No se recomienda establecer plantaciones en pendientes superiores, ya que tienen normalmente suelos poco profundos, muy lixiviados y propensos a la erosión. Los nutrientes foliares de *T. grandis*, como calcio y magnesio indican que a mayor contenido de estos elementos en las hojas, mayor es el índice de sitio. Un comportamiento contrario lo presenta el potasio. En el caso de este nutriente un 1% es suficiente para un buen crecimiento. La relación del índice de sitio de *B. quinata* con el calcio foliar es muy similar al de *T. grandis*. Los micronutrientes foliares de *B. quinata*, mostraron una correlación bastante alta, como el cobre foliar ($r = 0,89$), por lo que la especie crece bien con más de 10 mg/kg de este nutriente. El índice de sitio de *T. grandis* se correlacionó negativamente con el déficit hídrico ($r = -0,50$), y con la temperatura media anual ($r = -0,47$), y en forma positiva con la posición topográfica ($r = 0,43$). Todas estas variables presentan una correlación altamente significativa ($P < 0,01$).

Palabras claves: *Tectona grandis*; *Bombacopsis quinata*; índice de sitio; crecimiento; índice de crecimiento; Costa Rica.

SUMMARY

The relationship between site index and site factors known to influence *Tectona grandis* L.F. and *Bombacopsis quinata* growth in Costa Rica. Site index for *Tectona grandis* and *Bombacopsis quinata* was correlated to site and soil variables obtained from different regions of Costa Rica. Mean annual precipitation presented a positive correlation with site index for *T. grandis* ($r = 0.55$). Good growth rates for *T. grandis* was observed in sites with mean annual precipitation of 1500 mm or greater. Site index for *T. grandis* also presented a positive correlation with topographical position ($r = 0.43$) indicating that the species grows best in flat lands and on sites with mild slopes. Plantations of these species are not recommended on severe slopes, since these sites often possess shallow, degraded soils and are susceptible to erosion. Foliar analyses of *T. grandis* indicated that increased concentrations of calcium and magnesium are associated with higher site indices. With regards to potassium, a concentration of 1% was adequate for good growth. The positive relationship between site index for *B. quinata* and foliar calcium was similar to that of *T. grandis*. Foliar copper in *B. quinata* presented a strong correlation ($r = 0.89$) with site index. Good growth was observed where foliar copper reached or exceeded 10mg/kg. Site index for *T. grandis* was negatively correlated with average number of dry months (water deficits; $r = -0.50$) and with mean annual temperature ($r = -0.47$). These variables and topographical position were all highly statistically significant ($P < 0.01$) and form part of the mathematical model derived.

Key words: *Tectona grandis*; *Bombacopsis quinata*; site index; growth; growth index; Costa Rica.

La determinación de la calidad de sitio se ha estudiado mediante la evaluación del crecimiento actual de las plantaciones existentes, considerando factores edáficos (características nutricionales, tanto del suelo como del follaje), fisiográficos y climáticos. Estos estudios se han realizado en parcelas establecidas para analizar el crecimiento en plantaciones, con el apoyo de programas gubernamentales de incentivos forestales para la reforestación y de empresas privadas dedicadas a esta actividad en Costa Rica.

Esta información ha servido para el desarrollo de modelos de índice de sitio que permiten evidenciar las relaciones existentes entre este índice y los factores que determinan el crecimiento de diferentes especies.

Para este trabajo se establecieron y midieron parcelas adicionales para complementar la base de datos disponible en el sistema MIRA (Manejo de Información sobre el Recurso Arbóreo) (Ugalde 1988). Estas parcelas se establecieron en un rango variado de edades y condiciones diferentes a lo largo del país, para que permitieran relacionar y modelar las características edáficas y foliares, factores fisiográficos y climáticos con el crecimiento de las especies.

Materiales y métodos

Área de estudio

El área donde se concentra el mayor número de parcelas de estas especies, se localiza en el Noroeste y Suroeste de Costa Rica, específicamente en las provincias de Guanacaste, San José y Puntarenas; en menor número en Limón (Figura 1).

Descripción de la base de datos

La base de datos está constituida por datos de parcelas permanentes y temporales, que se encuentran almacenados en el sistema MIRA (Ugalde 1988). De *Tectona grandis* (teca) se establecieron 142 parcelas con edades entre 2 y 45 años y 80 parcelas de *Bombacopsis quinata* (pochote), de 2 a 25 años.

Las parcelas evaluadas en cada sitio fueron establecidas utilizando la metodología del sistema MIRA



Figura 1. Localización de los sitios donde se establecieron las parcelas de estudio para *Tectona grandis* y *Bombacopsis quinata* en Costa Rica.

(Ugalde 1995), asegurando un número adecuado de parcelas en las condiciones del sitio. Su forma fue rectangular o cuadrada y su tamaño varió de acuerdo con el espaciamiento (desde 300 hasta 1000 m²).

En cada parcela se evaluaron variables dasométricas, fisiográficas, climáticas, edáficas y foliares.

Resultados

De los cinco grupos de variables que se incluyeron en el análisis de regresión, todas las del grupo de climáticas tuvieron relación con el índice de sitio (IS), seguido por las foliares con tres de ellas y una variable de las fisiográficas para *T. grandis*; para *B. quinata* solo cinco de las foliares presentaron relación con el IS (Cuadro 1).

Variables climáticas

Las parcelas de *T. grandis* evaluadas se encuentran distribuidas en un rango de 1 000 a 6 000 mm de precipitación media anual (pma), rango similar al indicado para la especie en condiciones naturales (Lamprecht 1990). El coeficiente de correlación (*r*) de la precipitación con el IS es de 0,55, coincidiendo con el estudio de Vásquez y Ugalde (1994) (*r* = 0,55).

La Figura 2 muestra la distribución de *T. grandis* con respecto a la pma y el IS. El IS va aumentando ligeramente conforme aumenta la pma. Aunque Vásquez y Ugalde (1994) indican que los mejores sitios para *T. grandis* están en áreas con pma mayores de 2 000 mm, la presente investigación sugiere que esto ocurre a partir de los 1 500 mm (ver línea punteada en Figura 2).

Cuadro 1. Variables más correlacionadas con el índice de sitio de *Tectona grandis* y *Bombacopsis quinata* en Costa Rica.

Variable	IS de <i>Tectona grandis</i> <i>r</i>	IS de <i>Bombacopsis quinata</i> <i>r</i>
Precipitación media anual	0,55	
Déficit hídrico	- 0,50	
Temperatura media anual	- 0,47	
Posición topográfica	0,43	
Calcio foliar	0,66	0,43
Potasio foliar	- 0,67	
Magnesio foliar	0,62	
Suma de base foliares		0,49
Cobre foliar		0,89
Manganeso foliar		0,57
Zinc foliar		0,45

IS: índice de sitio
r: coeficiente de correlación
 Nota: todas las correlaciones fueron altamente significativas estadísticamente (*P*<0,01).



Crecimiento de teca en una plantación de Costa Rica que registra un índice de sitio excelente.

Foto: Markku Kaminen.

El déficit hídrico (DEFHID) de *T. grandis*, expresado por el número de meses secos menores de 100 mm, mostró una relación negativa con el IS ($r = -0,50$). Un resultado similar fue reportado por Vásquez y Ugalde (1994) y Vallejos (1996).

El 88% de parcelas de *T. grandis* con los mejores IS se encontraron en sitios que tenían de tres a seis meses periodos secos y un 3% de la población con IS altos se localizaron en sitios sin déficit hídrico (Figura 3). Hizo falta un mayor número de parcelas en estas condiciones para determinar mejor el crecimiento de esta especie en zonas climáticas de bosque tropical húmedo y muy húmedo.

La temperatura media anual de *T. grandis* presentó una relación inversamente proporcional al IS, con un $r = -0,47$; la tendencia y los valores obtenidos para esta variable se en-

cuentran entre los rangos citados en la literatura para la especie. Los mejores crecimientos se obtuvieron entre los 26 y 27 °C de temperatura media anual; sin embargo, se observó una alta variabilidad para esta relación a pesar del rango tan estrecho en los que están los sitios. Por esto se debe complementar el estudio con más observaciones en sitios de diferentes condiciones climáticas (Figura 4).

Variables fisiográficas

La posición topográfica presentó una correlación de 0,43 con el IS de *T. grandis*, la especie prefiere pendientes medias, e inferiores y fondos planos. De la totalidad de las parcelas un 45% ubicadas en sitios con fondo plano presentan mayor IS, un 21% en la pendiente inferior, un 24% en la pendiente media y un 10% se ubica en la cima (Figura 5).

Variables foliares

El contenido de calcio en las hojas de *T. grandis* tuvo una relación con el IS de $r = 0,66$ lo que corrobora lo encontrado por Vallejos (1996), a pesar de su bajo número de muestras y sitios analizados. Este valor al igual que el de potasio ($-0,67$) son los más altos con respecto a las otras variables para esta especie. *B. quinata* muestra una relación más débil ($r = 0,43$) con respecto a *T. grandis*.

Los resultados del análisis foliar de *T. grandis* indican que a más contenido de calcio en las hojas mayor es el índice de sitio (Figura 6). Se esperaba que esta misma relación se presentara con el calcio del suelo pero no sucedió (Montero 1999).

B. quinata no mostró una tendencia clara en su relación con el IS ($r = 0,43$), por tanto el crecimiento es comparable tanto a niveles bajos como altos de contenido de calcio foliar.

El contenido de potasio foliar en *T. grandis* presentó una relación inversamente proporcional al IS, con una correlación de $r = -0,67$. Los mejores crecimientos se obtuvieron entre 0,5 y 1% de potasio foliar (Figura 7).

El magnesio foliar en *T. grandis* tuvo una relación positiva con el IS, con un coeficiente de correlación de 0,62 (Figura 8).

El único grupo de variables relacionadas con el índice de sitio de *B. quinata* fueron las foliares (Ca, Ca+Mg+K, Cu, Mn y Zn). Vallejos (1996) señala al magnesio y al potasio como elementos que se relacionaron con el IS.

La suma de las bases (Ca+Mg+K) para *B. quinata* presentó un coeficiente de correlación (r) con el IS de 0,49. El comportamiento no es claro para definir la tendencia de las observaciones con el IS, ya que el IS no aumentó se mantuvo constante mientras creció la suma de bases.

El contenido de cobre foliar (Cu) para *B. quinata*, presentó una relación con el IS bastante alta ($r = 0,89$) es una de las variables con mayor peso a diferencia de las demás, para esta especie, este elemento no se consideró en estudios anteriores a igual que el manganeso (Mn) y el zinc (Zn). La Figura 9 muestra una tendencia creciente para las dos variables, por lo

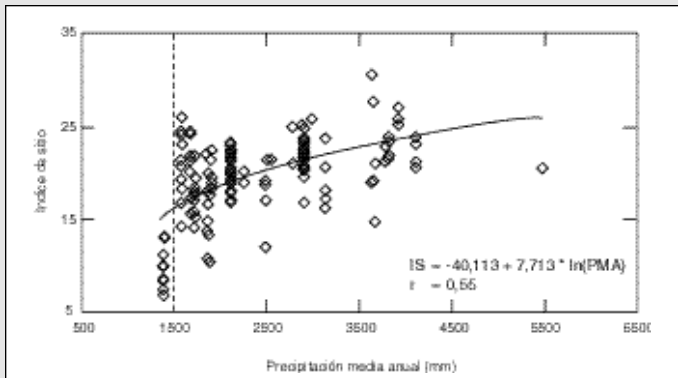


Figura 2. Relación entre la precipitación media anual con el índice de sitio de *Tectona grandis*.

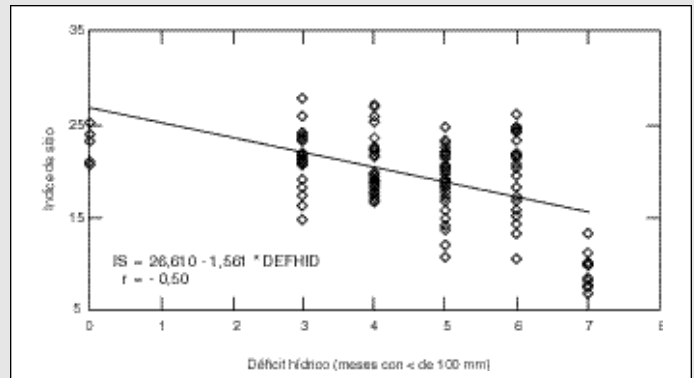


Figura 3. Relación entre el déficit hídrico con el índice de sitio de *Tectona grandis*.

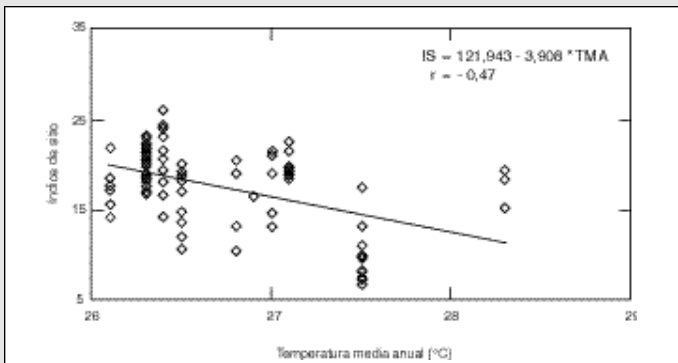


Figura 4. Relación entre la temperatura media anual con el índice de sitio de *Tectona grandis*.

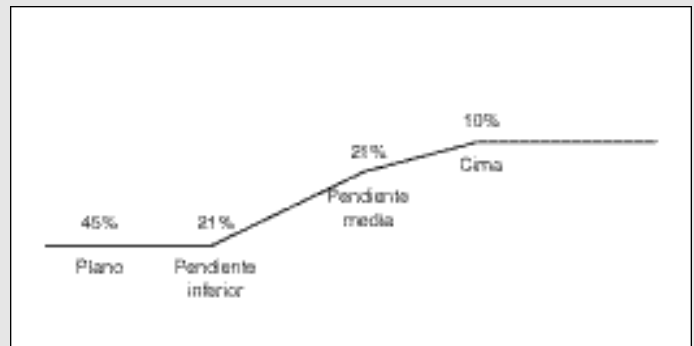


Figura 5. Porcentaje de parcelas de *Tectona grandis* con mayor IS de acuerdo con la posición topográfica del terreno.

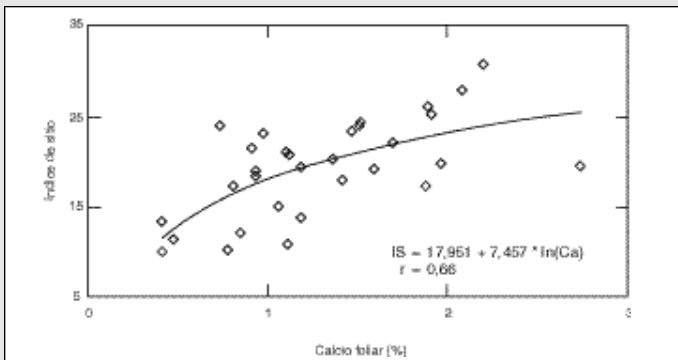


Figura 6. Relación entre el calcio foliar con el índice de sitio de *Tectona grandis*.

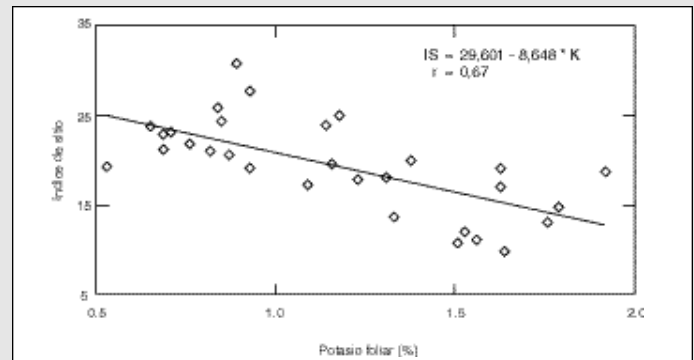


Figura 7. Relación entre el potasio foliar con el índice de sitio de *Tectona grandis*.

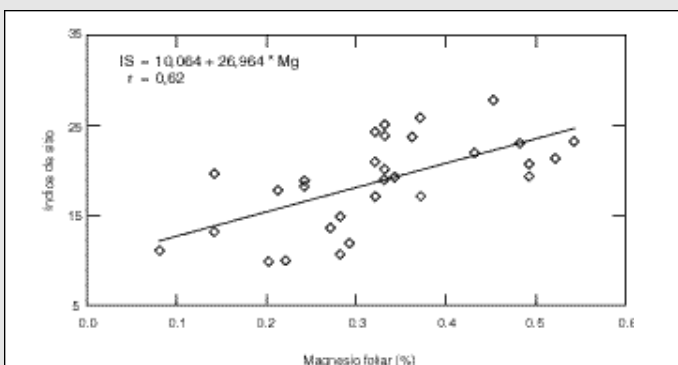


Figura 8. Relación entre el magnesio foliar con el índice de sitio de *Tectona grandis*.

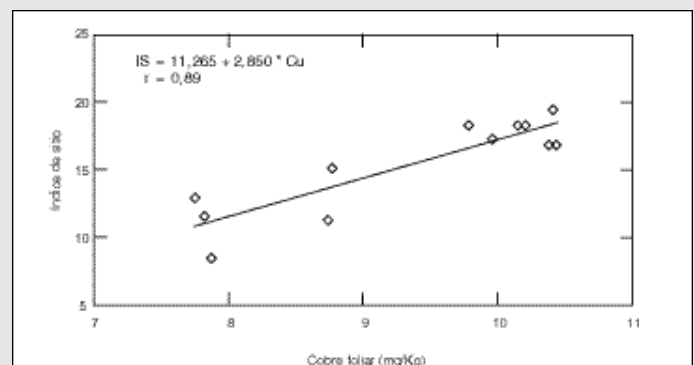


Figura 9. Relación entre el cobre foliar con el índice de sitio de *Bombacopsis quinata*.

que, a medida que aumenta el contenido de cobre en las hojas, mayor es el índice de sitio.

Las Figuras 10 y 11 se refieren a los elementos manganeso y zinc, respectivamente, y su relación con el IS de *B. quinata*: el primero con un $r = 0,57$ y el segundo con un $r = 0,45$. Como puede observarse, estos elementos muestran una tendencia a aumentar con respecto al índice de sitio.

Variables seleccionadas para predecir el IS de *Tectona grandis*

El siguiente modelo presenta las variables climáticas y fisiográficas seleccionadas para predecir el índice de sitio de *Tectona grandis* en Costa Rica:

$$IS = 109,416 - 1,709 * (DEFHID) + 1,095 * (PTOP) - 3,211 * (TMA)$$

$$r = 0,68 \quad r^2 = 0,46 \quad r^2_{ajust.} = 0,44$$

donde:

IS: índice de sitio (m);

DEFHID: número de meses secos menores a 100 mm al año

PTOP: posición topográfica de la parcela; (1 = cima, 2 = pendiente media, 3 = pendiente inferior y 4 = fondo plano);

TMA: temperatura media anual en °C.

Se presentaron dificultades en la derivación de modelos matemáticos que describen la relación entre el crecimiento de teca y pochote y factores de sitio. Existen sitios relativamente buenos pero se observan crecimientos pobres. Este fenómeno puede ser por diversos factores: muchos de los sitios han sido sobrepastoreados, y por eso poseen características físicas poco favorables; en otros hubo una mala preparación del sitio o se usó material genético de pobre calidad; muchas plantaciones tuvieron un mantenimiento (limpias) deficiente, así como un inadecuado manejo posterior de podas y raleos.

Estos factores, que influyen negativamente en el desarrollo de los árboles, dificultan la determinación de variables de sitio que afectan el crecimiento de ambas especies o cualquier otra. El mensaje es claro: es importante combinar la cuidadosa selección del sitio con buenas prácticas de plantación y un manejo posterior adecuado.

Por tanto, este modelo es una herramienta preliminar que puede ser utilizada para obtener una estimación del crecimiento de *T. grandis*.



Foto: Marcelino Montero.

En el caso de *B. quinata* no se encontró ninguna variable que presentara un alto grado de correlación con el índice de sitio para aquellos lugares donde se pretenda plantar esa especie por primera vez, por esa razón no se pudo generar un modelo para esta especie.

Conclusiones y recomendaciones

1. La precipitación media anual presentó una correlación positiva con el índice de sitio de *T. grandis* de 0,55. La especie requiere como mínimo 1500 mm de precipitación media anual para crecer bien.
2. El coeficiente de correlación de la posición topográfica con el índice de sitio fue de 0,43. *T. grandis* prefiere desde los sitios planos hasta pendientes medias, y no se recomienda establecer plantaciones en pendientes superiores porque presentan normalmente suelos poco profundos, muy lixiviados y propensos a la erosión.
3. El índice de sitio de *T. grandis* se correlacionó positivamente con el contenido de calcio y magnesio y negativa-

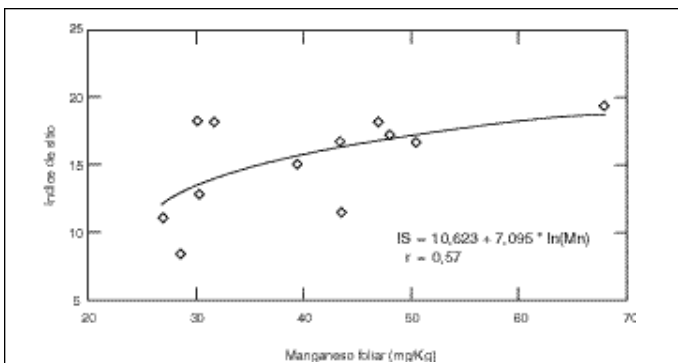


Figura 10. Relación entre el manganeso foliar con el índice de sitio de *Bombacopsis quinata*.

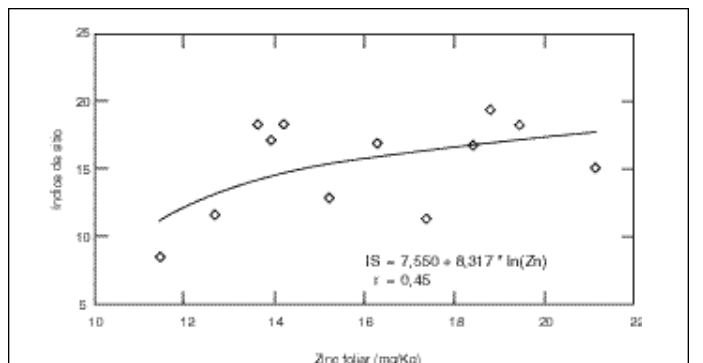


Figura 11. Relación entre el zinc foliar con el índice de sitio de *Bombacopsis quinata*.



Foto: Marcelino Montero.

Se ha calculado que una hoja de teca puede alcanzar hasta 1 m² en área foliar si crece en un sitio bueno.

- mente con el potasio (un 1% de potasio es adecuado para un buen crecimiento).
- La relación del índice de sitio de *B. quinata* con el cobre foliar presentó una correlación bastante alta ($r = 0,89$), lo que indica que *B. quinata* requiere de cantidades mayores a 10 mg/kg para su crecimiento.
 - Para el desarrollo del modelo se utilizaron las variables más correlacionadas con el índice de sitio de *T. grandis*, que fueron: el déficit hídrico ($r = - 0,50$), la temperatura media anual ($r = - 0,47$), con las variables climáticas en forma negativa, caso contrario sucedió con la posición topográfica ($r = 0,43$).
 - Para el caso de *B. quinata* no se encontró ninguna variable que presentara un alto grado de correlación con el índice de sitio; por eso, para esta especie no fue

- posible construir un modelo que estimara el índice de sitio para lugares donde se va plantar por primer vez.
- El modelo preliminar propuesto para *T. grandis* es una herramienta preliminar que brinda una estimación del posible crecimiento que podría tener un sitio.
 - El hecho de que no se obtuvieran mejores correlaciones; puede deberse a que las variables del suelo cambian a veces en micrositos, aún dentro de una misma plantación. Las variables de sitio y suelo al analizarlas en conjunto puede ser que la influencia de ellas sea diferente y difícil de interpretar. Por ejemplo, la influencia de la interacción de diferentes altitudes y precipitaciones con diferentes calidades de suelos y la variación en los cuidados y el manejo de las plantaciones de la misma especie.

- Se recomienda continuar ampliando el muestreo con mayor número de parcelas de crecimiento y cuantificación de biomasa en diferentes condiciones de sitio y suelo, con el fin de ratificar o desechar algunas de las tendencias observadas y para comprobar la utilidad del modelo desarrollado. 🌳

Marcelino Montero
 Proyecto Dinámica de Plantaciones,
 Universidad de Helsinki/CATIE.
 Correo electrónico: mmontero@catie.ac.cr

Luis Ugalde
 Profesor - Investigador, Silvicultura de
 Plantaciones, CATIE.
 Correo electrónico: lugalde@catie.ac.cr

Markku Kanninen
 Director
 Programa de Investigación, CATIE.
 Correo electrónico: kanninen@catie.ac.cr

Literatura citada

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. por Antonio Carrillo. Eschborn, Alemania, GTZ. 335 p.

Montero, M.M. 1999. Factores de sitio que influyen en el crecimiento de *Tectona grandis* L. F. y *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand, en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 111p.

Ugalde A., L.A. 1995. Establecimiento y medición de parcelas de crecimiento en investigación y programas de reforestación con la metodología del sistema MIRA. Turrialba, CR, CATIE. 17 p. Material docente de la asignatura Silvicultura de plantaciones Forestales.

Ugalde A., L.A. 1988. Sistema MIRA. Turrialba, CR, CATIE. s.p.

Vallejos, B.O. 1996. Productividad y relaciones del índice de sitio con variables fisiográficas, edafoclimáticas y foliares para *Tectona grandis* L. F., *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand y *Gmelina arborea* Roxb. en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 147 p.

Vásquez, C.W; Ugalde, A.L. 1994. Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinata* y *Pinus caribaea* en Guanacaste, Costa Rica. Informe final, Convenio de Cooperación Proyecto Forestal Chorotega (IDFAFO), Proyecto Madeleña-3. Turrialba, CR, CATIE. 132 p.

Agradecimiento: Los autores agradecen a Glenn Galloway por sus valiosos aportes a esta investigación.

Crecimiento y propiedades físicas de la madera de teca (*Tectona grandis* L.F.) de 17 años en San Joaquín de Abangares, Costa Rica

Una madera pesada y de buena calidad que no presenta problemas de torceduras ni agrietamientos.

Fernando Castro
Jaime Raigosa

RESUMEN

El mercado de productos forestales, tanto el nacional como el internacional, es cada vez más exigente en cuanto al cumplimiento de estándares y características que demuestren la alta calidad de sus bienes y servicios. En general, la mayoría de las plantaciones forestales establecidas en Costa Rica han carecido de este enfoque y de un manejo silvicultural adecuado.

Utilizando como base las normas de carácter internacional de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM), norma D-143-83, denominada "Ensayos en pequeños especímenes de madera libre de defectos", parte II, métodos secundarios, se determinaron las propiedades físicas de la teca (*Tectona grandis* L.F.), que crece actualmente en San Joaquín de Abangares, Costa Rica.

Las propiedades físicas estudiadas fueron: peso específico básico, contracción radial, tangencial y volumétrica, razón de contracción, densidad seca y verde y punto de saturación de fibra. Dado su peso específico básico de 0,58 y fundamentalmente en su razón de contracción, la madera de teca de San Joaquín de Abangares es de buena calidad y no presenta problemas de agrietamiento ni deformaciones.

El coeficiente de variación del peso específico básico de la teca muestreada (3,4%) es mucho menor que el de Quepos (7%); y es una tercera parte del promedio de unas 50 especies (10%), que es el estándar de comparación.

Los resultados demuestran que esta madera tiene una buena estabilidad dimensional. No presenta problemas de torceduras ni agrietamientos y, a pesar de ser una madera joven, presentó mejores propiedades físicas que la madera de teca de mayor edad. Igualmente, mostró 82% de duramen y 18% de albura. Por lo que, es una madera que se puede utilizar en pisos, parquet, marcos de puertas y ventanas, molduras, enchapes para cubiertas de barcos y tablilla.

Palabras claves: *Tectona grandis*; crecimiento; madera; propiedades físicas; Abangares; Costa Rica.

SUMMARY

Growth and physical properties of 17-year old teak wood from San Joaquín de Abangares, Costa Rica. The national and international forest products market is increasingly more demanding as to the standards and characteristics of high quality, coming from certified managed forests and plantations. In general, the bulk of the forest plantations established in Costa Rica lacks this focus as well as adequate silvicultural management.

The physical properties of teak (*Tectona grandis* L.F.), growing in San Joaquín de Abangares, Costa Rica are determined according to the ASTM standard D-143-83 entitled: "Essays on small specimens of defect-free wood"-Part II-secondary methods.

The physical properties of teak timber studied here are: basic specific weight, contractions (radial, tangential and volumetric), contraction ratio, dry and green density and point of fiber saturation.

According to its basic specific weight of 0.58, its contraction low values, and fundamentally in its contraction ratio, teak timber coming from San Joaquín de Abangares, is a good quality timber and which will not present shrinkage and deformation problems.

The coefficient of variation of the basic specific weight of the San Joaquin de Abangares teak (3.4%) is half of that of the Quepos teak (7%) and almost one third of the average of 50 species (10%), which is the standard of comparison.

Results showed that this timber presents a good dimensional stability; it is not going to present twisting or deformation, and even though it is young timber, it shows better physical-mechanical properties than older teak timber. Also, it has 82% heartwood and 18% sapwood. Therefore, it is a timber that can be used for floors, parquet floors, window and door frames, moulding, boat decks and narrow boards for ceilings and floors.

Key words: *Tectona grandis*; growth; wood; physical properties; Abangares; Costa Rica.

Este artículo está basado en la tesis de Licenciatura de Fernando Castro, titulada: Propiedades Tecnológicas de la madera de teca (*Tectona grandis* L.F.).

La Teca (*Tectona grandis* L.F.) es una especie nativa de Birmania, Tailandia y algunas partes de la India. En América Central fue seleccionada como una de las especies prioritarias con base en los resultados obtenidos de las investigaciones del Proyecto Madelena del CATIE y también por el impulso que el gobierno quería dar al desarrollo de las plantaciones forestales apoyándose en los incentivos fiscales (a partir de 1979).

Según Lamprecht (1990), en su hábitat natural, esta especie requiere de una estación seca bien definida, de tres a siete meses, con precipitaciones anuales promedias de 800 a 5 000 mm y temperaturas medias entre los 21 y 28°C.

Entre 1972-1987, el área reforestada, manejada y protegida mediante los incentivos forestales fue de 309 864,28 ha. (FONAFIFO 1996). De este total se estima que entre un 3-4% corresponde al área reforestada con teca en la zona de Guanacaste (10 845 ha, valorada por los autores).

Dichas plantaciones fueron establecidas en ciertos casos más por tratar de aprovechar los incentivos fiscales que otorgaba el gobierno que por razones técnicas, como clase de sitio, suelos, topografía, demanda, y acceso a mercados. Y menos aún, según el desarrollo de sus propiedades tecnológicas, que permitieran a mediano y largo plazo atender un mercado nacional y sobretodo internacional que exige características bien definidas en la calidad de la madera.

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de las propiedades técnicas de la madera de teca de 17 años bajo manejo en San Joaquín de Abangares y, en especial, compararlos con otras experiencias en Costa Rica y otras latitudes.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la finca Mayilandia ubicada en San Joaquín de Abangares, cantón de Colorado de Abangares, de la región Chorotega, provincia de Guanacaste, Costa Rica. A una distancia aproximada de 165 km al Norte de San José (ciudad capital), y cerca de los 10° 16' de latitud Norte y 85° 05' de longitud Oeste.

El sitio se ubica a 30 msnm, caracterizándose por poseer pocas variaciones de altura. La plantación de teca se encuentra en topografía plana, con menos del 2% de pendiente.

De acuerdo a los datos de la Estación Taboga, ubicada en Cañas, Guanacaste (1996), la precipitación promedio anual es de 1 611 mm, con una estación lluviosa que va de mayo a noviembre y un período seco bien definido (de diciembre a abril). La sequía se acentúa en los meses de enero, febrero y marzo, ya que en ninguno de estos meses la lluvia sobrepasa los 20 mm de precipitación, lo que caracteriza la existencia de un déficit de agua en el suelo y una pérdida de follaje en los árboles (Cuadro 1).

Basados en 26 años de registro de la Estación Taboga, la temperatura máxima fue de 33,2°C, la mínima de 21°C; mientras que la máxima fue de 2 251 mm y la mínima de 1 016mm.

De acuerdo con Vásquez (1983) los suelos se clasifican como vertisoles, que son suelos planos, profundos (mayores a 90 cm), de texturas franco arcillosa, con pH de 6,7 y regularmente drenados. Durante el período de sequía el suelo se resquebraja formando grietas de considerable tamaño.

Cuadro 1. Parámetros climáticos de la zona en estudio*

Parámetros climáticos	Valor promedio	Unidades
Temperatura	27,6	°C.
Precipitación	1 611	mm.
Humedad Relativa	73,9	%
Brillo Solar	7,2	h.
Evapotranspiración	7,7	mm.
Radiación	20,1	mj/m_
Estación seca	4	meses

*Datos promedio de los registros a partir de 1980.

Fuente: Instituto Meteorológico Nacional.

Cuadro 2. Análisis químico del suelo de la plantación de teca en San Joaquín de Abangares, Costa Rica.

pH	Cmol(+)/L			mg/L						
	Ca	Mg	K	Acidez	CICE	P	Cu	Fe	Mn	Zn
6,7 ^a	26,90 ^a	9M	047M	0,10M	36,47A	10,4M	10M	28,1M	8M	2B

A: Alto M: Medio B: Bajo.

Ca: Calcio

Mg: Manganeso

K: Potasio

CICE: P: Fósforo

Fe: Hierro

Mn: Magnesio

Zn: Zinc

Fuente: Estudio realizado por el Programa del Laboratorio de Suelos Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica, 1998.

Del cuadro 2 se desprende que los suelos son fértiles, por encima del óptimo, lo que concuerda con los datos encontrados por Vallejos (1996). Igualmente, presenta óptimos contenidos de potasio, fósforo, manganeso y una muy alta capacidad de intercambio de cationes (36,47).

La plantación de donde se extrajeron los árboles se encuentra en la formación bosque húmedo premontano transición a basal (bhPTb), según el sistema de zonas de vida de Holdridge (1982).

Metodología y muestreo de árboles

La metodología utilizada consistió tanto de labores de campo como de laboratorio. La plantación de teca de donde se extrajeron los árboles contaba con 5 ha.

En las labores de campo se identificaron los árboles más representativos y se hizo un muestreo de tres árboles basados en la norma de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales, ASTM D-143-83 para "métodos secundarios".

En las labores de laboratorio se utilizaron las normas de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM), en su designación D-143-83 denominada "métodos secundarios". Para las pruebas físicas se obtuvieron probetas de madera de 5x5x15 cm de espesor en 15 cm de largo.

Para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera se siguió el procedimiento descrito en la norma ASTM D-143-83 denominada "Ensayos en pequeños especímenes de madera libre de defectos".

Las propiedades físicas determinadas fueron: contenido de humedad, peso específico básico, densidad, contracción volumétrica, contracción radial y contracción tangencial.

Las propiedades mecánicas estudiadas fueron: flexión estática, compresión paralela al grano, compresión perpendicular al grano, cortante paralelo al grano, dureza, clivaje y extracción de clavos.

La condición verde se refiere al contenido de humedad de la madera en su estado natural (recién cortada), y la condición seca: 1) seca al aire al 12% de humedad y 2) seca en horno.

El Crecimiento

La mayoría de las plantaciones de teca de mayor edad establecidas en la región Chorotega se ubica en sitios de calidad baja, algunas en media y en casos excepcionales en buena. Lo anterior, demuestra que si los sitios no fueron bien seleccionados, tampoco se pensó en el efecto de calidad, crecimiento, manejo de la plantación, fertilización y las propiedades técnicas.

De acuerdo a la base de datos del Sistema MIRA del CATIE Ugalde (1998), con más de 15 años de investigación en parcelas permanentes de teca, se considera que en la región Chorotega sitios con suelos buenos, planos, profundos, bien drenados y precipitaciones mayores a 2 000 mm, pueden alcanzar clases de sitio alta. Igualmente, estos sitios se asocian con niveles altos de calcio, mayores a 10 meq/100ml de suelo en los primeros 20 cm de profundidad (Vásquez y Ugalde 1994).

Los datos del Sistema MIRA ubican las parcelas permanentes de donde se tomaron los árboles, en calidad de índice de sitio de medio a alto, con un valor de 19,1m, una altura dominante de 20,6 y una edad de 13,3 años.

La plantación de donde se tomaron las muestras fue fertilizada y manejada silviculturalmente desde su establecimiento. Sin embargo, Bhat (1998) menciona en sus investigaciones de propiedades de la madera de teca de crecimiento rápido, que el riego y los raleos tienen poca influencia en la resistencia de la madera.

Resultados y discusión

Descripción macroscópica

La madera de teca estudiada presentó porosidad circular en algunas áreas y en su mayoría se observa porosidad

semicircular. Los poros encontrados son abundantes (380/cm²), moderadamente pequeños, principalmente en el duramen y en general, la forma de los poros fue redonda y ovalada, de tipo solitario en su mayoría.

El parénquima se localiza a simple vista, presentándose en bandas terminales y asociado a los poros (paratraqueal vasicéntrico). Los radios son de tamaño mediano y visibles a simple vista (0,05 a 0,10 mm de ancho).

Descripción microscópica

El diámetro tangencial promedio de los poros/vasos es de 226 mm (ámbito 200 mm a 298 mm). Las placas de los elementos vasculares son simples, inclinadas y ocasionalmente transversales, con puntuaciones intervascuales ovaladas.

El parénquima es de tipo terminal, paratraqueal escaso y vasicéntrico y de forma rectangular u ovalada. Los radios son uniseriados y las fibras fusiformes, ligeramente estratificadas con punteaduras simples y con una longitud promedio de 1 131 mm.

Propiedades físicas

En la madera de teca estudiada se obtuvieron las siguientes propiedades físicas.

De acuerdo con el cuadro 3, el peso específico básico (P.E.B.) es de 0,58, basado en el peso seco al horno y el volumen en condición verde, lo que la clasifica como una madera pesada. Resultado que coincide con los datos encontrados por Carpio *et al.* (1996), quienes la clasifican como una madera pesada a muy pesada.

Con relación a las propiedades físicas de la madera de teca que se ha plantado en climas muy húmedos y

superhúmedos y de edades jóvenes, se cree que su P.E.B. está alrededor de 0,50, lo cual permite deducir que todavía esta madera es muy joven y probablemente no muestre un cambio fisiológico de madera joven a madera dura. Asimismo, dado su relativo bajo peso específico va a presentar menor resistencia al agrietamiento, lo cual se relaciona también con una menor resistencia a la tensión perpendicular, facilitando la separación o torcedura de sus elementos (fibras). También, en estos climas la teca desarrolla más albura que duramen, debido a que hay más paredes activas en el xilema en contacto con el agua que no permiten un crecimiento adecuado del duramen.

La razón de contracción de 1/1,8 señala que esta madera no presentará problemas de agrietamiento ni deformaciones. Así mismo, se observa que la contracción volumétrica encontrada (6,2 %) indica que esta madera tiene una buena estabilidad dimensional y no presentará problemas como torceduras o agrietamientos.

El cuadro 3 muestra algunas medidas estadísticas y su comparación con el promedio de 50 especies, parámetro de referencia de acuerdo con el US Forest Products Laboratory-Wood Handbook, 1974, de los Estados Unidos.

Del cuadro 3 se infiere que el coeficiente de variación del peso específico básico de 3,4% de la teca muestreada en San Joaquín es mucho menor que el coeficiente de variación normal promedio de otras maderas, que es del 10%. También, es menor al de Quepos (7%). De ahí que las variaciones son menores y están por debajo de los estándares.

Cuadro 3. Promedio, desviación estándar, error estándar y coeficiente de variación (C.V.) del peso específico básico, de las contracciones volumétricas, radial y tangencial de la teca de San Joaquín de Abangares, Costa Rica.

Parámetros estadísticos	Chi (%)	P.E.B.	C Vol. %	C Rad. %	C Tang. %	C.R./C.T.
Promedio	93	0,58	6,2	2,2	3,9	1/1,8
Desviación estándar	-	0,02	0,88	0,34	0,63	-
Error estándar	-	0	0,18	0,03	0,06	-
Coeficiente de variación	-	3,4	14,2	16	16	-
Coeficiente de variación* promedio de 50 especies	-	10	16	15	14	-

*Valores tomados del US Forest Products Lab.-Wood Handbook, 1974.

Chi: Contenido de humedad inicial
 P.E.B.: Peso específico básico
 C.R.: Contracción radial
 C.T.: Contracción tangencial
 C.V.: Contracción volumétrica
 C.R./C.T.: Razón de contracción

Lo anterior, mantiene concordancia con los resultados encontrados por Zhang (1995) quien encontró muy poca variación en el peso específico (de 4,6% a 12,1%), en maderas suaves como duras.

Los coeficientes de variación de las contracciones no muestran una gran variación con relación a los promedios esperados para la madera normal (Cuadro 3); pero la madera de teca creciendo en Quepos sí mostró una variación muy alta, pues sus coeficientes de variación alcanzaron valores de 30, 34 y 37%, para la contracción volumétrica, radial y tangencial; valores que son casi el doble de la madera creciendo en San Joaquín y de la madera normal. En general, se sabe que a mayores valores en las contracciones, habrá mayor tendencia a problemas durante el secado.

Las variaciones de las relaciones entre densidad de la madera y tasas de crecimiento, a través de manipulaciones silviculturales, fueron bien documentadas por Zobel y Van Buijtenen, citados por Zhang, (1995). Estos autores anotan que los raleos y la fertilización combinados aumentan la tasa de crecimiento y frecuentemente reducen la gravedad específica. Esto indica que ambos, tanto la fertilización como los raleos, son capaces de acelerar el crecimiento de los árboles, pero también tienen diferentes efectos en el peso específico de la madera.

La creencia general que ha prevalecido entre reforestadores y tecnólogos de la madera es que la teca de crecimiento rápido produce solo madera ligera, débil y esponjosa. Sin embargo, Bhat (1998) señala que las

nuevas evidencias y datos revelan que árboles seleccionados de plantaciones forestales de crecimiento rápido de madera de teca de diferentes edades que van desde 13, 21, 55 y 65 años de edad no muestran diferencias significativas en cuanto a la densidad de la madera.

De la misma forma, especies de crecimiento rápido y porosidad circular presentan madera con alta densidad y resistencia. En consecuencia, queda claro que las propiedades de resistencia y densidad de la madera de teca de árboles jóvenes (13 y 21 años) no son necesariamente inferiores a los de árboles viejos de 55 y 65 años de edad. Lo cual significa que, el turno de plantaciones de teca de crecimiento rápido puede ser reducido sin que se afecte la resistencia de la madera.

Para ilustrar lo anterior y establecer sus características con respecto a lo conocido para la madera de la especie, se comparó la teca de la zona de Abangares, de 17 años, con tecas de

diferente procedencia como la de Quepos de 28 años (Cuadro 4), así como con distintas especies que presentan problemas de agrietamiento durante el secado (Cuadro 5).

Del cuadro 4 se infiere que las procedencias de Panamá y de Quepos, Costa Rica, presentan los mayores valores de peso específico básico (P.E.B) de 0,63 y 0,61; mientras la procedencia de Abangares presenta 0,58. Lo que es interesante destacar es que esos P.E.B. más altos se deben a que son tecas mayores de 28 años de edad, para el caso de Quepos (González y Bonilla 1979), y posiblemente las de Panamá también lo sean, dada la información que se tiene de introducción al país. En tanto, la de Abangares es apenas de 17 años.

Aunque en la literatura no se mencionan las edades, se cree que las precedentes de Myanmar y de la India son mayores de 28 años, sobretodo por ser lugares de origen. La edad de las procedencias de Honduras y Puerto Rico es desconocida.

Cuadro 4. Propiedades físicas de la madera de teca de diferentes procedencias según la Norma ASTM-143-83.

Procedencia	Edad/ Años	P.E.B.	C.R.	C.T.	C.V.	C.R./C.T.	Referencia
Puerto Rico	--	0,55	2,1	3,8	6,2	1/1,8	Longwood 1962
Honduras	--	0,56	2,1	4,6	5,1	1/2,2	González y Bonilla (1979)
Myanmar*	--	0,57	2,3	4,2	6,8	1/1,8	González y Bonilla (1979)
Africa y Asia	--	--	2,7	5	7,9	1/1,9	Delaunay 1992
Quepos, Costa Rica	28	0,61	2,3	5,4	5,7	1/2,3	González y Bonilla (1979)
Panamá	--	0,63	1,9	4,9	5,6	1/2,6	González y Bonilla (1979)
India	--	0,57	2,2	4	-	1/1,8	González y Bonilla (1979)
Abangares, Costa Rica	17	0,58	2,2	3,9	6,2	1/1,8	Castro (1998)

*(Antigua Birmania)

P.E.B: Peso específico básico

C.R.: Contracción radial

C.T.: Contracción tangencial

C.V.: Contracción volumétrica

C.R./C.T.: Razón de contracción

Cuadro 5. Propiedades físicas y de secado de algunas maderas pesadas y su comparación con la madera de teca de San Joaquín de Abangares, Costa Rica.

Especie	P.E.B.	C.R.	C.T.	C.V.	C.R./C.T.	Secado	Referencia
Teca, Costa Rica <i>Tectona grandis</i>	0,58	2,2	3,9	6,2	1/1,8	Estabilidad dimensional pocos o leves defectos durante el secado	Castro Fdo. (1998)
Pilón, Panamá <i>Hyeronima alchorneoides</i>	0,60	5,7	9,2	13,6	1/1,6	Se presentan torceduras y colapso en algunos casos	González y González (1973)
Cenízaro, Costa Rica <i>Pithecellobium saman</i>	0,49	2,78	5,07	7,55	1/1,8	Requiere de un secado cuidadoso, presenta torceduras, contracciones altas	González y González (1973)
Roble Encino, Costa Rica <i>Quercus costaricensis</i>	0,59	3,97	12,1	17,9	1/3,1	Severos problemas de agrietamiento y deformación	Valverde 1996
Caobilla, Costa Rica <i>Carapa guianensis</i>	0,52	3,4	7,0	11,2	1/2,1	Secado moderado, algunas veces ocurre agrietamiento.	González y González (1973)

P.E.B: Peso específico básico

C.R.: Contracción radial

C.T.: Contracción tangencial

C.V.: Contracción volumétrica

C.R./C.T.: Razón de contracción

La madera de teca de Abangares, a pesar de ser una madera joven, mostró mejores propiedades físicas que tecas de mayor edad.



Foto: Luis Ugaldé.

Al analizar las diferentes propiedades físicas y procedencias se tiene que las procedencias de Puerto Rico y Abangares, Costa Rica presentan contracciones radiales y tangenciales más bajas que las otras.

Para los casos indicados en el cuadro 4, con los cuales se compara la teca de Abangares, los autores informan grandes cualidades físicas así como pocos problemas de agrietamiento y una muy buena estabilidad dimensional (Delaunay 1992, González y Bonilla 1979, Longwood 1962). La condición anterior, resalta las propiedades de la madera estudiada, ya que entre las tecas comparadas la de Abangares presenta la menor razón de contracción (1/1,8).

La literatura indica que no parece existir relación directa entre el peso específico básico y la contracción, comportamiento que se refleja en los valores del cuadro 4, en donde las contracciones varían sin ningún patrón con respecto al P.E.B. (Longwood 1962).

En el cuadro 5 se observa que maderas con algunas características similares a la teca presentan problemas de agrietamiento y colapso, condiciones que no se observaron en la madera de teca de Abangares.

Sin embargo, el pilón (*Hyeronima alchorneoides*) con un P.E.B. y una razón de contracción similar a la teca, presenta torceduras y en algunos casos colapso.

También, aunque la razón de contracción (C.R./C.T.) es menor en el pilón, los valores individuales de contracción radial y contracción tangencial son bastante más altos que los de la madera de teca. Lo anterior se ve reflejado en la contracción volumétrica, que es mayor en el pilón que en la teca; dicha diferencia en el valor de contracción volumétrica explica el comportamiento del pilón en contraste con la teca, ya que por ejemplo, de dos maderas que posean similitud en su P.E.B. y en su razón de contracción, una grieta que se forme en la superficie o en el interior, tenderá a aumentar más en la madera con mayor contracción volumétrica; es decir, a mayor reducción de volumen mayor ensanchamiento de las grietas y torceduras existentes.

Por otra parte, en el cenízaro (*Pithecellobium saman*) presenta una condición interesante: sus características de contracción y razón son similares a las de la teca por lo que podría esperarse un buen comportamiento durante el proceso de secado. Sin em-


bargo, esto no es lo observado; se reportan problemas como torceduras, contracciones considerables y en algunos casos agrietamiento (González y González 1973). A simple vista podría aducirse que este comportamiento obedece principalmente a características internas de la madera. No obstante, debe considerarse que entre estas maderas existe una marcada diferencia en el P.E.B., lo que explica en parte este comportamiento del cenízaro, ya que para agrietar o torcer una madera más densa que otra, las fuerzas internas que producen el agrietamiento deben ser mayores en la primera.

Lo anterior señala que, una madera más liviana que la teca (como el cenízaro) pero con similares valores de contracción, presentará una menor resistencia al agrietamiento debido a su menor peso específico básico, que se relaciona directamente con una menor resistencia a la tensión perpendicular lo que facilita la separación o torcedura de sus elementos (fibras).

En el cuadro 5 se presentan otras maderas con P.E.B. similar a la teca, pero con serios problemas de secado como es el caso del roble encino (*Quercus costaricensis*). En este caso se observa claramente, que la alta con-

tracción tangencial y volumétrica son los principales factores que afectan su proceso de secado (Valverde 1996).

Conclusiones

1. La madera de teca procedente de Abangares se clasifica como una madera pesada y de buena calidad, de acuerdo con su peso específico básico (P.E.B.) de 0,58 y es más liviana que la madera de teca procedente de Quepos y de Puerto Armuelles-Panamá.
2. La madera de teca de Abangares mostró un 82% de duramen y un 18% de albura; asimismo, una marcada diferencia de coloración entre la albura y el duramen. En condición verde la albura es pardo anaranjado, en tanto que el duramen es gris pardo y al cambiar a condición seca, tanto la albura como el duramen se oscurecen ligeramente.
3. La madera de árboles de teca de Abangares mostró porosidad circular y semicircular mayormente con poros abundantes (380/cm²) y moderadamente pequeños, sobretodo en el duramen, de forma redonda y ovalada y de tipo solitarios.
4. Los valores de sus contracciones radial, tangencial y volumétrica de 2.2,3.9,6.2 y de su razón de contracción de 1/1.8, muestran que la madera de teca de Abangares no presentará problemas de agrietamientos ni deformaciones; también tiene una muy buena estabilidad dimensional; por consiguiente, es muy probable que sea físicamente más resistente a la madera de teca que crece en Quepos, en Panamá y similar a la de la India, aunque éstas procedencias son de mayor edad. Esto se debe a su baja razón de contracción de 1/1.8
5. El coeficiente de variación del peso específico básico de la teca de Abangares, fue de 3,4%, mientras el de Quepos, mostró ser del 7,0%, y el promedio de las 50 especies tomadas como referencia fue del 10%. De ahí que, las variaciones en el P.E.B. en Abangares fueron menores con relación a Quepos y a los estándares utilizados para la comparación. 



Agradecimientos: Los autores expresan sinceros agradecimientos al Laboratorio de Productos Forestales del Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INII) de la Universidad de Costa Rica, por el apoyo, por la realización de los ensayos y por el uso de sus instalaciones.
Al Dr. Luis Ugalde del CATIE, por permitirnos utilizar algunos datos de las parcelas de crecimiento del Sistema Mira y por sus sugerencias al manuscrito. Igualmente, a todas las personas que colaboraron en esta investigación.

Fernando Castro
Ingeniero Civil
Geo-Ingeniería.

Tel:(506) 290 4656

Apartado :138-1150

La Uruca, Costa Rica.

Correo electrónico: castrof@racsa.co.cr

Jaime Raigosa
Ingeniero Forestal
Consultor.

Tel:(506) 273 4608

Apartado:7-0130.San José, Costa Rica.

Correo electrónico: raigosa@racsa.co.cr

Literatura Citada

- Bhat, KM.1998.Properties of fast-grown teak wood: Impact on end-user's requirements. *Journal of Tropical Forest Products* 4(1):1-1
- Carpio, IM;Arrolo, O; Sánchez,E. 1996.Anatomía y ultraestructura de 20 especies maderables de importancia comercial en Costa Rica. Informe Final del Proyecto. San José, Universidad de Costa Rica, Instituto de Investigaciones en Ingeniería.114p.
- Castro,F. 1998.Propiedades tecnológicas de la madera de teca procedente de Colorado de Abangares.Tesis de Licenciatura.San José, Universidad de Costa Rica,Escuela de Ingeniería Civil.109 p.
- Delaunay, J. 1992. Resultats d'essais de provenances de teck, *Tectona grandis*, six aus apres leur mise en place en Cote D'Ivoire. *In* Consulta Mundial sobre Mejoramiento de Árboles Forrestales. Camberra, Australia.
- FONAFIFO. 1996.Estadísticas de Plantaciones Forestales. San José,Costa Rica.
- González,G;Bonilla,L.1979.Propiedades y usos de la madera de Teca (*Tectona grandis*) creciendo en Quepos. San José, Universidad de Costa Rica,Laboratorio de Productos Forestales.
- González y González,G. 1973.Propiedades físicas, mecánicas, usos y otras características de algunas maderas comercialmente importantes en Costa Rica. San José, Universidad de Costa Rica, Laboratorio de Productos Forestales.
- Holdridge, LR.1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad.del inglés por Humberto Jiménez Saa.San José,Costa Rica,IICA.
- Lamprecht,H.1990.Silvicultura en los trópicos.Traducido por Antonio Carrillo Eschborn,GTZ. 335 p.
- Longwood,FR.1962.Present and potencial commercial timbers of the Caribbean with special reference to the West Indies, the Guineas and British Honduras. U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Agriculture Handbook No. 207.
- Ugalde A.,L.A. 1988. Sistema MIRA. Turrialba,CR, CATIE. sp.
- Valverde,B.1996.Uso potencial del roble encino en la construcción civil. Tesis de Licenciatura, San José, Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Civil.
- Vallejos Barra. OS. 1996. Productividad y relaciones del índice de sitio con variables fisiográficas, edafoclimáticas y foliares para *Tectona grandis* L.F.*Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand y *Gmelina arborea* Roxb. en Costa Rica.Tesis Mag.Sc.Turrialba,Costa Rica, CATIE.147 p.
- Vásquez,A.1983.Mapa de Suelos de Costa Rica.Escala 1:200000. San José, Costa Rica. Proyecto Apoyo al servicio Nacional de Suelos y aguas.
- Vásquez, W; Ugalde, L. 1994. Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinata* y *Pinus caribaea* en Guanacaste, Costa Rica. Informe final. Convenio de Cooperación Proyecto Forestal Chorotega (IDA/FAO). Proyecto Madelaña-3. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Zhang, SY. 1995.Effect of growth rate on wood specific gravity and selected mechanical properties in individual species from distinct wood categories. *Wood Science and Technology* 29:451-465.

Micropropagación de la teca (*Tectona grandis* L.F.)

La biotecnología...
un instrumento de rescate y preservación de la
biodiversidad de los bosques tropicales.

Marcos Daquinta
Luis Ramos
Iris Capote
Yarianne Lezcano
Romelio Rodríguez
Danilo Trina
Maritza Escalona

RESUMEN

El rescate de especies de interés comercial es una de las líneas prioritarias de la biotecnología. Es una herramienta básica que apoya el mejoramiento de árboles élites, eleva la tasa de multiplicación y permite participar en programas de reforestación de áreas que tienen grandes problemas de deforestación. El rescate de especies también puede ayudar a mantener el equilibrio del ecosistema natural.

La teca (*Tectona grandis*) es una especie de alto interés comercial y ecológico por el rápido crecimiento y la calidad de su madera. No obstante, hoy padece un grave problema: la propagación por semillas dada su alta variabilidad genética. Por esta razón, se han buscado otras opciones de producción.

Para establecer la metodología de propagación *in vitro* se partió de explantes recolectados de árboles jóvenes y adultos. Se evaluaron diferentes concentraciones de citoquininas con el fin de estimular la emisión de brotes y auxinas para formar raíces *ex vitro*. Se logró establecer un protocolo para la propagación *in vitro*, con buenos resultados.

Palabras claves: *Tectona grandis*, micropropagación, cultivo *in vitro*.

ABSTRACT

Micropropagation in teak (*Tectona grandis* L.F.). The rescue of commercial species is a priority for biotechnology to increase multiplication rate and develop reforestation programmes in heavily deforested areas. Such programmes can be carried out simultaneously with the development of the country to maintain the ecosystem's natural equilibrium. Teak (*Tectona grandis*) is a forest tree of high commercial and ecological value because of its rapid growth and wood quality. Teak, however, is a species with problems for propagation as a result of its high genetic variability. For this reason, alternatives to produce propagules have been developed. *In vitro* propagation is one alternative and this paper points out a methodology from young and mature tree explants collected. Different cytokinins were tested for shoot proliferation and auxins for *ex vitro* rooting. An efficient procedure was established to micropropagate elite mature trees.

Key words: *Tectona grandis*; micropropagation; *in vitro* culture.

La necesidad de obtener recursos del bosque ha llevado al ser humano a explotarlo de forma irracional, sin pensar en las consecuencias. Hoy, sólo en el continente americano se pierden hasta 300 000 ha de bosque nativo por año (Centeno 1997). Toda esta situación ha obligado buscar nuevas opciones de reproducción vegetativa con altas tasas de multiplicación y buenas características, tanto fenológicas como morfológicas.

En esta búsqueda de nuevas posibilidades, la biotecnología surge como una herramienta que contribuye a la conservación de la biodiversidad genética y a la innovación de procedimientos tecnológicos; además, es un instrumento de rescate y preservación de la biodiversidad de los bosques tropicales.

En Malasia se desarrolló un protocolo para la micropropagación de varios miles de plantas de teca (*Tectona grandis*) basado en la técnica de propagación por microestacas que permite la producción industrial de vitroplantas clonadas a partir de genotipo de corta edad (Monteuuis 1994, Bon y Monteuuis 1996, Monteuuis *et al.* 1998). En Cuba no hay antecedentes de este trabajo.

El objetivo de la presente investigación fue establecer un protocolo para la propagación *in vitro* de teca, a partir de árboles seleccionados.

Materiales y métodos

Inducción de rejuvenecimiento de yemas de teca

Se seleccionaron brotes epicórmicos de árboles de teca en el vivero forestal "El Cartucho", situado en la carretera a Morón Km 14, Ciego de Avila, Cuba.

Dichos brotes se cortaron y se colocaron en un vivero en macetas con sustratos de zeolita bajo un cobertor de polietileno transparente, con riego por microjet a una frecuencia de un minuto cada media hora. Esta cámara húmeda es muy similar a la utilizada para la aclimatización de plantas *in vitro*.

Las yemas brotadas de los árboles adultos se trataron con hormonas para el enraizamiento (ácido indol-3-butírico (AIB) + ácido naftalenacético (ANA)) y se colocaron en sustrato de zeolita, bajo las mismas condiciones descritas anteriormente para estacas de brotes epicórmicos. Como testigo se utilizaron brotes de plantas juveniles obtenidas de semillas y se trataron con las mismas hormonas de enraizamiento.

A los 30 días se evaluó el porcentaje de brotes enraizados, números de raíces y largo de raíz mayor.

Establecimiento *in vitro* de las yemas provenientes del material rejuvenecido

La desinfección de brotes de teca de 1 cm de longitud se realizó en una solución de bicloruro de mercurio (HgCl₂) al 0,25% durante 10 minutos. Luego se hicieron tres enjuagues con agua destilada estéril. Los ápices se cortaron en el estéreo-microscopio, quedando los explantes con 2 mm de base y 4 mm de alto. Su implantación se realizó en el medio de cultivo Murashige y Skoog, (MS) con las siguientes variantes.

MS sin regulador de crecimiento

MS + 0,5 mg.L⁻¹ BAP

(Bencilaminopurina)

MS + 1 mg.L⁻¹ BAP

MS + 0,5 mg.L⁻¹ BAP + 1 mg.L⁻¹ GA₃

MS + 1 mg.L⁻¹ BAP + 1 mg.L⁻¹ GA₃

Tectona grandis L.F., especie forestal introducida de la India, ha logrado adquirir un alto valor ecológico y comercial por la calidad de su madera. Hoy, muchos países del primer mundo la importan por su betado y la utilizan para los acabados de cielo rasos, pisos, paredes, muebles, puertas, ventanas, etc. Este árbol es de crecimiento rápido, tiene fuste recto y cuenta con una alta resistencia al fuego en su estado natural.

Se utilizaron 10 repeticiones por tratamiento. A los 45 días se procedió a evaluar el número de yemas contaminadas, fenolizadas y brotadas, así como el número de hojas por yemas y el porcentaje de explantes con callos en la base de las yemas.

Evaluación de diferentes concentraciones de BAP sola y combinada con Kinetina en la multiplicación de brotes de teca

Para efectuar este experimento se utilizaron plantas *in vitro* de yemas apicales. Las yemas fueron establecidas en MS suplementado con 1 mg.L⁻¹ BAP. Las plántulas de yemas apicales de árboles adultos seleccionados se cortaron en segmentos nodales hasta llegar al ápice y se establecieron en los siguientes medios:

MS +1 mg.L⁻¹ BAP

MS +1,5 mg.L⁻¹ BAP

MS +2 mg.L⁻¹ BAP

MS +1 mg.L⁻¹ BAP + 0,5 mg. L⁻¹ Kinetina

MS +1,5 mg.L⁻¹ BAP + 0,5 mg. L⁻¹ Kinetina

MS +2 mg.L⁻¹ BAP + 0,5 mg. L⁻¹ Kinetina

Se utilizaron 10 repeticiones por tratamiento. A las seis semanas se evaluó el número de brotes emitidos por explantes, tanto por los ápices como por los nudos.

Inducción del enraizamiento *ex vitro* con polvos enraizadores

Se utilizaron brotes de 1,5 a 2 cm de altura y 2-3 pares de hojas del medio de cultivo MS con 10 mg.L⁻¹ de sacarosa y 1mg.L⁻¹ de carbón activado. Éstos fueron tratados con polvos enraizadores para estimular el enraizamiento *ex vitro*. Luego se colocaron en un sustra-

to de zeolita, bajo túnel, con un sistema de riego por microjet, y una frecuencia de 30 seg. cada 30 min. Se establecieron 40 microestacas en cada uno de los siguientes tratamientos:

- Sin polvo enraizador
- Con polvo enraizador (1 000 mg.L⁻¹ ANA + 1 000 mg.L⁻¹ AIB)
- Con polvo enraizador (2 000 mg.L⁻¹ ANA + 2 000 mg.L⁻¹ AIB)

Se utilizó un diseño completamente al azar con 40 repeticiones. A las cuatro semanas se evaluaron los brotes enraizados, el número de raíces emitidas y longitud de la raíz mayor.

Resultados y discusión

Inducción de rejuvenecimiento de yemas de teca

El cuadro 1 indica el comportamiento del enraizamiento *ex vitro* de las yemas brotadas provenientes de árboles adultos. Se logró un alto porcentaje de enraizamiento de estas yemas, lo que mostró el rejuvenecimiento del material de árboles adultos. Al compararse con los brotes de plantas juveniles de semillas (que es material totalmente joven) se observó que no hubo diferencias estadísticas.

Entre las estrategias recomendadas para la inducción del rejuvenecimiento en material adulto en teca, Guerrero *et al.* (1992) han evaluado la utilización de rebrotes provenientes de tocones y la selección de chupones y brotes de la parte baja del tronco con características juveniles. Por su parte Castro *et al.* (1999) únicamente utilizaron rebrotes provenientes de tocones.

Cuadro 1. Comportamiento del enraizamiento de yemas brotadas provenientes de árboles adultos y brotes de plantas juveniles de teca. Medias con letras desiguales difieren para un valor de *p* < 0,05, en Cuba.

Tratamientos	Enraizamiento %	No de raíces	Largo de la raíz mayor (cm)
Yemas brotadas de árboles adultos	100	2	6,3 a
Brotes de plantas juveniles	100	2,6	5,3 b

La inducción del crecimiento de yemas axilares dormante en estacas colocadas en cámaras húmedas ha sido referida por Guerrero *et al.* (1992) para *Tabebuia rosea*. Sin embargo, dichos autores descartaron este método por la lentitud en el desarrollo de las yemas generadas en cámaras húmedas. En esta investigación no se presentó el problema del desarrollo lento de las yemas ya que las estacas fueron de brotes epicórmicos que tienen más vigor.

El comportamiento recalcitrante de los tejidos de material adulto se atribuyó a la pérdida de juvenilidad, la cual condujo a la disminución de la capacidad morfogenética representada en la tasa de crecimiento reducido y en la dificultad para el desarrollo de raíces, esto último ocasionado por la presencia de inhibidores del enraizamiento (Muhitch y Fleycher 1985).

Se logró el 100% de enraizamiento de las yemas de brotes epicórmicos, un buen indicador del rejuvenecimiento alcanzado en este material (Cuadro 1).

Los resultados del enraizamiento de yemas de árboles adultos permiten, si se considera necesario, hacer operativo y confiable el sistema de macropropagación, una alternativa que se puede manejar de forma paralela y complementaria a los programas de clonación y establecimiento de huertos semilleros clonales.

Establecimiento *in vitro* de las yemas provenientes del material rejuvenecido

En el cuadro 2 se observa el comportamiento de la brotación. En los medios de cultivo suplementados con 0,5 y 1 mg.L⁻¹ de BAP se logró la máxima respuesta y aunque el 83% de los explantes formaron callos en su base, el desarrollo de éstos se comportó por debajo de los medios de cultivo suplementados con GA₃. Y, aunque en el medio sin reguladores del crecimiento no se formaron callos en la base del explante, sí se comprometió la brotación.

Al evaluar la contaminación microbiana se logró siempre más del 90% de brotes sin contaminantes visibles, lo que indicó que el procedimiento de desinfección fue efectivo.

Cuadro 2. Influencia de los medios de cultivo en el establecimiento de los ápices de teca. Medias con letras desiguales difieren para un valor de $p < 0,05$.

Tratamiento	% Brotación	No de Hojas	% callo (crecimiento)
MS	33 b	2 b	- b
MS+0,5 mg/LBAP	100 a	4,6 a	83 (++) a
MS+1mg/LBAP	100 a	4,8 a	83 (+) a
MS+0,5 mg/LBAP+ 1 mg/ LGA ₃	62,5 ab	2 b	75 (+++) a
MS+1 mg/LBAP+ 1 mg/ L GA ₃	33 b	1,3 b	66 (++) a
ES	0,15	0,13	0,16

Donde, + poco crecimiento, ++ medio crecimiento, +++ abundante crecimiento.

Con relación a la fenolización no se observaron brotes fenolizados ya que la producción de polifenoles en estos brotes (provenientes de zonas en activo crecimiento) es mínima.

Lo anterior coincide con lo señalado en la literatura, donde se plantea que la mayor producción de fenoles está en los tejidos diferenciados de la planta (Carrizosa *et al.* 1994). Los tejidos adultos (zona basal) de especies leñosa, particularmente de Angiospermas, liberan al medio de cultivo pigmentos constituidos sobretodo por polifenoles y taninos.

La síntesis de los precursores de fenoles es más activa y compleja en tejidos maduros que en tejidos jóvenes, y está directamente influenciada por el contenido de sales y reguladores de crecimiento en el medio de cultivo (Muhitch y Fletcher 1985). Estos autores señalan que el control de las oxidaciones puede lograrse mediante:

- pre-tratamientos de inmersión de los explantes en soluciones que contienen antioxidantes,
- reducciones en la concentración de sales en el medio,
- por cultivos de explantes de las zonas en estado de crecimiento activo, y
- realizando adecuadamente subcultivos frecuentes.

A pesar de trabajar con yemas y nudos provenientes de chupones o rebrotes de tocones Guerrero *et al.* (1992), Carrizosa *et al.* (1994) y Castro *et al.* (1999), encontraron problemas de oxidaciones. En esta investigación no se observaron explantes fenolizados porque se trabajó con las nuevas brotaciones de yemas axilares dormantes de estacas de brotes epicórmicos colocadas en cámaras húmedas.

Evaluación de diferentes concentraciones de BAP sola y combinada con Kinetina en la multiplicación de brotes de teca

En el cuadro 3 se muestra el comportamiento del número de brotes emitidos en los segmentos apicales. Se encontró de forma general una mayor respuesta en los tratamientos donde se utilizó la combinación de dos citoquininas. Los tratamientos donde se utilizaron las mayores concentraciones de BAP presentaron un mejor comportamiento. Cuando se analizó la respuesta en los segmentos nodales se observó, al igual que en los explantes analizados (ápices), un mayor número de brotes emitidos en aquellos donde se combinaron la BAP y la Kinetina. A diferencia de los segmentos apicales, en este tipo de explante el mayor número de los brotes se obtuvo en la menor concentración de BAP,

Cuadro 3. Evaluación de diferentes niveles de BAP sola y combinada con Kinetina en la multiplicación de brotes de teca. Medias con letras desiguales difieren para un valor de $p < 0,05$. en Cuba

Tratamientos	Apices	Nudos
MS+1 mg.L ⁻¹ BAP	1,4 b	2 c
MS+1,5 mg.L ⁻¹ BAP	1,6 b	2,7 c
MS+2 mg.L ⁻¹ BAP	1,1 b	4,2 a
MS+1 mg.L ⁻¹ BAP+0,5 mg. L ⁻¹ Kinetina	1 b	4,3 a
MS+1,5 mg.L ⁻¹ BAP+0,5 mg. L ⁻¹ Kinetina	2,4 a	3,4 b
MS+2 mg.L ⁻¹ BAP+0,5 mg. L ⁻¹ Kinetina	2,6 a	2,3 c
Error Estándar	0,15	0,18

combinada con 0,5 mg/L de Kinetina. Aquí la respuesta estuvo más determinada por la menor concentración de citoquininas y no por la mayor concentración, como sucedió en los ápices.

Comportamientos similares han sido indicados por Nadgauda (1997) y Kendurkar *et al.* (1999), aunque con concentraciones menores de citoquininas mantienen una relación BAP-Kinetina similar a la que presentó una mejor respuesta en este trabajo. Dichos investigadores utilizaron 0,2 mg.L⁻¹ de BAP y 0.1 mg.L⁻¹ de Kinetina; es decir, mantuvieron una relación de 2:1

Inducción del enraizamiento *ex vitro* con polvo hormonal en microestacas de teca

La figura 1 muestra el comportamiento del enraizamiento *ex vitro* de las microestacas de teca del medio de cultivo MS suplementado con 10 g.L⁻¹ de sacarosa y 0,1% de carbón activado. Los explantes tratados con el polvo enraizador a 1000 mg.L⁻¹ de ANA y 1000 mg.L⁻¹ AIB fueron los que presentaron mayor porcentaje de enraizamiento (92,5%). Esta respuesta disminuye con el incremento de las concentraciones en el polvo enraizador.

Castro *et al.* (1999) lograron menos del 10% de enraizamiento sin el empleo de polvo. Estos resultados son inferiores si se comparan con los de

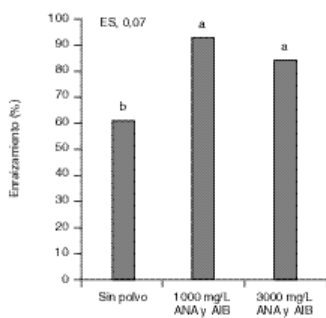


Figura 1. Evaluación del enraizamiento *ex vitro* con polvos hormonales.

esta investigación; sin embargo este hecho puede estar determinado por la procedencia de las microestacas. En este trabajo los explantes provenían de un medio de cultivo suplementado con carbón activado, lo que favorece la inducción de las raíces *ex vitro*.

El uso de polvos enraizadores con mezcla de auxina (ANA y AIB) posibilitan obtener porcentajes de enraizamiento superiores a los señalados por Castro *et al.* (1999), aspecto que está relacionado con el papel del ANA como inductor y del AIB en la diferenciación morfológica del enraizamiento.

Al analizar el comportamiento del número de raíces y la longitud de la raíz mayor (Cuadro 4) se encontró que estas variables se comportan mejor en las microestacas que se trataron con polvo enraizador. Los explantes tratados con 1000 mg.L⁻¹ ANA y 1000 mg.L⁻¹ AIB tuvieron más raíces y mayor longitud. Por lo contrario, las microestacas que no fueron tratadas con polvo inductor del enraizamiento mostraron menos raíces y fueron más cortas.

Un método simple y eficiente para el enraizamiento de microestacas directamente en el suelo fue desarrollado para especies de eucalipto y teca por Nadgauda (1999), dicho método incluye la selección de las microestacas, inmersión del extremo en una solución para estimular el desarrollo de raíces y la transferencia al sustrato de enraizamiento y el endurecimiento tuvo lugar simultáneamente, resultando en la reducción en el número de pasos, labor y tiempo.

Resultados

1. Se obtuvo el 100% de enraizamiento de las yemas de los árboles adultos que estaban en cámaras húmedas con sustrato de zeolita.
2. Se logró el 100% de brotación de los ápices de brotes epicórnicos en el medio MS suplementado con 0,5 mg L⁻¹ de BAP.

3. El mejor medio para multiplicar los brotes fue el MS con 1 mg L⁻¹ de BAP y 0,5 mg L⁻¹ de Kinetina.
4. Se logró el enraizamiento *ex vitro* con polvos hormonales, bajo cobertor.

Marcos Daquinta,
 Centro de Bioplasmas. Carretera de Ciego
 a Morón Km.9.Ciego de Avila. C.P:
 69.450 Cuba.
 Tel y fax: (53)33266340
 Correo electrónico:
 mdaquinta@unica.edu.cu

Luis Ramos, Investigador
 migluisramos@yahoo.es
 Iris Capote, Técnica de laboratorio
 Yarianne Lezcano, Técnica de laboratorio
 Romelio Rodríguez, Investigador
 bioclima@bioca.unica.cu
 Danilo Trina, Técnico de laboratorio
 Maritza Escalona, Investigador
 mescalona@bioca.unica.cu.

Literatura citada

Bon, M.; Monteuis, O. 1999. Biotechnologies forestieres on Sabah. Premier bilan. Bois et Forests des Tropiques 248:32-42.

Carrizosa, M; Ramirez, C; Guerrero, E; Santamaria, LM; Hodson de Jaramillo, E. 1994. Cultivo de tejidos para la propagación y mejoramiento de especies forestales. In Memorias del III Congreso. Bogotá, Pontifice Universidad Javierana. t.2, p. 547-559.

Castro, D; Diaz, J.J; Murillo, M.V. 1999. Estrategias de trabajo para la multiplicación clonal *in vitro* de árboles adultos de Teca (*Tectona grandis*), Melina (*Gmelina arborea*) Roble (*Tabebuia rosea*). Informe Final de Asesoría Técnica. Rionegro, Colombia. p. 16-51.

Centeno, J.C. 1997. The management of Teak plantations. ITTO Tropical Forest Update 7(2): 1-5.

Guerrero, E; Hodson de Jaramillo, E; Santamaria, LM; Ramirez, C; Carrizosa, M. 1992. Manejo *in vitro* de material adulto de especies forestales. In Memorias del II Congreso. Bogotá, Pontifice Universidad Javierana. t.1, p. 481-487.

Kendurker, S.V; Nadaganda, R.S; Von Arnold, S. 1999. Studies on cryopreservation of Teak (*Tectona grandis*) a tropical hard wood tree (Abstracts) In International Tree Biotechnology Meeting, India. p. 53-57.

Monteuis, O. 1994. Recent advances in mass clonal propagation of Teak. In Proceeding International Workshop Bio-Refor, Kangar, Malaysia. p. 117-121.

Monteuis, O; Bon, M; Goh, D. 1998. Teak propagation by *in vitro* culture. Bois et Forets des Tropiques 226(2):1-11.

Muhitch, M.J; Fleycher, J.S. 1985. Influence of culture age and spermidine-treatment on the accumulation of phenolic compounds in suspension cultures. Plant Physiology. 78: 25-28.

Nadgauda, R.S. 1999. Application of tissue culture in clonal forestry programme. In Abstracts of International Tree Biotechnology Meeting, India. p. 4-8.

Cuadro 4. Comportamiento del número de raíces y longitud de la raíz mayor en el enraizamiento *ex vitro*. Medias con letras desiguales difieren entre sí para el test de Duncan, (*p* < 0.05) en Cuba.

Tratamientos	Números de raíces	Longitud raíz
Sin polvo	1 b	1 c
1000 mg.L ⁻¹ ANA+ 1000 mg.L ⁻¹ AIB	2 a	3,8 a
2000 mg.L ⁻¹ ANA+ 2000 mg.L ⁻¹ AIB	1,8 a	2,8 b
Error Estándar	0,15	0,11

Estado actual de los bosques secundarios en Costa Rica: perspectivas para su manejo productivo

La escasa modernización puede limitar acciones futuras de las empresas para el procesamiento de la madera del bosque secundario y, por lo tanto, volver menos atractivo el manejo productivo de este recurso.

Giovanni Berti

Los bosques secundarios representan un enorme potencial para el desarrollo del sector forestal costarricense. Este potencial se deriva no solo de su abundancia, respecto a otros ecosistemas forestales, sino además de su conveniencia como proveedor de bienes y servicios ambientales para la sociedad. Por ello, caracterizar dichos bosques y conocer su relación con la industria forestal son aspectos claves a tomarse en cuenta cuando se proponen opciones de manejo productivo.

¿Qué son bosques secundarios? La Comisión Nacional de Certificación Forestal de Costa Rica define el bosque secundario como “... *aquella tierra con vegetación leñosa de carácter sucesional secundaria que se desarrolla una vez que la vegetación original fue eliminada por actividades humanas o fenómenos naturales; con una superficie mínima de 0,5 ha y una densidad no menor a 500 árboles por ha de todas las especies, con dap no menor a 5 cm*” (CNCF 1999). Se valora que en Costa Rica existen alrededor de 425 000 ha de bosques secundarios en distintas etapas suce-



Foto: Rocio Jiménez.

sionales (CCT 1991, Segura *et al.* 1997). Esto es, dos veces el área que ocupan los bosques primarios disponibles para la producción de madera y casi tres veces el área de plantaciones.

Estudios realizados en la zona Norte de Costa Rica demuestran que los rendimientos en crecimiento del bosque secundario se asemejan al de las plantaciones forestales, con valores que oscilan entre los 10 y 20 m³/ha/año en algunas especies presentes en las etapas de sucesión secundaria. En la misma zona, para un bosque de 18 años, se indica que el 56,7% del área basal (11,56 m²/ha) pertenece a especies comerciales (Feldmeier 1996, Solís 1999). Con relación a la productividad de los bosques secundarios secos Spittler *et al.* (1999) señalan que un bosque secundario de 25 años ubicado en la Estación Experimental Forestal Horizontes, Guanacaste, tenía volúmenes comerciales de 22 m³/ha, y que en etapas más avanzadas de la sucesión (50 años) se encontraron volúmenes comerciales de 108 m³/ha.

Aunque la presencia y aprovechamiento de productos no maderables del bosque secundario (PNMB) no han sido estudiados a profundidad, algunos autores sostienen que hoy muchos de estos productos son aprovechados por sus propietarios como plantas medicinales, miel, plantas ornamentales, lianas para tejidos y fabricación de canastos (Feldmeier 1996, Berrocal 1998).

Chazdon y Coe (1999) encontraron que los bosques secundarios de la región Noreste de Costa Rica tienen una densidad mayor de árboles medicinales (740 individuos/ha) que los bosques primarios (434 individuos/ha) y que los bosques intervenidos (542 individuos/ha). Igualmente este estudio concluyó que la abundancia de especies de usos no maderables fue igual en los tres tipos de bosque examinados, mostrando con esto el enorme potencial como reservas extractivas de los bosques secundarios.

También, diversos estudios han demostrado el valor de los bosques secundarios en cuanto a la protección y conservación de la biodiversidad vegetal. Fedlmeier (1996) analiza este aspecto a través de mediciones de biodiversidad con el índice de Shan-

non y señala que los bosques secundarios jóvenes de la región Norte de Costa Rica presentan índices de 63 a 68% de la diversidad de un bosque primario, mientras que bosques secundarios de 17 a 18 años muestran valores de hasta 72 ó 87% de la diversidad de un bosque primario.

Guariguata *et al.* (1997) caracterizaron la estructura de tres bosques secundarios en los bosques tropicales húmedos de bajura en Costa Rica. Luego compararon esos resultados con tres bosques primarios ubicados en la misma zona y concluyeron que las características estructurales de los bosques secundarios húmedos pueden rápidamente acercarse a aquellas propias de los bosques primarios, cuando el uso anterior de la tierra no ha sido muy intenso.

Los bosques secundarios son valiosos también por la relación que tienen con la reducción del carbono en la atmósfera. Durante sus primeras dos décadas se encuentran en una fase acelerada de crecimiento y es cuando son adecuados para fijar carbono (Fedlmeier 1996, Thren 1997). Al comparar la capacidad de fijación de carbono de los bosques secundarios con las plantaciones forestales (Lugo & Brown 1992) se considera que la acumulación de carbono en dichos bosques oscila entre 2 y 3,5 ton/ha/año, mientras que las plantaciones varían entre 1,4 y 4,8 ton/ha/año. Lo anterior evidencia la magnitud y potencial de estos bosques como sumideros de carbono. Ortiz *et al.* (1998) concluyeron que los bosques secundarios deben recibir especial atención debido a su mayor tasa de secuestro de carbono y además por el hecho de que en sus primeras etapas sucesionales estos ecosistemas son altamente vulnerables al cambio de uso de la tierra, lo que significaría perder capacidad de fijación de CO₂ en el futuro.

Los bosques secundarios también se destacan por su riqueza para conservar y mejorar la productividad del suelo. Dada su rápida sucesión, estos bosques desempeñan funciones reguladoras decisivas. Después de unos 5 ó 10 años existe suficiente biomasa de follaje y de raíces finas que sobrepasa la producción primaria neta del bosque primario (ECO 1997). Debi-

do a que la mayor parte de bosques secundarios se encuentra en áreas que fueron utilizadas para producción de ganado, en muchos casos, al momento del abandono los suelos presentan altos grados de compactación que no solo dificultan las actividades de cultivo sino que, además, facilitan la escorrentía y la erosión (De Camino 1999). Fedlmeier (1996) analizó como la regeneración natural contribuye a la descompactación del suelo e indicó que a medida que avanza el proceso de sucesión del bosque la compactación disminuye de 0,62 g/cm³ en una pastura y hasta 0,45 g/cm³ en un bosque secundario de 13 años.

Dada su importancia, la presente investigación hizo una caracterización general de estos bosques y a partir de ella, se derivaron algunos elementos que deben ser tomados en cuenta al momento de proponer opciones de manejo.

Metodología

Área de estudio

El área de estudio se centró en dos regiones: la Chorotega y la Huetar Norte. La Región Chorotega ha incorporado durante los últimos años alrededor de 150 000 ha al proceso de regeneración natural (Emel Rodríguez, comunicación personal). En cambio, la Huetar Norte cuenta con cerca de 20 000 ha (COSEFORMA 1995). En conjunto concentran el 40% del total de los bosques secundarios de Costa Rica (Figura 1).

La región Chorotega tiene una extensión de 10 140 km² y se caracteriza por la presencia de bosques tropicales secos y bosques secos transición a húmedos. La Huetar Norte se distingue por la presencia de bosques húmedos premontanos y montanos bajos y tiene una extensión de 9 603 km².

En cada una de las regiones de estudio se realizaron 30 encuestas a propietarios de bosque secundario y 34 encuestas entre administradores de aserraderos. Las muestras fueron seleccionadas aleatoriamente con base en la información brindada por las instituciones y organizaciones forestales que trabajan en dichas regiones. Las encuestas se realizaron entre febrero y junio de 1999.

En el caso de los propietarios, en las encuestas se consideraron tres aspectos fundamentales: 1) características generales de la finca y las actividades productivas que en ella se realizan; 2) el tipo e intensidad de aprovechamiento al que se someten los bosques secundarios; y 3) la percepción de los propietarios sobre la importancia de los bosques secundarios en el futuro y su disposición a manejarlos con fines productivos o de conservación.

En el caso de los propietarios de aserraderos se pusieron los siguientes aspectos: 1) el origen de la materia prima y la presencia de tecnología apropiada para su procesamiento; 2) las especies presentes en bosques secundarios que actualmente son procesadas y comercializadas; y 3) la percepción con respecto a los bosques secundarios como futuros oferentes de materia prima.

Resultados

Caracterización de los bosques secundarios

Las encuestas a propietarios mostraron que cerca de la tercera parte de los bosques secundarios son menores a los 30 años de edad, lo que refuerza la hipótesis de que los bosques secundarios son, en su mayoría, resultado del abandono de pastizales como respuesta a la crisis ganadera de los años 70 y 80.

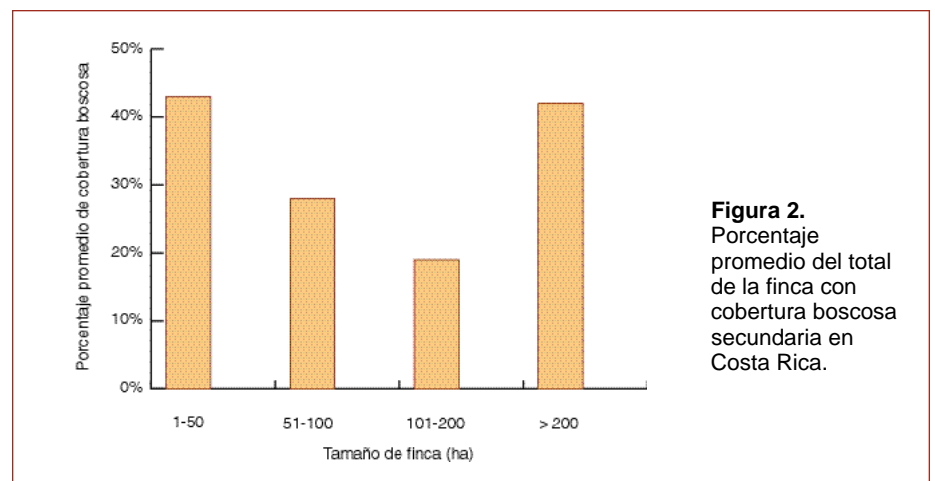
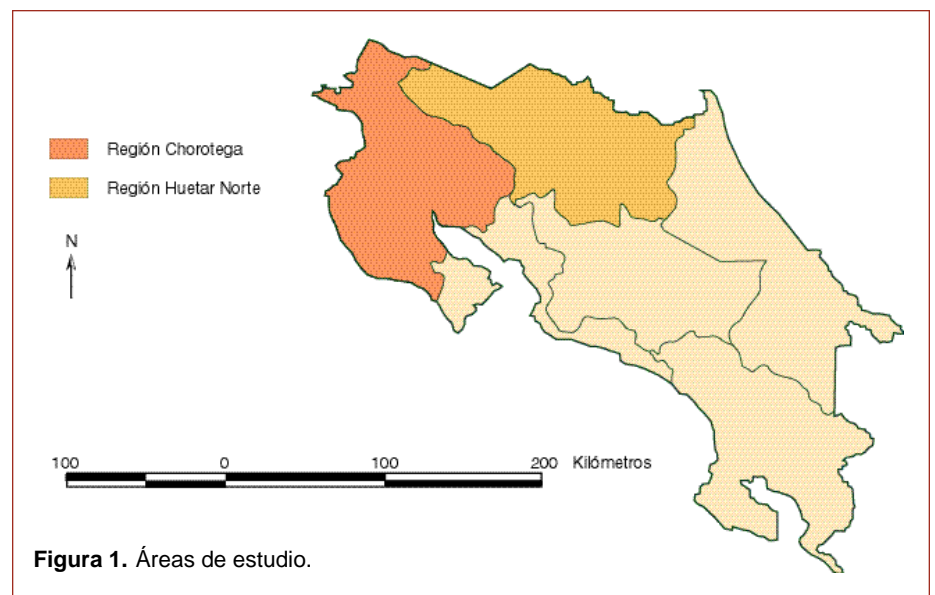
En el caso de la Región Chorotega, 13% de los bosques considerados en la muestra se encontraban en la categoría de menor a 5 años, el 41% en la categoría de 5 a 15 años de edad, el 33% entre 16 y 30 años y el 13% restante eran mayores a 30 años. En la Región Huetar Norte, estos porcentajes fueron de 20, 57 y 23 respectivamente y no se encontraron bosques mayores a los 30 años.

Sin embargo, al considerar otras características de los bosques secundarios que influyen sobre las decisiones de manejo, se observó que existen diferencias entre ambas regiones sobretudo en lo que se refiere al tamaño de los bosques, el área que ocupan como porcentaje de la superficie total de la finca y la intensidad de aprovechamiento.

Con relación al tamaño, en la Región Chorotega se encontraron bosques que en promedio alcanzaron las 103 ha (rango entre 1 - 600 ha), lo que evidenció la existencia de grandes áreas de bosque secundario que pueden ser atractivas para el manejo productivo. Sin embargo, únicamente dos (de los bosques considerados en la muestra para esta región) tenían áreas por encima de las 300 ha; por lo tanto, el área promedio se reduce a 68 ha si se eliminan del cálculo. Para la Región Huetar Norte, el área promedio de los bosques secundarios fue de 12,6 ha (rango entre 4 - 60 ha). Sin embargo, si se eliminan del cálculo los bosques encontrados que alcanzan superficies mayores a las 18 ha, el promedio se reduce a 9 ha.

Desde el punto de vista del propietario, además del tamaño del bosque, la proporción respecto al área

total de la finca puede ser un indicador de la importancia y el papel que puede tener el bosque secundario dentro del sistema productivo de la finca. En la Región Chorotega, el bosque secundario ocupa en promedio un 50% del área total de la finca (rango de variación entre 2 y el 100%). En la Huetar Norte el promedio fue del 11% (rango de variación entre 3 y el 53%). Una de las razones que explica esta diferencia es el hecho de que la ganadería en la Región Chorotega estaba principalmente dirigida a la producción de carne (subsector que se vio más afectado por la crisis ganadera), mientras que en la Huetar Norte se practicaba sobretudo la ganadería de doble propósito, por lo que la producción de ganado de leche pudo mantenerse en una mayor cantidad de áreas de pastos.



Otra razón pudo ser que la ganadería de la Región Huetar Norte al ser más productiva (entre otras, por tener una estación seca más corta que en la Región Chorotega), pudo enfrentar de mejor forma la crisis. Asimismo, se debe considerar que ante esta crisis los productores de la Región Huetar Norte manejaron otras opciones de uso de la tierra, como la producción de cítricos, piña y yuca; posibilidades que no siempre estuvieron presentes en la Región Chorotega.

La relación entre el tamaño de la finca y el porcentaje que ocupa el bosque secundario del área total de ésta, muestra que a mayor tamaño de finca, es menor la proporción de cobertura boscosa secundaria (Figura 2), con la excepción de las fincas con una superficie mayor a las 200 ha en las cuales, frente a la crisis ganadera, los grandes propietarios optaron por reorientar sus inversiones hacia otras actividades productivas fuera del sector agrícola y abandonaron, en muchos casos, gran parte o la totalidad de la finca. Por el contrario, los pequeños y medianos propietarios no pudieron efectuar este cambio por la inversión que se requería.

Los datos anteriores ponen en evidencia que, en algunos casos, el área con cobertura boscosa representa un porcentaje muy bajo del total del área de la finca. Por esto, el propietario puede considerarlo marginal dentro de su sistema de producción y mostrar poco interés en actividades de manejo; en este caso, prefiere mantener el bosque secundario bajo el sistema de pago por servicios ambientales. Para los propietarios cuyas fincas tienen una proporción mayor de área bajo cobertura boscosa secundaria (y sobretodo aquellos que no cuentan con otras fincas) la alternativa de manejo con fines productivos podría resultar más atractiva. Sin embargo en la práctica, la mayor parte de los propietarios hacen un uso extractivo de los productos del bosque secundario sin contar con estrategias o planes de manejo adecuados.

Aprovechamiento comercial de los bosques secundarios

Con relación a la intensidad de aprovechamiento se encontró que en la Región Chorotega (región donde el

mayor porcentaje de finca es bosque secundario) el 67% de los propietarios extrae productos maderables del bosque, mientras que en la Huetar Norte solo el 33% de los bosques ha sido intervenido con fines de extracción para este tipo de productos.

El mayor uso que se da a este tipo de bosques en la zona seca es consecuencia de la escasez de otras fuentes de productos maderables en la región. Mientras que en la Región Huetar Norte aún existen bosques primarios que están siendo aprovechados, en la Chorotega estos ecosistemas fueron prácticamente eliminados con el avance de la frontera agrícola de los años 60 y 70, por lo que los bosques secundarios y los árboles en potrero

se presentan como las únicas fuentes de obtención de madera.

El 74% de las especies comerciales en los bosques secundarios de la Región Chorotega encuentran un uso en el sector de construcción; un 44% son utilizadas para la fabricación de muebles y el 22% en la elaboración de artesanías. Esto demuestra el potencial del recurso para proveer de materia prima a la industria forestal. En el caso de Huetar Norte los porcentajes son de 75%, 25% y 34% respectivamente (la suma de porcentajes no equivale al 100% debido a que muchas especies tienen dos o más usos).

De todos los entrevistados el 27% destina la producción de madera parcial o totalmente a la venta, y

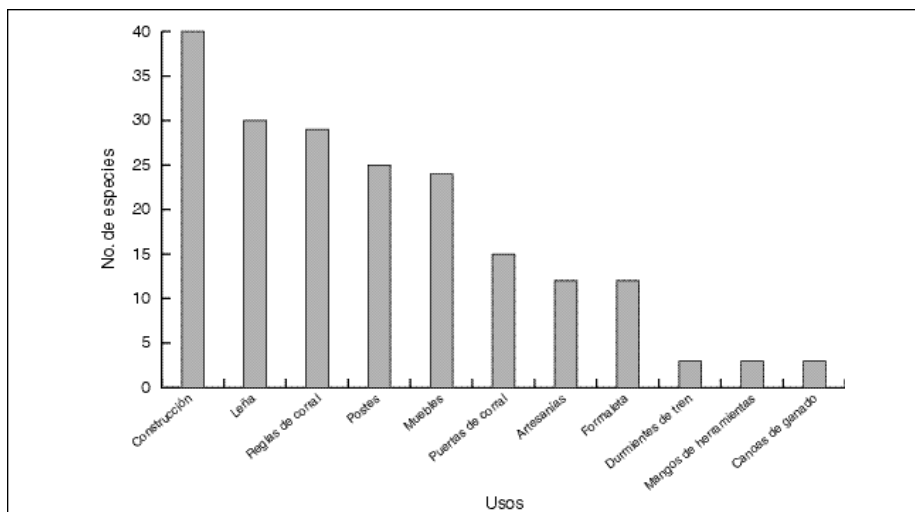


Figura 3. Región Chorotega: Principales usos de las especies maderables de los bosques secundarios en Costa Rica.

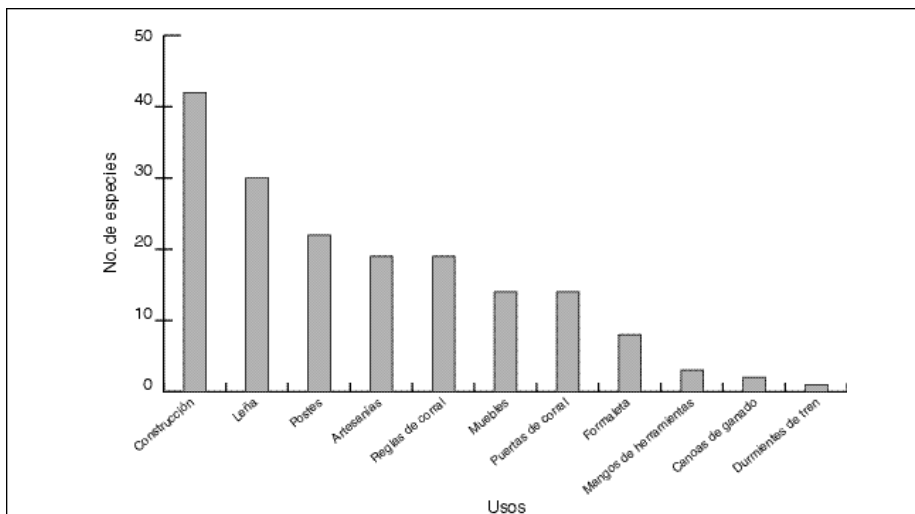


Figura 3. Región Huetar Norte: Principales usos de las especies maderables de los bosques secundarios en Costa Rica.

aunque no fue posible estimar qué porcentaje representaba esta venta del total de ingresos generados en la finca, se refuerza la idea que el bosque secundario debe verse como complemento del sistema de producción que en la mayoría de los casos es agrícola o ganadero.

Sin embargo, no es únicamente mediante la venta de madera que los bosques secundarios pueden contribuir a la economía familiar, muchas de las especies de estos bosques tienen una gran variedad de usos que evitan que el propietario deba recurrir al mercado para obtener ciertos productos; como leña, postes y reglas de corral (Figuras 3 y 4).

Aunque existe cierto grado de aprovechamiento de este recurso forestal los resultados indican que hay muy poco interés por manejar el bosque con fines productivos en el largo plazo. Del total de entrevistados en ambas regiones el 87% prefirió los incentivos o pagos por servicios ambientales para protección, mientras que el 10% se inclinó por la asistencia técnica para manejo. El restante 3% manifestó no tener interés en ninguna de esas opciones. Esta preferencia por mantener el bosque con fines de protección y conservación obedece a que la mayoría de los propietarios son productores ganaderos que no están interesados en la actividad forestal y, en muchos casos, no cuentan con el capital para invertir en actividades de manejo. Por lo anterior, es mucho más atractivo incluir los bosques dentro del sistema de pagos por conservación, sistema bajo el cual no necesitan hacer inversiones y que además les permite obtener ingresos desde las primeras fases sucesionales del bosque.

Los bosques secundarios como oferentes de materia prima para la industria forestal

Los resultados mostraron que en la región Chorotega los bosques secundarios son una valiosa fuente de materia prima para la industria forestal. Según los industriales el 32% de la materia prima que entra al proceso de aserrío proviene de estos bosques, mientras que en la Huetar Norte solo el 13% de la materia prima se obtiene

de bosques secundarios. La diferencia es por la escasez de otras fuentes alternativas de productos maderables en la Chorotega.

El 71% de los aserraderos de la región Chorotega consideraron a los bosques secundarios como fuentes "importantes" o "muy importantes" de materia prima en el futuro; ese porcentaje en Huetar Norte fue de 50%. Sin embargo, aunque en ambas regiones los industriales reconocen la materia prima que potencialmente pueden ofrecer los bosques secundarios, muy pocos aserraderos han invertido en modernizar su planta industrial para procesarla. Dicha materia prima se caracteriza por ser madera suave y de dimensiones pequeñas.

Pese a que en ambas regiones más del 75% de los propietarios de aserraderos han introducido especies "no tradicionales" al proceso de aserrío, sobretodo por la escasez de las espe-

cies que tradicionalmente se aserraron, solo el 8% en la región Chorotega y el 17% en la región Huetar Norte han adquirido la tecnología apropiada para procesarlas. Esto evidencia que la industria tradicional no está en un proceso de modernización tecnológica que permita procesar de forma eficiente la materia prima del bosque secundario.

Por su parte, los volúmenes de algunas especies de bosques secundarios están siendo procesadas por la industria primaria (Figura 5). Los volúmenes mostrados en los gráficos no provienen en su totalidad de bosques secundarios, pero sirven para demostrar que muchas especies de estos bosques están siendo procesadas y comercializadas actualmente (Figuras 5 y 6).

El destino de la madera aserrada con especies de los bosques secundarios de la Región Chorotega proviene de las empresas constructoras (53%),

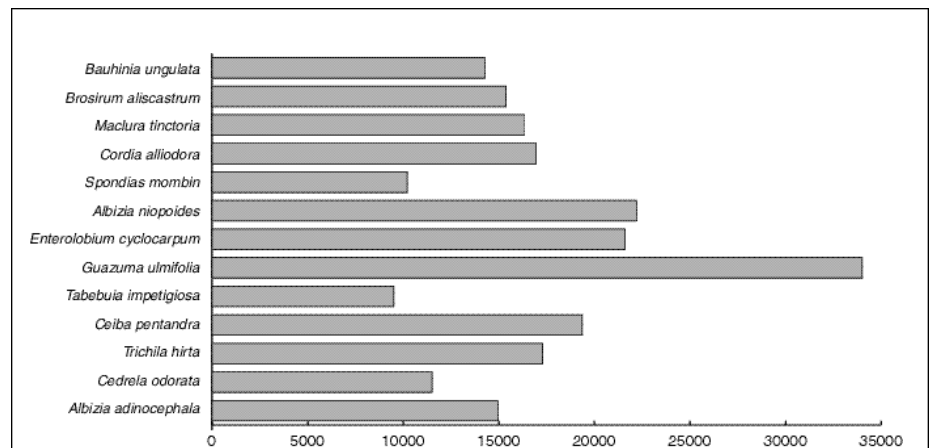


Figura 5. Región Chorotega: Especies presentes en los bosques secundarios que se procesan actualmente en la industria primaria.

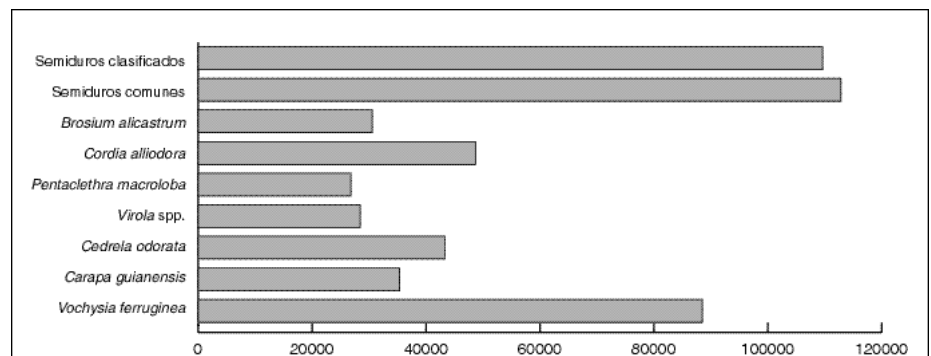


Figura 6. Región Huetar Norte: Especies presentes en los bosques secundarios que se procesan actualmente en la industria primaria.

y para la Región Huetar Norte la mayor demanda viene de los depósitos de madera (50%). En el caso de los depósitos, aunque no se logró determinar a través de la encuesta el destino final de la madera, se conoce que muchos de ellos son propiedad de empresas constructoras o tienen como principales clientes este tipo de empresas, por lo que el porcentaje de la madera que se utiliza en la construcción puede ser mayor al indicado en las encuestas.

Por el contrario, los resultados indican que menos del 10% de la producción se destina al sector "muebles" por lo que la oferta de madera de bosques secundarios, que hoy se procesa y comercializa en el mercado, se compone de especies de bajo a mediano valor comercial. Lo anterior podría limitar el manejo productivo sobretodo si se considera que los volúmenes comerciales que pueden extraerse no son muy altos debido a la alta fragmentación de dichos bosques

Conclusiones

Debido a su mayor tamaño y edad, los bosques secundarios de la Región Chorotega ofrecen mejores condiciones para su manejo productivo y este manejo puede ser más atractivo desde el punto de vista financiero para el productor. Además, por la escasez de

otras fuentes de madera en esta región los propietarios de la zona hacen un uso más intensivo del bosque secundario. Esto no sucede en la Región Huetar Norte donde el porcentaje de productores que aprovecha la madera es menor.

La alta fragmentación de los bosques secundarios, asociada al hecho de producir madera de bajo y de mediano valor comercial, sugiere que es difícil lograr que el manejo productivo sea rentable. Es aquí donde el pago por servicios ambientales orientados a incentivar el uso productivo de los bosques, pueden contribuir a fomentar el manejo y a generar ingresos desde las primeras fases sucesionales del bosque.

Una tercera parte de la materia prima que procesa la industria primaria en la Región Chorotega viene de bosques secundarios, por lo que existe un mayor conocimiento de las especies, de sus usos y de su mercado. Esto puede favorecer el manejo productivo de los bosques secundarios en la medida que esta participación dentro de la industria se convierta en una señal de mercado que aumente el interés de los propietarios por manejar sus bosques. En la Región Huetar Norte la existencia de grandes áreas de bosque primario que aún son aprovechadas con fines co-

merciales supone un desincentivo para el manejo productivo de los bosques secundarios debido a la mayor oferta relativa de especies de mayor diámetro y mayor valor comercial.

No se ha dado una modernización de la industria forestal convencional, aunque la escasez de materia prima tradicional los ha llevado a incorporar cada vez más especies "no tradicionales" al proceso de aserrío. Esta escasa modernización puede limitar acciones futuras de estas empresas para el procesamiento de la madera del bosque secundario y por lo tanto volver menos atractivo el manejo productivo de este recurso. Debido a que en Costa Rica la mayor parte de la tecnología de diámetros menores se concentra en los grandes aserraderos especializados en el procesamiento de madera de plantaciones, próximas investigaciones deben considerar el potencial que tienen dichas empresas para procesar materia prima de bosques secundarios y determinar si éstas efectivamente tienen interés en este tipo de madera.



Giovanni Berti

Dirección Postal: Colonia Satélite, Pasaje Neptuno, Casa #15-G. San Salvador, El Salvador
Correo electrónico: gioberti_2000@yahoo.com

Literatura citada

- 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. Cartago, CR, ITCR. 135 p.
- Camino, R. de 1999. Los bosques secundarios: la necesidad de aprovechar su potencial real. Una propuesta de manejo forestal. Charla dictada en el Colegio de Ingenieros Agrónomos. San José, CR. 15 p.
- CCT (Centro Científico Tropical, CR), WRI (World Resources Institute, US). 1991. La depreciación de los recursos naturales en Costa Rica y su relación con el sistema de cuentas nacionales. Washington, D.C. 160 p.
- Comisión Nacional de Certificación Forestal. 1999. Estándares y procedimientos para el manejo sostenible y la certificación forestal en Costa Rica. San José, Costa Rica. 54 p.
- COSEFORMA (Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero, CR) 1995. Inventario forestal de la Región Huetar Norte. 2 ed. Ed. San José, CR, GTZ. 27 p.
- Chazdon, R.; Coe, F. 1999. Abundance and diversity of useful woody species in second-growth, old growth and selectively-logged forest of NE Costa Rica. In Guariguata, M.; Finegan, B. eds. Ecology and management of tropical secondary forest: Science, people and policy. Turrialba, CR, CATIE. p. 165-190. (CATIE. Serie Técnica. Reuniones Técnicas no.4)
- ECO (Sociedad para el Asesoramiento de Programas Ecológicos y Sociales) 1997. La relevancia del manejo de bosques secundarios para la política de desarrollo. In Taller Internacional sobre el Estado Actual y Potencial de Manejo y Desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina (1997, Pucallpa, PE). Memorias. Pucallpa, PE. p. 170-205.
- Fedlmeier, C. 1996. Desarrollo de bosques secundarios en zonas de pastoreo abandonadas de la Zona Norte de Costa Rica. Ph.D. Thesis. Göttingen, DE, Georg-August Universität. 177 p.
- Guariguata, M.; Chazdon, R.; Denslow, J.; Dupuy, J. 1997. Structure and floristics of secondary and old-growth forest stands in lowland Costa Rica. *Plant Ecology* 132:107-120.
- Lugo, A.E.; Brown, S. 1992. Tropical forest as sinks of atmospheric carbon. *Forest Ecology and Management* 54:239-255.
- Ortiz, R.; Ramírez, O.; Finegan, B. 1998. CO2 mitigation service of Costa Rican secondary forests as economic alternative for joint implementation initiatives. In Guariguata, M.; Finegan, B. eds. Ecology and management of tropical secondary forest: Science, people and policy. Turrialba, CR, CATIE. p. 213 - 227. (CATIE. Serie Técnica. Reuniones Técnicas no.4)
- Segura, O.; Gottfried, R.; Miranda, M.; Gómez, L. 1997. Políticas forestales en Costa Rica. Análisis de las restricciones para el desarrollo del sector forestal. In Políticas forestales en Centroamérica: Análisis de las restricciones para el desarrollo del sector forestal. San Salvador, IICA-Holanda/Laderas C.A., CCAB-AP, Frontera Agrícola. p. 96-144.
- Solís, M. 1999. Resumen del plan de manejo en bosque secundario. Pago por servicios ambientales. San Carlos, CR. s.p.
- Spittler, P.; Alfaro, E.; Berrocal, A.; Berti, G. 1999. Dinámica y potencial económico de los bosques secundarios en la Región Chorotega. Informe de día de campo para profesionales forestales. Guanacaste, Costa Rica. 55 p.
- Thren, M. 1997. Manejo de montes secundarios: valoración e identificación de inversiones internacionales. In Taller Internacional sobre el Estado Actual y Potencial de Manejo y Desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina (1997, Pucallpa, PE). Memorias. Jakarta, Indonesia, CIFOR. p. 216-224.

Los incendios forestales en el departamento del Petén, Guatemala

Las actividades de prevención y control de incendios forestales pueden ser costosas, pero la conservación de la biodiversidad y el equilibrio ecológico lo compensan con mayores beneficios económicos para la sociedad.

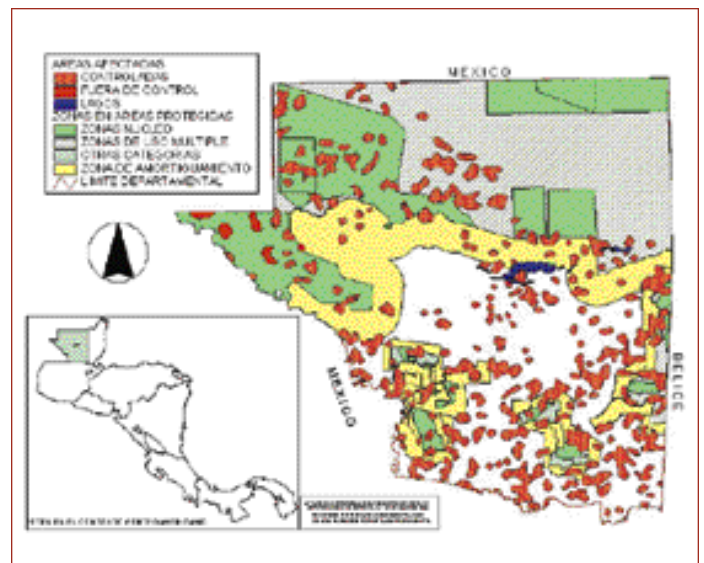
Mario René Rodríguez Lara

En el departamento del Petén, Guatemala, en años anteriores se han presentado incendios forestales de diferente magnitud. De los más recientes ocurridos en los últimos veinte años, algunos de ellos han quedado registrados en los periódicos de circulación nacional y en los reportajes locales.

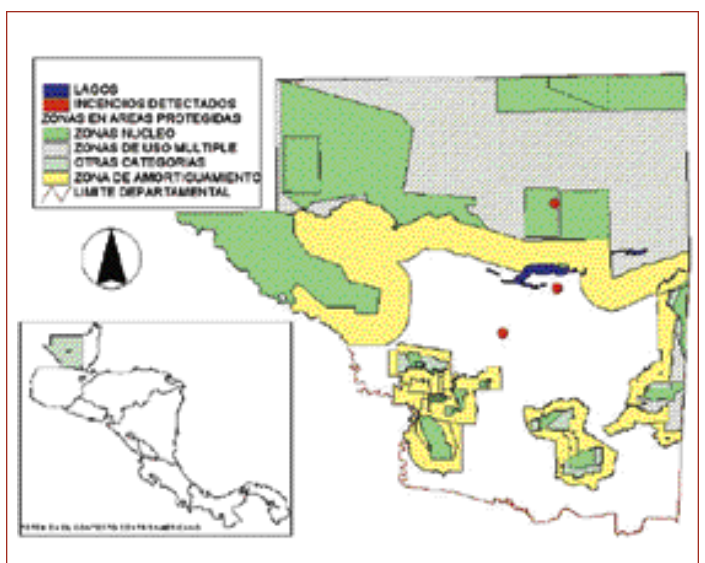
Durante el segundo semestre de 1998 se presentó en forma alarmante para los agricultores una plaga de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y en los meses de marzo a mayo de 1999 hubo una aparición sin precedentes de ratas de campo (*Sigmodon hispidus*) y de langostas o chapulines (*Schistocerca piceifrons*). Estas plagas aparecieron tras los incendios forestales atribuidos al fenómeno de El Niño; incendios que tuvieron una fuerte incidencia en el Departamento así como en el resto de Centroamérica y en México.

Desde Panamá hasta el Norte de México se presentaron de forma inusitada incendios forestales de diferentes magnitudes y tipos. Grandes cantidades de humo llegaron al Sur de los Estados Unidos, e incluso en algunos casos se tuvo que suspender la navegación aérea.

Los incendios ocasionaron diversas pérdidas económicas a las familias campesinas que no solo sufrieron la destrucción de sus cultivos agrícolas, sino también la pérdida de sus familiares, viviendas y animales domésticos. Parcelas de bosques secundarios y rastrojos se quemaron, muchos cultivos permanentes fueron destruidos y las parcelas con cultivos de cobertura que ayudan a fertilizar la tierra, fueron totalmente consumidas por los incendios (Frontera Agrícola 1998).



Mapa 1. Áreas afectadas por incendios en el Petén, Guatemala a mayo de 1998.



Mapa 2. Incendios forestales detectados a mayo de 1999.

Otra pérdida considerable fue la cobertura boscosa y con ella la pérdida de la biodiversidad y equilibrio ecológico de zonas de interés para la conservación, particularmente en áreas protegidas. En el bosque no solo se perdió madera del dosel, también se quemaron grandes cantidades de productos no maderables de importancia económica en la Región, como las hojas de xate (*Chamaedorea* sp.) que se desarrollan en el sotobosque y que son aprovechadas tradicionalmente por muchas comunidades, representando en algunos casos la principal fuente de ingresos de las familias campesinas.

Como consecuencia de la gravedad de esta situación, localmente se formó el Comité de Operaciones de Emergencia (COE) con la participación de instituciones gubernamentales y no gubernamentales, las alcaldías municipales y auxiliares, y los miembros de las comunidades aledañas. Algunos incendios que se gestaron cerca de importantes unidades de conservación en la Reserva de Biosfera Maya y en las Áreas Protegidas del Sur del Petén fueron controlados por esta organización.

De acuerdo con el resumen ejecutivo del CODRED-COE los incendios forestales registrados en Petén en 1998 fueron de origen antropogénico, durante el período en que se prolongó la época seca por la poca o ninguna precipitación pluvial registrada debido al efecto del fenómeno de El Niño, y el fenómeno de la oscilación sur (ENOS) que contribuyeron a la propagación de los incendios, en mayor o menor escala, con la influencia del ser humano.

El problema de los incendios forestales en El Petén se agravó porque no se tenía ninguna red de información que avisara oportunamente; tampoco hubo respuesta institucional inmediata por falta de organización y recursos para controlar estos eventos; además, no se contaba en ese entonces con una coordinación operativa que atendiera situaciones de emergencia.

Las secuelas de los incendios forestales de 1998 tuvieron repercusiones ecológicas y económicas importantes. La proliferación de langostas afectó cerca de 10 000 km²

(una tercera parte del territorio de Petén) y la plaga de ratas se propagó a más de 15 000 km², lo que representa casi el 42% de la Región. Tal situación puso en estado de alerta a la oficina de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura (MAGA) y causó fuertes pérdidas a la agricultura (Barquín, J.C., Comunicación personal).

Marco de referencia

Los incendios forestales naturales o provocados queman la vegetación del bosque. Hay distintos tipos de fuego: los fuegos de suelo o subterráneos, los superficiales o rastreros y los fuegos de corona. Los primeros (fuegos de suelo) queman la capa de humus del suelo sin manifestarse superficialmente. Los fuegos superficiales son aquellos que queman la vegetación del sotobosque y la hojarasca que se encuentra sobre el suelo. Finalmente los de corona son los que avanzan en el dosel por el contacto entre las copas de los árboles. Con frecuencia se combinan los tres (Morales, R. Comunicación personal).

El uso del fuego en la agricultura de los trópicos es una práctica frecuente y generalizada dentro del sistema de tumba y quema. Sin embargo, por falta de un adecuado control estas prácticas pueden ser agentes de incendio forestal de grandes magnitudes, poniendo en peligro la biodiversidad y acabando con cantidades de biomasa de alto potencial económico y productivo. Solo en Petén el 98% de los incendios son provocados por descuidos, ignorancia, ambición o mala intención (Duro y Detlefsen 1992).

Los incendios forestales pueden ser considerados como una de las peores catástrofes, en virtud de que provocan serios y muchas veces irreversibles daños ecológicos en bosques que requieren largos períodos para su recuperación. Algunos autores (Saldarriaga & Uhl 1991 citados por Bakker 1992) consideran que el período para que un sitio llegue a su condición de bosque maduro en los bosques tropicales puede oscilar entre los 144 a 189 años; para el caso de los bosques de Petén, este período puede ser mayor a los 80 años (Contreras, Comunicación personal).

La aparición de las plagas de ratas, gusanos cogollero y langostas supone un desequilibrio ecológico en la fauna y la flora, particularmente cuando se analizan relaciones entre las especies y las cadenas alimenticias que ligan a ciertos individuos con otras especies vegetales y animales.

Asimismo, los incendios forestales provocan cambios en las condiciones físicas y químicas de los suelos, como la elevación temporal del pH, pérdida por volatilización de nitrógeno y azufre, pérdida y destrucción de la materia orgánica por las extremas temperaturas, reducción en la disponibilidad de ciertos nutrientes por fijación, incremento en el contenido de las bases intercambiables (especialmente calcio y magnesio), reducción de la actividad microbiana y pérdidas de suelo por erosión (De las Salas 1987).

En algunos casos, lo elevado de las temperaturas sobre la superficie puede provocar que se cristalicen ciertos minerales en el suelo y la simple pérdida de materia orgánica provocaría un cambio de la estructura y un aumento del escurrimiento superficial. Las altas temperaturas de incendios superficiales severos originan cambios irreversibles en la estructura de las arcillas del suelo (Realston y Hatchell 1971, citados por Duro y Detlefsen 1992). Tal aseveración también ha sido sostenida por Demolón (1965), citado por Romero (1999), quien estableció que la acción de temperatura arriba de 400°C la plasticidad desaparece y la arcilla se conduce como arena.

Las quemaduras continuas pueden generar un endurecimiento de la capa superficial y una compactación generalizada en el suelo debido a la carencia de raíces, la excesiva sequedad y por las fluctuaciones del nivel del agua, provocándose movimientos del hierro de su forma ferrosa a férrica. Gerardo Budowski (1979, citado por Rodríguez y Rodríguez 1992) señala que la formación de las sabanas se debe principalmente a la actividad del ser humano, sobretodo por el uso de las quemaduras en forma repetitiva, lo cual reduce la adición de la materia orgánica y deja el suelo expuesto. El comportamiento de la actividad microbiana en el

suelo se ve afectada considerando que gran cantidad de materia orgánica es destruida por el fuego, con lo cual se afectan las relaciones C/N y la disponibilidad de algunos nutrientes (Cochrane & Sanchez 1982, citados por Bakker 1992).

Por ejemplo, uno de los efectos más sobresalientes de los incendios forestales en cuencas hidrográficas es que al quedar descubiertas extensas áreas se eleva el nivel de riesgo de erosión y por esto puede perderse grandes volúmenes de suelo.

Evaluación de los daños provocados por los incendios forestales

De acuerdo con una revisión más actualizada de los daños ocurridos por los incendios y quemados en el departamento del Petén se calculó que solo en mayo de 1998 cerca de 548 500 ha fueron afectadas, lo que equivale al 15% de toda el área. De éstas, al finalizar la época seca quedaron sin control 16 200 ha en la Sierra de Lacandón, zona de la Reserva de Biosfera Maya que tiene serios problemas de accesibilidad por su topografía.

Del área total de incendios se estima que 243 220 ha, equivalentes al 44% del área afectada, se encuentran ubicadas dentro de áreas protegidas; es decir, en áreas con bosques de altos valores de conservación y biodiversidad (Mapa 1). Se considera que unas 73 300 ha están en las zonas de amortiguamiento.

Durante el período de mayor incidencia de quemados se lograron detectar y controlar 111 incendios en el Departamento, enfocándose más en la Reserva de Biosfera Maya y las Áreas Protegidas del Sur (COE 1999).

Para el año 1999, durante el mismo período de referencia, se identificaron numerosos focos de incendio que en su mayoría fueron quemados de rastrojo en preparación de los campos para la siembra. No obstante, se señalaron tres incendios en los municipios de San José, Flores y La Libertad que afectaron un total de 172 ha (Mapa 2). Para los años 2000 - 2001 la incidencia ha sido de poca cuantía.

Las actividades de prevención y control de incendios en Petén

Para 1991 y 1992, como parte de las actividades de los proyectos Olafo y MAYAREMA, se estableció un plan piloto de prevención y control de incendios forestales provocados a partir de las inadecuadas prácticas de los agricultores, principalmente en el área de San Miguel La Palotada, San Andrés, Petén (Rodríguez & Rodríguez 1992).

Durante estas jornadas se lograron controlar los incendios con la participación de los propios agricultores. Se formaron brigadas de control equipadas con las herramientas disponibles. Otro elemento importante en estas jornadas fue la participación de las familias de la comunidad y la capacitación que se les brindó sobre cómo mejorar las prácticas del sistema de cultivo predominante de tumba y quema.


El Centro de Operaciones de Emergencia (COE) en Petén se estableció a consecuencia de la gravedad de los incendios de 1998, dentro del marco de la Comisión Departamental de Reducción de Desastres (CO-DRED). Para conformar el COE se coordinaron esfuerzos institucionales entre el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Ministerio de Salud Pública, Ejército Nacional por intermedio de la Zona Militar No.23 y la Base Aérea del Norte, Gobernación Departamental y municipalidades, Instituto Nacional de Transformación Agraria (INTA), Instituto Nacional de Bosques (INAB), Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Universidad de San Carlos de Guatemala, y Programa para la Protección de la Selva PROSELVA. Asimismo, se sumaron organismos no gubernamentales entre los que se encuentran Bomberos Voluntarios, Pro-petén, Centro Maya, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Cooperative for Assistance and Relief for Everywhere (CARE), Proyecto Frontera Agrícola y la Asociación de Cooperativas Forestales Peteneras.

Las actividades de control estuvieron dirigidas a formar las brigadas con personal militar y civil y por miembros

de las comunidades aledañas. Participaron más de 2 000 personas. Complementaria a la actividad de control por tierra se utilizaron helicópteros y aviones que fueron proporcionados por el Gobierno de los Estados Unidos y la fuerza aérea de Guatemala.

Esta experiencia logró consolidar el COE y definir un esquema organizativo más funcional que incluye otras instituciones. También permitió realizar actividades de control para 1999. Para este año se contó con 55 brigadas (1 100 personas) distribuidas en el Departamento, incluyendo personal técnico y personal de apoyo.

Finalmente, el Programa PROSELVA adquirió equipo para el control de incendios, cercano a unos US\$ 100 000 que fue puesto a disposición de CONAP para prevenir cualquier nueva amenaza.

Las actividades de prevención y control de los incendios forestales pueden costar sumas muy altas de dinero, pero la conservación de la biodiversidad y del equilibrio ecológico lo compensan con mayores beneficios económicos para la sociedad. 

*Mario René Rodríguez Lara
Profesor Titular de la Carrera de
Ingeniería Forestal del Centro
Universitario de Petén. Guatemala.
Correo electrónico:
marerola@intelnet.net.gt*

Bibliografía citada

- Bakker, L.M. 1992. Colonization and land use in the Humid Tropics of Latin America. Netherlands, Ministry of Foreign Affairs. 39 p.
- COE (Centro de Operaciones de Emergencia). 1999. Informe de labores 1998. Petén, Guatemala.
- De Las Salas, G. 1987. Suelos y ecosistemas forestales con énfasis en América Latina. San José, Costa Rica, IICA. 447 p.
- Duro, JY; Detlefsen, G. 1992. Informe final Proyecto Prevención y control de Incendios Forestales. Petén, Guatemala, CATIE.
- Programa Frontera Agrícola. 1998. Incendios: Problemática y Perspectivas. San Pedro Sula, Honduras. 12 p.
- Rodríguez, M; Rodríguez, N. 1991. Consideraciones agronómicas y socioeconómicas en el sistema de tumba y quema en la Reserva de Biosfera Maya. Guatemala. CATIE-MAYAREMA. 82 p.
- Romero, I. 1999. Los incendios forestales en el departamento de Petén. Petén, Guatemala, CUDEP. 12 p.

Efecto de la altura y la frecuencia de poda en la producción de materia seca de *Acacia mangium* Willd.

Acacia mangium es una leguminosa forrajera promisoriosa que se adapta a condiciones de bosque seco tropical, además es una alternativa en suelos con problemas de acidez.

Angel Rodríguez-Petit
Tyrone Clavero
Rosa Razz

La baja calidad de la dieta de los rumiantes en el trópico es la principal causa de la escasa productividad de los sistemas de producción animal en América Latina (Polan 1995).

La introducción de árboles forrajeros en las áreas de pastoreo es una alternativa económica y ecológica para solventar la dependencia de alimentos comerciales, ya que esta dependencia afecta significativamente la sustentabilidad de los sistemas. En la región occidental de Venezuela se ha realizado en los últimos años esta práctica mediante la introducción de leguminosas forrajeras arbóreas, que proveen forraje de alto valor nutritivo (14-18% de PC), mejor digestibilidad y mayor contenido de minerales esenciales, en comparación con las gramíneas (Rodríguez 1995). Además, mejoran la calidad y la oferta de los pastizales por la fijación de nitrógeno atmosférico.

Las especies más utilizadas en la zona han sido *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*; sin embargo, han presentado poca adaptabilidad en regiones con suelos ácidos. Como alternativa para el desarrollo de estas áreas se presenta *Acacia mangium*, especie del Noroeste de Australia y Suroeste de Nueva Guinea (Sedgley

et al. 1992), que se adapta a condiciones de suelo con pH bajo y aluminio intercambiable (Basu *et al.* 1987). Asimismo, se ajusta a una diversidad de condiciones climáticas.

El objetivo de este trabajo fue determinar el rendimiento de materia seca de *A. mangium* sometida a diferentes frecuencias y alturas de poda.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Estado de Zulia, Venezuela, en las coordenadas geográficas 10°15' latitud Norte y 72°40' longitud Este. La zona de vida es bosque seco tropical, cuya temperatura promedio es de 29°C, se ubica a una altitud de 100 msnm; con una precipitación promedio anual de 1 100 mm. La época seca va de diciembre a abril.

El suelo está clasificado taxonómicamente como Typic Haplustult. El pH varía entre 4,5 y 5,5 (suelos moderados a fuertemente ácidos); la CIC, la saturación de bases y el contenido de materia orgánica (0,5%) son bajos; los niveles de aluminio intercambiable son moderados.

Las semillas fueron escarificadas (imbibición durante 10 minutos en agua a 50°C) e inoculadas con la cepa 2(1)3:1 (nomenclatura de la Uni-

versidad de los Andes, Venezuela) de *Rhizobium* para *Leucaena leucocephala*. La siembra se realizó en condiciones de vivero en macetas con capacidad de 2 kg de suelo. Cuando las plantas alcanzaron 10 semanas de sembradas se aplicó un fungicida con 80% de azufre para el control de *Oidium* sp., en dosis de 3g/l de agua (Pérez *et al.* 1996), ya que dicha enfermedad es común en esta especie en condiciones de vivero (Mzoma 1998).

El trasplante al campo se realizó en junio de 1994. El área experimental abarcó tres bloques divididos en nueve parcelas de 10 m² (2x5) con cuatro plantas de cada una. La distancia de siembra fue de 2 m entre hileras y 1 m entre plantas.

Las evaluaciones comenzaron con un corte de uniformidad en noviembre de 1994 cuando las plantas alcanzaron siete meses de edad, y finalizaron en julio de 1995. El periodo de evaluación fue en la época de menor precipitación.

Los factores en estudio fueron: tres frecuencias de poda (42, 63 y 84 días) y tres alturas de poda (50, 75 y 100 cm). La combinación de los factores originó nueve tratamientos.

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo de parcelas dividi-



Fotos: Angel Rodríguez-Petit.

Acacia mangium mejora la calidad y oferta de los pastizales para la fijación de nitrógeno atmosférico.

das y tres repeticiones. Se asignó a la parcela principal el efecto de altura y a la parcela secundaria el efecto de la frecuencia de poda.

Variables evaluadas

- Rendimiento de materia seca por planta. Se determinó cosechando dos plantas por parcela, el material cosechado fue separado en sus fracciones: fracción fina (hojas y tallos con diámetro menor a 5 mm) y fracción gruesa (tallos mayores a 5 mm). Las muestras fueron secadas y pesadas para determinar el rendimiento de materia seca total

(RMST) de fracción fina (RMSFF) y gruesa (RMSFG).

- Tasas de crecimiento. Se determinó relacionando el rendimiento de materia seca total (TCT) y de las fracciones de planta (TCFF y TCFG) con el periodo total de evaluación (252 días).

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System 1985), utilizando los procedimientos GLM para el análisis de varianza y mínima diferencia significativa (LSMEANS) para la separación de medias.

Resultados y discusión

El rendimiento de materia seca promedio de *A. mangium* para todas las frecuencias y alturas de poda durante el periodo de evaluación fue de 229,4 g/planta.

La interacción frecuencia y altura de poda afectó significativamente ($P < 0,05$) el RMSFG y la TCFG (Cuadro 1).

Los valores observados evidencian que esta planta aumenta el rendimiento de tallos a medida que aumenta el intervalo entre podas y la altura a que se realizan. De esta forma, los valores más altos para RMSFG (82,70 g/planta) y TCFG (0,33 g/planta/día) se obtuvieron cuando la planta se podó cada 84 días a una altura de 100 cm (Cuadro 1). Esta acumulación de material grueso en plantas forrajeras arbóreas desfavorece su uso por los animales. Dávila y Urbano (1996) señalan que cuando la altura a la que rebrotan las plantas de *L. leucocephala* aumenta, disminuye su utilización por animales de pastoreo y aumenta el residuo como consecuencia de una mayor altura y menor flexibilidad en los tallos, lo cual dificulta el pastoreo.

La frecuencia de poda afectó significativamente ($P < 0,01$) el RMST, RMSFF, TCT y TCFF. Los mayores valores para estas variables se lograron cuando la planta fue podada cada 84 días, obteniéndose 367,51 – 294,16 g/planta para RMST y RMSFF. Por su parte TCT obtuvo 1,46 y TCFF 1,17 g/planta/día (Cuadro 2).

Tendencias similares indicó Ella *et al.* (1991b) quienes obtuvieron los mayores rendimientos de materia seca de *L. leucocephala* y *G. sepium* cuando fueron cortadas a intervalos de 12 semanas (84 días) a una densidad de siembra de 5 000 plantas/ha. Este crecimiento en el rendimiento y la acumulación de materia seca de las plantas podadas con menos frecuencia puede ser atribuido a que éstas logran una mayor edad fisiológica, lo que está relacionado con una alta acumulación de materia seca (Ella *et al.* 1991a).

La altura de poda no afectó significativamente el rendimiento de materia seca y las tasas de crecimiento. Sin embargo, estas variables tienden a incrementar cuando la planta es podada a alturas superiores a 75 cm. Algunos autores como Razz *et al.* (1992) y Carre-

Cuadro 1. Efecto de la interacción frecuencia y altura de poda en el rendimiento de materia seca (RMSFG) y tasa de crecimiento de la fracción gruesa (TCFG) de *A. mangium*. Municipio Rosario de Parijá, Venezuela.

Frecuencia (días)	Altura (cm)	RMSFG (g/planta)	TCFG (g/planta/día)
42	50	28,81 ^c	0,11 ^c
42	75	48,25 ^b	0,19 ^b
42	100	30,78 ^c	0,12 ^c
63	50	46,54 ^b	0,18 ^b
63	75	48,77 ^b	0,19 ^b
63	100	45,51 ^b	0,18 ^b
84	50	70,95 ^a	0,28 ^a
84	75	66,43 ^a	0,26 ^a
84	100	82,70 ^a	0,33 ^a

Letras diferentes en cada columna indican valores significativamente diferentes ($P < 0,05$) según la prueba de MDS.

Cuadro 2. Rendimiento de materia seca y tasas de crecimiento de total y de la fracción fina de *A. mangium* sometida a diferentes frecuencias de poda en Venezuela.

Frecuencia (días)	RMST (g/planta)	RMSFF	TCT (g/planta/día)	TCFF
42	175,67 ^b	139,72 ^b	0,70 ^b	0,55 ^b
63	206,42 ^b	159,48 ^b	0,82 ^b	0,63 ^b
84	367,51 ^a	294,16 ^a	1,46 ^a	1,17 ^a

Letras diferentes en cada columna indican valores significativamente diferentes ($P < 0,01$) según la prueba de MDS.

te *et al.* (1993), trabajando con otras leguminosas forrajeras arbóreas, señalan una respuesta significativa a la altura de poda, respuesta que puede atribuirse a periodos de evaluación más extensos y a las condiciones en que se desarrollaron dichas investigaciones.

Conclusiones

Acacia mangium es una leguminosa forrajera promisoría que se adapta a condiciones de bosque seco tropical y puede ser una alternativa en suelos con problemas de acidez.

Los mayores valores para rendimiento de materia seca total y de las fracciones fina y gruesa, y para las tasas de crecimiento, se obtuvieron cuando la planta fue podada a una frecuencia de 84 días.

Durante el periodo de evaluación la altura de poda no afectó el comportamiento de esta especie. No obstante, bajo las condiciones de este experimento se observaron mayores rendimientos y mejores tasas de crecimiento cuando las plantas fueron podadas a una altura de 75 cm.

La interacción de frecuencia y altura de poda mostró los mejores rendimientos de materia seca al cortar la planta cada 84 días con una altura de 100 cm, afectándose significativamente el rendimiento de materia seca total y de la fracción gruesa.

*Angel Rodríguez, Docente, Investigador
Universidad Nacional Experimental Sur
del Lago, Venezuela
Correo electrónico: arodrigu@luz.ve*



Foto: Angel Rodríguez-Petit.

Literatura citada

Basu, P.; Ganduly, D.; Mandal, G. 1987. Introduction of exotics in southwest Benged *Acacia mangium* in coastal area (Digha-Midnapur). *Indian Forester*. 113 (1):675-780.

Carrete, C.; Eguiarte, J.; Sánchez, R. 1993. Comparación de cuatro alturas de corte en la producción de forraje de dos variedades de *Leucaena*. *Técnica Pecuaria en México* 31(2):122-127.

Dávila, C.; Urbano, D. 1996. Leguminosas arbóreas en la zona sur del Lago Maracaibo. In Clavero, T. ed. *Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical*. Maracaibo, Venezuela. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. 152 p.

Comisión de Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH). 1974. *Inventario nacional de tierras, región Lago de Maracaibo*. Venezuela, Caracas. (Publicación NE 34).

Ella, A.; Blair, G.J.; Stür, W.W. 1991a. Effect of age of forage tree legumes at first cutting on subsequent production. *Tropical Grasslands*. 25(3):275-280.

Ella, A.; Stür, W.W.; Blair, G.J.; Jacobsen, C.N. 1991b. Effect of plant density and cutting frequency on the yield of four tree legume and interplanted *Panicum maximum* cv. Riversdale. *Tropical Grasslands*. 25(3):281-286.

Mzoma, R. 1988. Survival and growth of seedlings of 14 australian dry-zone acacias under nursery conditions in Zomba, Malawi. *Australian Journal of Botany*. 33(3):291-297.

Pérez, J.J.; Clavero, T.; Razz, R.; García, Z.; González, L.; Castro, C. 1996. Efecto de la fertilización sobre la nodulación y el crecimiento radicular en *Acacia mangium* Willd en condiciones de vivero. *Revista Facultad de Agronomía - Universidad del Zulia*. 13(2):161-167.

Polan, L. 1995. Buscando soluciones para la crisis del agro. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Serie Desarrollo Rural NE 12.50 p.

Razz, R.; González, R.; Faria, J.; Esparza, D.; Raria, N. 1992. Efecto de la frecuencia e intensidad de defoliación sobre el rendimiento de materia seca de la *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. *Revista Facultad de Agronomía - Universidad del Zulia*. 9(1):17-23.

Rodríguez, A.A. 1995. El banco de proteína. *Zootecnia*. Azo 1. NE 5.5-6p.

Sedgley, M.; Harbard, J.; Smith, R.; Wickeneswari, A.; Griffin, A. 1992. Reproductive biology and interspecific hybridisation for *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis*. *Australian Journal of Botany*. 40:37-48.

Sas Institute INC. 1985. SAS/STAT User's guide release 6.03. Cary, NC. 1028 p.

Agradecimientos. Los autores agradecen a los miembros del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Zulia (CONDES) y a los representantes de la Fundación Polar por el apoyo económico para realizar esta investigación.

Uso silvopastoril de los bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Río Negro, Patagonia Argentina

Una alternativa de diversificación que podría mejorar la calidad de vida de muchos productores y productoras.

Marcela Manacorda
Griselda Bonvissuto



Foto 1: Marcela Manacorda.

*Extracción de leña en un bosque de ñire. En los fondos de valle o en situaciones de baja pendiente forma bosques en los que no supera los 15 m de altura y donde es la especie dominante del estrato arbóreo o comparte la dominancia con especies como maitén (*Maytenus boaria*), radial (*Lomatia hirsuta*) o retamo (*Diostea juncea*).*

Los bosques subantárticos o andino-patagónicos se desarrollan en una franja con altas precipitaciones provenientes del Pacífico, a ambos lados de la Cordillera de los Andes, en el Sur de Argentina y Chile. Debido a la presencia de determinados taxones, principalmente el género *Nothofagus*, dichos bosques están incluidos en la región Fitogeográfica Antártica (Cabrera 1976) y contienen una diversidad biológica de características diferentes al resto de Sudamérica, brindando múltiples recursos al ser humano y actuando como protectores de grandes cuencas en la Patagonia.

En la República Argentina los bosques andino-patagónicos se extienden en una accidentada topografía desde aproximadamente los 37°S hasta los 55°S, al Este de las laderas de los Andes. Las actividades humanas, a través de la explotación maderera, los incendios forestales, la introducción de especies vegetales y animales exóticas y el pastoreo del ganado, han producido algún impacto negativo en gran parte de estos bosques (Somlo *et al.* 1997).

El ñire (*Nothofagus antarctica*) es una especie leñosa caducifolia que adopta diferentes formas biológicas:

mesofanerófito, microfanerófito o nanofanerófito (Gómez y Gallopín 1982), según el ambiente en que crece. Se considera que los bosques y los matorrales de ñire son una de las comunidades más intensamente utilizadas en la región (Montaña 1982).

La madera del ñire es utilizada como leña, principal fuente de calor para el poblador rural, y aún para pobladores urbanos de escasos recursos económicos, en la Patagonia. Tiene la capacidad de rebrotar a partir de las cepas que quedan luego del corte, aunque el desarrollo de los rebrotos está limitado por la presión de pastoreo ya que esta actividad es particularmente intensa en las comunidades de ñire.

En la región de El Bolsón, provincia de Río Negro (entre el Parque Nacional Nahuel Huapi al Norte y el Parque Nacional Lago Puelo al Sur), existen bosques de ñire pedemontanos en los que se desarrolla un sistema silvopastoril. Los pobladores extraen leña, produciendo un raleo de diversa intensidad que facilita el pastoreo del ganado ovino o vacuno. En general el ganado tiene libre acceso al forraje del sotobosque. Según la clasificación propuesta por Etienne (1996) este sistema correspondería al llamado "pastoreo en bosques", en el cual los bosques naturales son llevados de una densidad de alrededor de 3 000 árboles/ha a una de 400 árboles/ha. Este se diferencia del llamado "silvicultura en pastizales" en el que se plantan árboles muy espaciados (100 a 200/ha) para diversificar la producción o sacar un beneficio de la asociación pastura-árboles.

Los pobladores realizan estas prácticas desde fines del siglo pasado, guiados por su experiencia y con alguna supervisión actual sobre el manejo de los árboles por parte del Servicio Forestal Andino de la Provincia de Río Negro. En general lo hacen para autoconsumo, comercializándose parte de la leña o de los animales cuando se ven motivados por necesidades individuales, pero sin un mercado organizado.

Dada la importancia ecológica de la preservación de los bosques y la idiosincrasia pastoril de los pobladores, es necesario conocer si estos siste-

mas bien manejados podrían lograr cierta estabilidad, mantener niveles aceptables de biodiversidad y permitir la permanencia de los pobladores disminuyendo su migración hacia las zonas marginales de las ciudades. Lo que se intenta es generar información que permita sugerir normas de manejo del ganado compatibles con la existencia del bosque. Para ello se comenzó un trabajo en etapas, de las cuales se han llevado a cabo dos hasta el presente: 1) un relevamiento de sectores de bosque de ñire en los que se aplican prácticas silvopastoriles en Río Negro, y 2) un ensayo para evaluar la producción de biomasa aérea en el sotobosque.

Conociendo el bosque de ñire

En 1994 se comenzó un relevamiento de estos sistemas que se presentaban como un complejo conjunto de situaciones que diferían en cuanto a las actividades de los productores, las características de la vegetación, la topografía, la presión de pastoreo y la ocurrencia de incendios.

En primer lugar se buscó describir las diferentes estructuras del bosque de ñire que se presentan como consecuencia de la intervención antrópica. En diversos parajes de la región se eligieron establecimientos que incluyeran el ambiente de fondo de valle o pie de loma, con bosques de ñire con distinto tipo e intensidad de intervención humana. Se realizaron relevamientos (59 censos) por el método de Braun Blanquet (1979). La vegetación fue dividida en 4 estratos (E1: > 7 m, E2: 3-7 m, E3: 0,50-3 m y E4: < 0,50 m).

Para el análisis se consideró como perteneciente a especies diferentes, aquellos individuos de una misma especie si se encontraban en otros estratos. Asimismo, se recopiló información por medio de entrevistas semi-abiertas a los productores para conocer tipo y antigüedad de la intervención en cada lugar (Somlo, Manacorda y Bonvissuto 1995).

Mediante el ordenamiento y agrupamiento de los censos se encontró relación entre el aspecto fisonómico-florístico de la vegetación actual y la forma de intervención a que fue sometido el bosque en el pasado. También, se calculó el INCOFO (Índice de Cobertura Forrajera) que es la sumatoria del 100% de la cobertura aérea de las especies deseables, el 50% de la cobertura de las especies intermedias y el 0% de las menos deseables, presentes en el sotobosque (Cuadro 1). Los valores del INCOFO fueron utilizados solo como datos orientativos de la adecuación de los sotobosques para el pastoreo.

Se consideran especies deseables a aquellas preferidas por el ganado, que son abundantes en bosques bien manejados y que declinan en situaciones de pastoreo muy intenso. Especies intermedias son plantas forrajeras no muy preferidas; aumentan su abundancia a medida que las preferidas declinan. Las menos deseables suelen ser no palatables, o solo estar disponibles por cortos períodos; pueden llegar a ser abundantes cuando decrecen las preferidas e intermedias (USDA-SCS 1976).

Una vez que se tuvo esta primera aproximación sobre las formas de uso del bosque en relación con el aspecto

Cuadro 1. Formas de intervención y su relación con la composición florística y la estructura del bosque de ñire en Argentina.

Forma de intervención	Estructura del bosque
Mínima intervención: extracción de leña muerta y entresacas muy leves.	Es el tipo de bosque más denso y de mayor altura encontrado (INCOFO = 12 a 22%)
Entresaca liviana: extracción leve de árboles y material muerto, permanente o reciente.	El ñire está presente en todos los estratos. Estructura etaria heterogénea dentro del bosque (INCOFO = 49%)
Parquización reciente: sólo se dejan algunos árboles altos que provocan un sombreado, con el fin de pastorear el sotobosque.	Queda el estrato herbáceo y sólo algunos ejemplares del estrato superior (INCOFO = 37 a 86%)
Intervención intensa antigua: tala rasa o incendio de antigüedad mayor de 30 años.	Recuperación del ñire en los estratos inferiores. Rebrote de otros árboles y arbustos.
Intervención intensa reciente: tala rasa o incendio de antigüedad menor de 10 años.	Ñires de baja altura, acompañados por retamo (<i>Dioslea juncea</i>)

Fuente: Somlo, R.; Manacorda, M.; Bonvissuto, G. (1995).

Foto 2: Marcela Manacorda.



Aspecto de una de las clausuras, recién instalada. Se observan los rebrotes de las cepas de ñire en un bosque de Argentina.

de la vegetación y la cobertura forrajera se hizo una hipótesis para determinadas situaciones (entresacas o parquizaciones) en las que se podrían llevar a cabo formas de manejo silvopastoril adecuadas.

Cobertura y producción de biomasa aérea del sotobosque

Para conocer la intensidad de raleo más acorde con una buena producción de forraje, en 1995, se instaló un ensayo para determinar la producción del sotobosque bajo diferentes grados de cobertura arbórea.

Se evaluó la producción de leñosas (árboles jóvenes y arbustos), pastos (gramíneas) y graminoides (juncáceas y ciperáceas) y hierbas latifoliadas.

Se seleccionaron tres lugares cercanos entre sí, sometidos al pastoreo. En cada uno de ellos se instalaron tres clausuras de 10 m x 10 m, correspondientes a los tratamientos de: bosque ralo (300 a 500 vástagos de ñire/ha), bosque semidenso (700 a 1100 vástagos/ha) y bosque denso (1400 a 2400 vástagos/ha) (Foto 2). En los lugares estudiados los individuos o vástagos de ñire no superaron los 10 m y su diámetro osciló entre los 7 y 14 cm a la altura del pecho. Sus troncos en general suelen ser tortuosos.

El mayor nivel de raleo considerado en este trabajo no es demasiado intenso. Según lo observado en otros sectores de la misma región se considera que

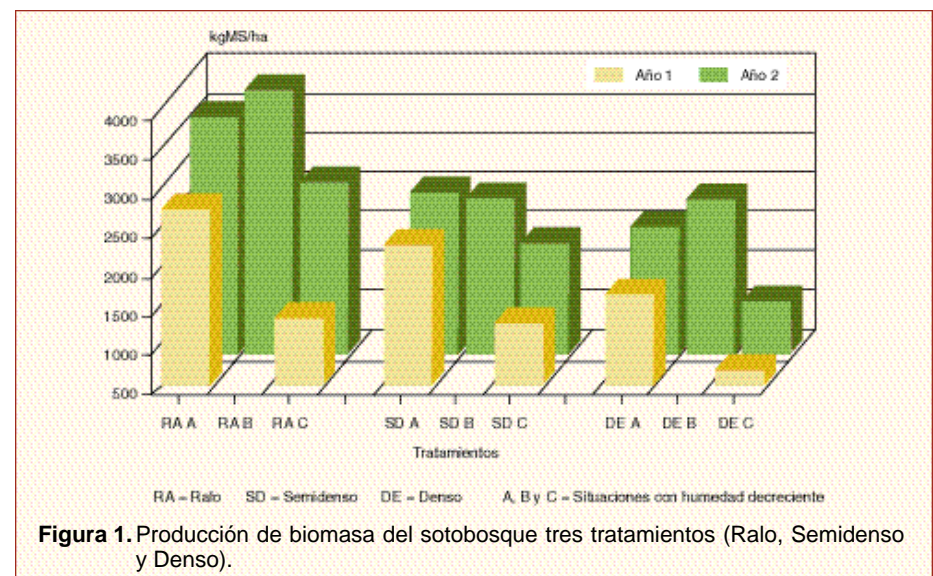
mayores niveles de raleo pueden influir negativamente en la producción de forraje y poner en peligro la renovación vegetativa del bosque.

Para determinar la producción del sotobosque por especie se cosechó la biomasa producida luego de una estación de crecimiento, utilizando 30 cuadrados de 0,1 m² en cada clausura, en dos años consecutivos. Se realizó la separación manual de las muestras por especie y se secaron en estufa hasta peso constante. Se calculó el peso de materia seca producida por hectárea. También se realizaron censos de vegetación (Daubenmire 1959) para determinar cobertura aérea por especie.

Se cuenta con información acerca

de la producción de biomasa aérea correspondiente a dos años consecutivos (Somlo, Bonvissuto, Manacorda y Borrelli 1997) (Figura 1). En el bosque ralo oscila entre 1 300 y 3 800 kgMS/ha, en el semidenso entre 1300 y 2500 kgMS/ha y en el denso entre 700 y 2400 kgMS/ha (Foto 3). Se observó un incremento importante entre el primero y el segundo año, en todas las situaciones.

Cabe aclarar que las especies que presentaron mayor cobertura aérea en el sotobosque son de un elevado valor nutritivo (Somlo, Durañona y Ortiz 1985, Somlo y Cohen 1997). Por ejemplo: *Poa pratensis*, *Holcus lanatus*, *Elymus patagonicus*, *Trifolium repens* y otras (Cuadro 2).



Cuadro 2. Cobertura aérea por especie vegetal, calculada promediando los valores correspondientes a los 3 lugares (luego de 2 años de clausura) y valor nutritivo expresado como materia seca digestible (MSD) y proteína bruta (PB) de las principales especies del sotobosque en Argentina.

(1)	Cobertura aérea (%)			MSD (%)		PB (%)	
	RA	SD	DE	PRI	VER	PRI	VER
Gramíneas y hierbas							
<i>Chusquea culeou</i>	3	3	5	60	60	11,2	9,2
<i>Elymus patagonicus</i>	6	6	8	59	59	13,8	4,8
<i>Holcus lanatus*</i>	9	9	8	68	62	8,1	5,5
<i>Poa pratensis</i>	25	12	7	61	61	9,9	4,3
<i>Trifolium repens*</i>	8	5	5	72	63	13,8	14,2
Leñosas							
<i>Nothofagus antarctica</i>	2	4	4	60	60	16,7	8,3
<i>Schinus patagonicus</i>	<1	<1	2	59	59	9,7	4,6

(1) Nota: RA: Tratamiento Ralo; SD: Tratamiento Semidenso; DE: Tratamiento Denso
PRI: Primavera; VER: Verano. Los valores de cobertura aérea de las plantas que se promediaron presentaban respuestas con tendencias semejantes ante cada tratamiento.

* Fuente: Cohen, L. Laboratorio de Nutrición INTA EEA Bariloche. Comunicación personal



Foto 3: Marcela Manacorda.

Crecimiento del forraje en el sotobosque de ñire, con el tratamiento semidenso.

Conclusiones


En este trabajo se presentan datos de producción del sotobosque de los dos primeros años de un ensayo que, una vez concluido, permitirá contar con información para realizar un manejo silvopastoral sustentable en los bosques de ñire, que permita a los pobladores la extracción de leña (principal fuente de combustible) y el pastoreo del ganado, sin poner en riesgo la regeneración de las especies que componen el bosque. Resta aún realizar investigación con respecto al uso esta-

cional del recurso forrajero por parte de los animales y sobre la tendencia de la comunidad vegetal sometida a una determinada presión de pastoreo durante un cierto tiempo. Para esto, es necesario plantear un ensayo de pastoreo durante el cual se realice el monitoreo de las respuestas de la vegetación y los animales.

Con los datos actuales, podría plantearse un modelo como el que sigue. La superficie de bosque de ñire que manejan la mayoría de los productores es alrededor de 50 ha. En bosques con tratamiento "ralo", la producción esperada puede ser cerca de los 2000 a 3000 kgMS/ha. Si se aplicara un factor de uso del 50% podría considerarse que la disponibilidad de forraje sería de 1000 a 1500 kgMS/ha.

Si el consumo es de 1,4 kgMS/ovaja/día se podría estimar una carga de 5 ovinos/ha durante seis meses, considerando una temporada de verano desde mediados de octubre hasta mediados de abril, debido a que durante los meses otoño invernales (mayo hasta octubre) el sotobosque se encuentra cubierto de nieve o anegado.

Como no se conocen los efectos del pastoreo sobre las especies del estrato leñoso es necesario evaluarlos por medio de observaciones del ramoneo, estimando frecuencia o grado de utilización y observando la tendencia a decrecer, mantenerse o aumentar su abundancia a lo largo del tiempo.

Dado que en estos sistemas productivos la economía es de subsistencia, una alternativa de diversificación como la propuesta podría mejorar la calidad de vida de los productores. 

Marcela Manacorda, Griselda Bonvissuto
INTA, Estación Experimental
Agropecuaria Bariloche CC 277.8400 -
Bariloche. Río Negro Argentina
Correo electrónico:
gbonvissuto@bariloche.inta.gov.ar

Literatura citada

- Braun Blanquet, J. 1979. Filiosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales. Trad. Jorge Lalucat. Hblume Ed. 82 p.
- Cabrera, A. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2 ed. Buenos Aires, ACME t. 2. 86p.
- Daubenmire, R. 1959. A canopy coverage method for vegetational analysis. Northeast Science 33(1):43-64.
- Etienne, M. 1996. Research on temperate and tropical silvopastoral systems: a review. In Western European Silvopastoral Systems. Ed. M. Etienne. France. Institut National de la Recherche Agronomique. 275pp.
- Gómez, I; Gallopín, G. 1982. Estudio ecológico integrado de la cuenca del río Manso Superior (Río Negro, Argentina); 3. Las formas biológicas de las especies vasculares. Ecología Argentina 7:117-126.
- Montaña, C. 1982. Las comunidades de ñire (*Nothofagus antarctica*) (Forst.) Oerst.) de la cuenca del río Manso Superior (Río Negro, Argentina). Tesis Doctoral. Córdoba, Argentina, Univ. Nac. de Córdoba. 134p.
- Somlo, R; Manacorda, M; Bonvissuto, G. 1995. Manejo silvopastoral en los bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) de la región de El Bolsón-Río Negro; 1. Efecto de las diversas formas de intervención sobre la vegetación. In Jornadas Forestales Patagónicas (4, 1995, San Martín de los Andes, Neuquén). Actas.
- Somlo, R; Bonvissuto, G; Manacorda, M; Borrelli, L. 1997. Resultados preliminares de producción de forraje en el sotobosque de los Nitrantes de El Foyel/Peia. de Río Negro. In Taller Argentino-Chileno de Intercambio de Experiencias de Pastoreo y Conservación de Forraje. (1997, Argentina). Actas. (en prensa).
- Somlo, R; Bonvissuto, G; Schlichter, T; Laclau, P; Peri, P; Allogia, M. 1997. Silvopastoral use of Argentine Patagonian forests. In Temperate agroforestry systems. Eds. A. M. Gordon and S. M. Newman. Wellingford, UK, CAB International. p. 237-250.
- Somlo, R; Durañona, C; Ortiz, R. 1985. Valor nutritivo de especies forrajeras patagónicas. Revista Argentina de Producción Animal. 5 (9-10): 589-605.
- Somlo, R; Cohen, L. 1997. Tablas de valor nutritivo de especies forrajeras patagónicas. 1- Cordillera- Precordillera. INTA EEA Bariloche. Comunicación Técnica N° 64. Recursos Naturales-Pastizales Naturales.
- USDA-SCS 1976. National range handbook. Washington. 154 p.

Estructura poblacional y reproducción natural de diez especies de un bosque nublado en República Dominicana

Este estudio es un claro aporte al interés creciente por estudiar la estructura poblacional de algunas especies de importancia económica, incluyendo las plántulas, y sus patrones de reproducción y dispersión.

Thomas May



Foto : Thomas May.

Rebrotos de Ebano Verde (Magnolia pallescens).

En las cordilleras de la República Dominicana, en las vertientes expuestas hacia los vientos alisios, en altitudes de aproximadamente 1 000 a 2 000 metros, existen bosques nublados, caracterizados por una gran frecuencia de helechos arborescentes y epífitas, tanto vasculares como briófitas. Desde la década de 1940 estos bosques han sufrido distintos tipos de presión humana. Para su conservación es importante entender los procesos dinámicos que se producen en ellos. Con relación a esto, resulta importante estudiar las estructuras de las poblaciones de las especies de árboles más valiosas, incluyendo las plántulas y sus patrones de reproducción y dispersión.

Se estudiaron aspectos de la estructura vertical (distribución de clases de alturas) y horizontal (distribución de clases de diámetros) en 10 especies de árboles presentes en áreas bien conservadas, no intervenidas en tiempos recientes, en la Reserva Científica Ebano Verde de República Dominicana. Es un área protegida administrada por la organización no gubernamental PROGRESSIO, Fundación para el Mejoramiento Humano, en coordinación con la Dirección Nacional de Parques. Los bosques

de esta zona fueron descritos por Hager & Zanoni (1993) como "bosques de *Magnolia pallescens*". Además de analizar los aspectos estructurales de las poblaciones de árboles, se realizaron observaciones sobre características relacionadas con la reproducción y la dispersión de las especies estudiadas.

El área de estudio está ubicada en la parte Nororiental de la Cordillera Central Dominicana, en las proximidades del Valle del Cibao y del Valle de Bonao que abarca una zona de 35 km². La zona cuenta con abundantes precipitaciones que probablemente superan los 3000 mm, tiene alta nubosidad y sus vientos son casi permanentes. El sustrato geológico es de origen magmático - vulcano - sedimentario, del cual se han formado suelos ácidos a moderadamente ácidos, de textura limosa a arcillosa. El espesor del horizonte orgánico varía de pocos centímetros a medio metro.

Metodología

Se seleccionaron áreas no intervenidas y no perturbadas en el pasado reciente, tomando como criterio la presencia de un dosel arbóreo completamente cerrado, la presencia de helechos arborescentes de 3 a 4 m de altura, una alta frecuencia de especies epífitas y la ausencia o escasez de especies indicadoras de perturbaciones como *Brunellia comocladifolia*, *Myrsine coriacea*, *Baccharis myrsinites* o *Clidemia umbellata* (May 1994 y 1997 c). Tales áreas se encuentran en mayor cantidad en las partes altas de las laderas y en las cimas, por lo que las partes medianas y bajas de las laderas y las cañadas no están representadas en este estudio. En 12 sitios que cumplen con los criterios mencionados se establecieron parcelas temporales, a distancias no menores de 500 m entre ellas, en altitudes entre 1 100 y 1 560 m sobre el nivel del mar. Según la conformación se escogieron tamaños de parcelas variables de 10 x 10 hasta 10 x 20 m, para asegurar que en las parcelas las condiciones físicas fueran homogéneas.

En las 12 parcelas se realizaron inventarios completos de la vegetación de plantas vasculares. Para el presente estudio solo se utilizaron los datos de diámetro a la altura del pecho (dap) y la altura de diez especies, que en más

de tres de las 12 parcelas alcanzaron diámetros iguales o mayores de 10 cm y alturas de 9 metros y más (Cuadro 1). Las especies se identificaron con la ayuda del herbario del Jardín Botánico Santo Domingo (JBSD). Para cada parcela inventariada se atribuyeron individuos de las diez especies de árboles estudiadas en cuatro clases de dap y en cuatro clases de alturas (Figura 1). Para cada inventario se calcularon las densidades de las 10 especies en las respectivas clases de dap y alturas (individuos por hectárea).

Weaver (1992) define como "índice de plántulas" ("seedling index") la densidad de plántulas dividida entre la densidad de individuos del estrato arbóreo alto, y el "índice de sotobosque" ("understorey index") como la densidad de individuos en el sotobosque dividida entre la densidad de individuos del estrato arbóreo alto. Asimismo, este autor delimita las clases de dap y de altura en la forma siguiente: las plántulas son los individuos de 15 cm a 1,5 m de altura, los individuos de sotobosque son los árboles de un dap de 4,1 a 7,5 cm, y los individuos del estrato arbóreo alto son los árboles con dap mayor de 7,5 cm.

En muchos otros estudios se han considerado como árboles todos los individuos de un dap igual o mayor de 10 cm. Por esto, en esta investigación se aplicaron los índices de Weaver en una forma modificada: se calculó un índice de plántulas como densidad de plántulas dividida entre la densidad de individuos con dap igual o mayor a 10 cm. El índice de sotobosque es la densidad de individuos mayores de 1,5 m y con dap menor de 10 cm, dividido entre la densidad de individuos con

dap igual o mayor de 10 cm. Aunque los valores de estos índices no son estrictamente comparables con los de Weaver, se considera que sí es posible establecer ciertas relaciones.

Además, se tomaron en cuenta las observaciones propias en el terreno y en el herbario del JBSD sobre abundancia y tamaño de frutos y semillas, sobre el medio de dispersión y sobre reproducción vegetativa o generativa de las especies estudiadas, realizadas durante un gran número de viajes de campo durante los años 1993 - 1998, y datos encontrados en la literatura (Liogier 1981 - 1996).

Según la composición de especies de árboles (Cuadro 1) las 12 parcelas se subdividieron en dos grupos. El primer grupo (parcelas 1 - 7) se localizó en altitudes mayores de 1 400 m, mientras que las parcelas del segundo grupo se ubicaron en altitudes menores de 1400 m. En las parcelas del primer grupo se observó en el suelo una capa de hojarasca bien descompuesta, de 1 - 3 cm de espesor, mientras que en las parcelas del segundo grupo la hojarasca estaba menos descompuesta; en muchos sitios se encontraron ramas caídas y su espesor alcanzó hasta 15 cm.

Resultados

Estructuras poblacionales

En la Figura 1 se presentan las clases de alturas y las clases de diámetros para las distintas especies, en los dos subtipos de bosque (1- 7 y 8- 12). En el primer subtipo de bosque, presente en alturas mayores de 1400 m, se encontraron abundantes plántulas de *Haenianthus salicifolius* y *Magnolia pallescens*, y la densidad de individuos

Cuadro 1. Presencia de las diez especies estudiadas en las diferentes parcelas en República Dominicana.

Especies	Parcelas											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Clusia clusioides</i> (Griseb.) D'Arcy	x	x	x	x	x	-	x	x	x	x	x	-
<i>Cyrilla racemiflora</i> L.	-	x	-	x	x	x	x	x	x	x	x	-
<i>Didymopanax tremulus</i> Krug & Urb., (e)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
<i>Haenianthus salicifolius</i> var. <i>obovatus</i> (Krug & Urb.) Knobl.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
<i>Magnolia pallescens</i> Urb. & Ekm., (e)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
<i>Byrsonima lucida</i> (Mill.) L. C. Rich.	-	-	-	x	-	x	x	x	x	x	x	x
<i>Calypthrantes</i> cf. <i>nummularia</i> Berg., (e)	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-
<i>Guetteria blainii</i> (Griseb.) Urb.	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	x	x
<i>Abarema oppositifolia</i> (Urb.) Barneby & Grimes	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	-
<i>Podocarpus hispaniolensis</i> Laubenfels, (e)	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x

e: especie endémica de La Española

de estas dos especies disminuyó conforme aumentaron los diámetros y las alturas. Según Weaver (1992) este tipo de estructura poblacional es típico para especies que se regeneran bien en la sombra y son capaces de crecer lentamente hacia el dosel.

En las otras especies, las plántulas y los individuos de tamaño pequeño son escasamente representadas (*Clusia clusioides*, *Cyrilla racemiflora*) o hasta ausentes (*Didymopanax tremulus*), frente a densidades relativamente mayores en la clase de diámetros mayores de 10 cm y en la clase de alturas mayores de 9 m. Esto indica que se trata de especies que para su reproducción suelen aprovechar claros dentro del bosque, originados por caídas de árboles viejos, deslizamientos de tierra y otros tipos de perturbaciones. En cuanto a la estructura vertical, *Clusia* exhibe un máximo de la densidad en la clase de 5 – 9 m. *Byrsonima lucida* es poco representada en las plántulas, pero por el pequeño número de individuos de esta especie presentes en este bosque, no es posible afirmar que se comporta de manera similar a *Cyrilla* y *Didymopanax*.

Para el segundo subtipo de bosque, se observó en seis especies una estructura poblacional con altas densidades en clases de individuos pequeños y densidades menores en clases de tamaños mayores. Se trata de *B. lucida*, *Calypttranthes* cf. *nummularia*, *Guatteria blainii*, *Haenianthus salicifolius*, y – aún con una laguna en la clase de diámetros de 5 – 9.9 cm – *Abarema oppositifolium*. Es interesante que la población de *M. pallescens*, aunque la densidad de plántulas no es extremadamente baja, mostró el máximo de densidad en tamaños intermedios, al contrario de lo que sucedió en los bosques de altitudes mayores de 1400 m.

Las especies cuyas poblaciones exhiben mayores densidades en clases de tamaños mayores son *C. racemiflora* y *D. tremulus*, al igual que en las parcelas de altitudes mayores de 1400 m. A diferencia de las parcelas de bosques de altitudes mayores de 1400 m, aquí las densidades de *C. clusioides* son relativamente mayores en las clases de tamaños pequeños (1.5 – 5 m y hasta 5 cm DAP). *Podocarpus hispaniolensis* está representado en clases de alturas y diámetros mayores y también en plántulas e individuos pequeños, pero falta en el sotobosque (5 – 9 m y 5 – 9.9 cm DAP).

Índices de plántulas y de sotobosque

En las parcelas ubicadas en altitudes mayores de 1400 m, los índices de plántulas y de sotobosque (Cuadro 2 y 3) son altos para *H. salicifolius* y *M. pallescens*, y bajos para *C. racemiflora*, *C. clusioides* y *D. tremulus*. Por su parte *B. lucida* exhibe un índice bajo de plántulas y un índice de sotobosque relativamente alto. En las parcelas de altitudes menores de 1400 m, para *Calypttranthes* cf. *1*

H. salicifolius ambos índices son altos, para *M. pallescens* ambos índices exhiben valores intermedios, y para *C. racemiflora*, *D. tremulus* y *P. hispaniolensis*, los valores son bajos. Asimismo, las dos especies restantes, *Abarema oppositifolia* y *B. lucida* exhiben un alto índice

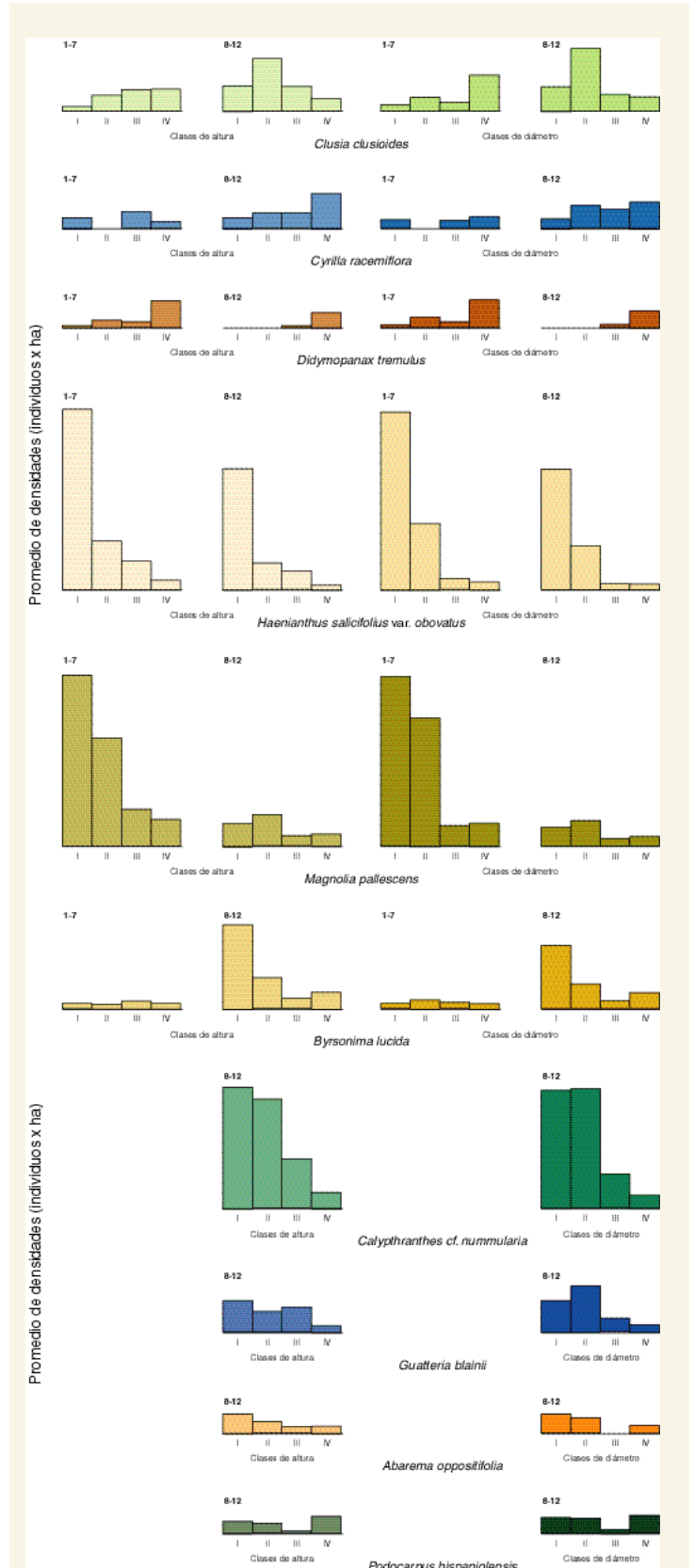


Figura 1. Estructuras poblacionales. Izquierda: clases de alturas. I = plántulas, II = 1,5 a 5 m, III = 5 – 9 m, IV = mayores de 9 m. Derecha: clases de diámetros. I = plántulas, II = hasta 5 cm dap, III = 5 – 9,9 cm dap, IV = 10 cm dap y más.

ce de plántulas y valores intermedios en el índice de sotobosque.

Madera muerta como sustrato para plántulas

En las siete parcelas situadas en altitudes mayores de 1 400 m, las cinco plántulas de *C. racemiflora* que se encontraron habían nacido sobre la madera muerta de troncos gruesos, caídos en el suelo. Además, se encontró respectivamente una plántula de *B. lucida*, *H. salicifolius* y *M. pallescens* que había nacido sobre madera muerta. Cabe destacar, sin embargo, que en los casos de *Haenianthus* y *Magnolia* las plántulas sobre madera muerta representan una proporción muy pequeña del total de las plántulas (147 y 109, respectivamente).

En las cinco parcelas situadas en altitudes menores de 1 400 m, en muchos casos fue difícil averiguar si los individuos pequeños, con menos de 1,5 m de altura, habían nacido sobre madera muerta de un tronco o rama caída o si se trataba de rebrotes vegetativos, ya que la madera muerta en muchos sitios estaba enterrada en el horizonte de hojarasca del suelo. De todas formas, en varios casos se pudo averiguar que plántulas de *C. racemiflora* habían nacido sobre madera muerta.

Frutos y semillas

En tres de las diez especies estudiadas (*Byrsonima*, *Cyrilla*, *Didymopanax*), se observó en el campo y en las muestras del herbario del JBSD, que los frutos son menores de 1 cm de largo y de diámetro. En dos de las especies mencionadas (*Byrsonima* y *Didymopanax*) los frutos son carnosos. *Magnolia* desarrolla frutos de hasta 3 cm de diámetro, cuyos carpelos maduros se abren y dejan expuestas las semillas que miden menos de 0,5 cm; están provistas de un arilo y probablemente son dispersadas por aves, lo que confirmó de forma experimental Mejía (1990). El fruto de *Abarema* es una vaina en forma de caracol que se seca al madurar y al final se fragmenta. En el caso de *Clusia*, el fruto carnoso se abre al madurar y deja expuestas las semillas que probablemente sean dispersadas por animales (aves, quizás murciélagos y pequeños mamíferos

terrestres). Los frutos carnosos de *Guatteria* y *Haenianthus* tienen un tamaño mayor de 1 cm. No se observaron frutos de *Calyptanthus* y tampoco de *P. hispaniolensis*. En total, hay evidencia de que la endozoocoría predomina, y solamente en *Cyrilla* y *Abarema* el tamaño y la forma de los propágulos indica que el viento sea el principal medio de dispersión.

Las semillas son relativamente pequeñas en todas las diez especies estudiadas aquí. Según se observó, en ningún caso superan 1 cm de diámetro, y en *Cyrilla* y *Didymopanax* son solamente de 0,1 – 0,3 mm, aproximadamente. El tamaño muy pequeño de las semillas de estas dos especies indica que no disponen de importantes reservas para crecer rápidamente durante su primera fase juvenil y superar la competencia de hierbas y musgos en el estrato herbáceo.

Solamente en *Cyrilla* y *Didymopanax*, y en menor grado también en *Byrsonima*, se observó, de 1993 hasta 1998, una fructificación abundante en cada año. En *Abarema*, *Guatteria*, *Haenianthus* y *Magnolia* la fructificación fue de intensidad mediana y se produjo en un claro ritmo anual, mientras que en *Clusia* se observó el desarrollo de frutos en forma esporádica. En *Calyptanthus* y *Podocarpus* no se pudo observar frutos durante la época del estudio. Los habitantes de la zona aseguran que *Podocarpus* produce frutos, pero en poca cantidad y frecuencia.

Discusión

La mayoría de las 10 especies estudiadas regeneran bien en el interior del bosque nublado. Se trata de *Abarema oppositifolia*, *B. lucida*, *C. nummularia*, *Guatteria blainii*, *Haenianthus salicifolius* var. *obovatus*, *M. pallescens* (solamente en los sitios de mayor altitud) y *P. hispaniolensis*. Para dos especies – *C. racemiflora* y *D. tremulus* – el interior del bosque nublado aparentemente no ofrece buenas condiciones para su reproducción por semillas. *Clusia* parece asemejarse al de *Cyrilla* y *Didymopanax*, en las altitudes mayores. Sin embargo, la estructura poblacional es distinta en los sitios a altitudes menores de 1 400 m, con un máximo en los indivi-

duos de tamaños pequeños. Para interpretar este comportamiento, hay que tener en cuenta que esta especie muchas veces inicia su vida como liana epífita, produciendo después raíces que alcanzan el suelo.

Las plántulas, o sea, individuos menores de 1,5 m se encuentran casi sólo sobre ramas que han caído al suelo. Posiblemente estas ramas caídas, mucho más frecuentes en las parcelas a altitudes menores de 1 400 m ya estaban colonizadas por individuos de *Clusia* al caerse, lo que explicaría la mayor presencia de plántulas e individuos de sotobosque en estas parcelas.

La buena regeneración en el interior de los bosques en altitudes mayores 1 400 m de *M. pallescens*, cuyo crecimiento lento y tolerancia a la sombra (May 1997 a) indica que no se trata de un árbol pionero, sino de una especie del bosque maduro. Esto contrasta con los resultados de las investigaciones de Weaver (1987, 1992) sobre la especie puertorriqueña *M. splendens*, estrechamente relacionada con *M. pallescens*, y también con las observaciones de Guerrero (1993) con respecto a *Magnolia hamorii*, especie endémica de la Sierra de Bahoruco en el suroeste de República Dominicana.

La débil presencia de plántulas de *Magnolia* en las parcelas situadas en altitudes menores de 1 400 m, con una gruesa capa orgánica, indica que la especie, además de sombra, necesita algunas otras condiciones ambientales para su reproducción, que tal vez sean determinadas por el régimen de temperatura o humedad, o por las condiciones del suelo.

Las poblaciones de *C. racemiflora* y *D. tremulus* exhiben rasgos de especies pioneras. Cabe suponer que la abundante producción de semillas de tamaño pequeño les permite colonizar espacios abiertos de manera eficiente, mientras que su estructura poblacional indica que las condiciones en el interior de un bosque no son favorables para su reproducción. En varias partes de la zona de estudio se observó una colonización de *C. racemiflora* en cortes de caminos y carreteras, deslizamientos de tierra y otros sitios en donde el subsuelo arci-

Cuadro 2. Índices de plántulas para cada especie en República Dominicana.

Especies	Parcelas	
	Parcela 1 – 7	Parcela 8 – 12
<i>Clusia clusioides</i>	0.07	2.40
<i>Cyrilla racemiflora</i>	0.86	0.36
<i>Didymopanax tremulus</i>	0.12	0.00
<i>Haenianthus salicifolius</i> var. <i>obovatus</i>	25.44	29.07
<i>Magnolia pallescens</i>	7.38	1.68
<i>Byrsonima lucida</i>	1.00	5.60
<i>Calythranthes</i> cf. <i>nummularia</i>	-	8.05
<i>Guatteria blainii</i>	-	5.30
<i>Abarema oppositifolia</i>	-	3.46
<i>Podocarpus hispaniolensis</i>	-	0.73


Los números representan los valores de los índices de plantas.

Cuadro 3. Índices de sotobosque para cada especie.

Especies	Parcelas	
	Parcela 1 – 7	Parcela 8 – 12
<i>Clusia clusioides</i>	0.26	3.80
<i>Cyrilla racemiflora</i>	0.48	0.79
<i>Didymopanax tremulus</i>	0.25	0.00
<i>Haenianthus salicifolius</i> var. <i>obovatus</i>	4.50	5.79
<i>Magnolia pallescens</i>	3.16	1.74
<i>Byrsonima lucida</i>	3.15	1.00
<i>Calythranthes</i> cf. <i>nummularia</i>	-	5.35
<i>Guatteria blainii</i>	-	4.94
<i>Abarema oppositifolia</i>	-	1.49
<i>Podocarpus hispaniolensis</i>	-	0.37

Los números representan los valores de los índices de sotobosques.

ción; sin embargo, a diferencia de *C. racemiflora*, en la zona de estudio no se observa la colonización de áreas abiertas por esta especie (May 1994, 1997 b, 1997 c). Para entender mejor el comportamiento y la estrategia de esta especie, sería interesante realizar más estudios sobre estructura poblacional y reproducción natural en otras partes de La Española.

Las poblaciones de *M. pallescens*, especie endémica, con una pequeña área de distribución, se han reducido mucho desde los años 1940, debido a la extracción de su madera que es de alta calidad. Por lo tanto, se está tratando de fortalecer sus poblaciones, a través de la protección de los restos de bosques nublados de los que forma parte, y también por vía de reproducción en vivero y siembra (Castillo 1997). A la luz de los resultados de este estudio, se considera que una introducción de plántulas de *Magnolia* tiene mejores perspectivas cuando se realiza en bosques con un dosel cerrado que en sitios semiabiertos o abiertos, dado que esta especie se reproduce bien bajo sombra y no tiene rasgos de colonizadora. 

Thomas May

Biólogo, Dr. en Ciencias Naturales

Universidad Agroforestal

Fernando Arturo de Meriño (UAFAM)

Avenida Norberto Tiburcio, 4. Jarabacoa,

República Dominicana.

E-mail: may_gutierrez@hotmail.com

lloso y desprovisto de materia orgánica estaba expuesto. Lo mismo se observó en los bosques de la Loma Quita Espuela y sus alrededores, en la Cordillera Septentrional Dominicana (Hager 1990, González & Perdomo 1990). Allí, como en el área de estudio, apenas se encuentran plántulas de esta especie en el interior del bosque. Su facilidad de reproducirse sobre madera muerta se puede interpretar como una adaptación natural a perturbaciones que dejan muchos troncos en el suelo, como

después de huracanes, o en fases de senescencia natural del bosque. Cabe señalar que aunque exhibe características de una especie colonizadora, su considerable longevidad (Wevaer 1986) le permite perdurar en bosques no intervenidos ni perturbados durante mucho tiempo.

La abundante floración y fructificación de *D. tremulus* y su amplia distribución en la zona de bosques nublados de La Española (Hager y Zanoni 1993), indican una buena facilidad de dispersión y de coloniza-

Literatura citada

- Castillo, RE. 1997. Ebano Verde (*Magnolia pallescens*) y su reproducción. In Estudios sobre fauna y flora de la Reserva Científica Ebano Verde, Santo Domingo, Rep. Dom. Serie Publicaciones PROGRESSIO 14:11 - 24.
- González, RJ.; Perdomo, L.A. 1990. Estructura y composición del bosque pluvial Loma La Canela, San Francisco de Macorís, República Dominicana. Tesis de grado. Santiago de los Caballeros, Rep. Dom. Instituto Superior de Agricultura. 88 p.
- Guerrero, AE. 1993. *Magnolia hamorii*, la flora y la vegetación asociadas, en la parte oriental de la Sierra de Bahoruco, República Dominicana. Moscosoa 7:127 - 152.
- Hager, J. 1990. Flora y vegetación de Loma Quita Espuela: restos de la vegetación natural en la parte oriental de la Cordillera Septentrional. Moscosoa 6: 99 - 123.
- Hager, J.; Zanoni, T. 1993. La vegetación natural de República Dominicana: una nueva clasificación. Moscosoa, 7:39 - 81.
- Liogier, AH. 1981 - 1996. Flora de La Española. San Pedro de Macorís, Rep. Dom. v. 1 - 8.
- May, T. 1994. Regeneración de la vegetación arbórea y arbustiva en un terreno de cultivos abandonado durante 12 años en la zona de bosques húmedos montanos (Reserva Científica Ebano Verde, Cordillera Central, República Dominicana). Moscosoa 8:131 - 149.
- May, T. 1997a. Datos sobre fenología y crecimiento longitudinal del Ebano Verde (*Magnolia pallescens* Urb. & Ekm.) en Casabito (Reserva Científica Ebano Verde, Cordillera Central, República Dominicana). In Estudios sobre fauna y flora de la Reserva Científica Ebano Verde. Santo Domingo, Rep. Dom. Serie de Publicaciones PROGRESSIO 14:35 - 43.
- May, T. 1997b. Bosques secundarios de colonización en la Reserva Científica Ebano Verde (Cordillera Central, República Dominicana). In Estudios sobre fauna y flora de la Reserva Científica Ebano Verde. Santo Domingo, Rep. Dom. Serie de Publicaciones PROGRESSIO 14:45 - 61.
- May, T. 1997c. Fases tempranas de sucesión en un bosque nublado de *Magnolia pallescens* después de un incendio (Loma de Casabito, Reserva Científica Ebano Verde, Cordillera Central, República Dominicana). Moscosoa 9: 117 - 144.
- Mejía, MM. 1990. Germinación de dos especies de *Magnolia* de Puerto Rico y República Dominicana. Moscosoa 6:196 - 201.
- Weaver, PL. 1986. Growth and age of *Cyrilla racemiflora* in montane forests of Puerto Rico. Interciencia 11:221 - 228.
- Weaver, PL. 1987. Ecological observations on *Magnolia splendens* Urban in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Caribbean Journal of Science 23:340 - 351.
- Weaver, PL. 1992. An ecological comparison of canopy trees in the montane rain forest of Puerto Rico's Luquillo Mountains. Caribbean Journal of Science 28:62 - 69.

Perfeccionamiento de las tablas de cubicación de trozas de *Pinus occidentalis* Sw. en el Plan Sierra, República Dominicana

Santiago Bueno López, Juan Miguel Montalvo Guerrero
Juan Manuel García Delgado, Juan Gilberto Torres Herrera

El Plan Sierra en República Dominicana cuenta con dos aserraderos (uno de ellos portátil) y se encuentra en proceso de fortalecer su industria de aserrado. Con la reubicación de un centro que está desactivado y la adquisición de otros permitirá dar respuesta a la salida de madera redonda que origina un bosque bien manejado, desde el punto de vista silvicultural.

Investigar y determinar nuevas vías para el perfeccionamiento de la elaboración primaria de la madera, su cubicación y calidad, son vías que, conjuntamente con un manejo adecuado, permitirán dar respuesta al uso racional de la materia prima.

La estimación del volumen de madera dedicada para la industria requiere una esmerada atención, por cuanto, según Brian *et al.* (1977) su objetivo es caracterizar la madera en rollo, de tal forma que se tenga en cuenta los factores de costo y del valor, y que éstos puedan ser transferidos y controlados en cualquier etapa del proceso.

Las investigaciones realizadas en el campo de la cubicación (Egas 1998) se pueden dividir en dos grupos: las que se relacionan con la cubicación de la madera en bolo¹ y las que lo hacen con la madera en trozas.

Para el Plan Sierra tiene importancia el segundo caso referido a la cubi-

cación de las trozas, atendiendo a que la tecnología de transporte y acopio exigen trabajar con limitaciones en el largo de las trozas, el cual generalmente no sobrepasa los 5,5 m (18 pies).

La tabla de cubicación de trozas de *Pinus occidentalis* Sw. que se utiliza en el Plan Sierra se obtuvo a principios de la década del 90, a partir de mediciones realizadas en el Proyecto La Celestina. El desarrollo manifestado por el Plan Sierra ha permitido ampliar el empleo de dichas tablas a zonas con características edafoclimáticas diferentes a las que inicialmente les dieron origen.

Esto obligó a determinar nuevas tablas de cubicación de las trozas que basan sus datos en una toma de muestra lo suficientemente representativa de una población que caracteriza las nuevas condiciones de trabajo del Plan Sierra. Por ello, el objetivo del

El Plan Sierra, en República Dominicana, trabaja en procura de la utilización razonable y consecuente de los recursos del bosque, por ello fortalece su gestión mediante la profundización constante de la calidad y precisión de los planes de manejo en las áreas que son de su atención. La cubicación de trozas es de gran importancia dentro de un bosque para cubicar los árboles talados y trozados y comprobar las intensidades de cortas; en las "vacadillas" o "acopiaderos" es determinante para controlar la producción diaria y la salida de madera para los diferentes consumidores; así como para la obtención de indicadores productivos confiables para medir la eficiencia de la industria maderera. El Plan Sierra cuenta con una tabla de cubicación de trozas, elaborada para el proyecto La Celestina y con el desarrollo del Plan se ha ido extendiendo su empleo a otras zonas, por lo que en estos momentos requiere una actualización. Justamente por esto, se realizó el presente estudio.

presente trabajo es determinar la ecuación de regresión que posibilite elaborar las tablas de volumen y su comparación, desde el punto de vista estadístico, con la utilizada en este momento.

Metodología

La actividad socioeconómica del Plan Sierra abarca las cuencas Mao, Bao y Ámina. Hoy la industria forestal se concentra en la Cuenca Ámina, que suministra la materia prima al aserradero La Celestina y al pequeño aserradero portátil.

Pinus occidentalis tiene una amplia distribución en la cuenca Ámina, por ello para la investigación se tomaron muestras de zona húmeda (Carrizal), zona intermedia (Los Montones) y zona seca (La Celestina).

Se midieron en vacadilla (acopiadero o cargadero) 497 trozas con largos de 2 m hasta 9 m, con diámetros

de 13 cm hasta 39 cm, tomados en el diámetro menor de las trozas. Esta medición del diámetro menor se realizó para facilitar su medición en condiciones de producción y para que los procesos de optimización del aserrado que se puedan realizar en el futuro trabajen a partir de este diámetro.

Se cubicaron todas las trozas cada metro mediante la fórmula de Smalian, recomendada por Calliez (1980). Para obtener la ecuación de mejor ajuste se utilizaron los siguientes modelos:

$$VT_c = a * d^b * h^c$$

$$VT_c = a + d^2 * h$$

donde:

VT_c = volumen total con corteza; a, b y c son coeficientes del análisis de regresión; d: diámetro menor de la troza; h: longitud de la troza.

La elección del mejor modelo se efectuó a partir de la comparación de los siguientes estadígrafos:

- Coeficiente de determinación (R^2).
- Error típico de la regresión (S_{yx}).
- Desviación global (%).

Se efectuó una comparación entre el volumen calculado a partir de la ecuación de regresión seleccionada y los calculados a partir de la tabla que se utiliza actualmente.

Resultados y discusión

El primer modelo se refiere al determinado por Gra y Col (1990), Montalvo (1991) y Peñalver (1990) para diferentes especies de coníferas y latifolias de Cuba, demostrando sus posibilidades para ser utilizado en condiciones de producción. El segundo fue el empleado por Vásquez y Cuevas (1986) para determinar la tabla de cubicación de árboles en pie, que está vigente en el Plan Sierra y que fue determinado a partir de una muestra de la población del Proyecto La Celestina.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del análisis de regresión para los dos modelos, donde el segundo demuestra mejores valores en los tres estadígrafos analizados, fundamentalmente en los referidos al error típico de la regresión y en la desviación global.

Para el caso de las trozas, el resultado demuestra que a diferencia de lo esperado y demostrado por diferentes autores para los árboles en pie (Mon-

talvo y Col 2000, Calliez 1980 y Gra y Col.1990, entre otros) y para los bolos (Henry 1999), la ecuación logarítmica no es la que más se ajusta para la estimación del volumen de las trozas.

Ya definido el modelo de mejor ajuste se realizó un análisis comparativo entre los datos de volumen calculados a partir del modelo 1 y 2 del Cuadro 1, con la tabla de cubicación utilizada y el volumen real determinado por Smalian. Esta validación de los modelos se realizó a partir de 293 trozas, no incluidas en las 497 tomadas para su determinación.

En el Cuadro 2 se puede definir que en relación con la desviación global el modelo propuesto presenta mejores valores, que lo caracteriza como el de mayores posibilidades en la producción.

Hay que puntualizar que la tabla para la cubicación del volumen de las trozas utilizada actualmente se obtuvo a partir de una muestra de trozas tomada del Proyecto Celestina, y con el desarrollo del Plan se fue generalizando a otras condiciones edafoclimáticas. Sin embargo, otros investigadores, del grupo de técnicos forestales del Plan Sierra, señalan que resultó del empleo de la fórmula normal de volumen multiplicada por un

Cuadro 2. Comparación de los volúmenes calculados a partir de los dos modelos anteriores y la tabla utilizada actualmente.

Datos utilizados	Desviación Global (%)
Tabla actual	4,55
Modelo 1	3,32
Modelo 2	2,41

factor de forma, obtenido a partir de estudios de especies de coníferas europeas. En cualquiera de los casos, es correcto el esperar valores más altos de la desviación global (3).

Conclusiones y recomendaciones

- Para la confección de la tabla de estimación del volumen de las trozas en la Cuenca Ámina del Plan Sierra se sugiere el empleo del modelo obtenido en el presente trabajo: $VT_{cc} = 0,0016075 + 0,00010743 d^2 * h$. Dicho modelo demostró su mayor alcance científico a partir del aporte de mejores estadígrafos.
- A diferencia de otras investigaciones realizadas, el modelo propuesto de variables combinadas presenta mejores ajustes que el del tipo logarítmico, el cual para árboles en pie y madera en bolo ha demostrado mayores bondades.

Cuadro 1. Comparación de los dos modelos utilizados a partir de diferentes estadígrafos.

Modelo ajustado	Ecuación determinada	R^2	S_{yx}	Desviación Global (%)
1	$VT_{cc} = 0,000123 * d^{1,91107} * h^{1,08234}$	97,0	0,1354	3,32
2	$VT_{cc} = 0,0016075 + 0,00010743 d^2 * h$	97,7	0,0301	2,41

Literatura citada

- Brian GR; Clutter, JL; Brister, GH. 1977. Measurement difficulties in the log conversion process. Monography N°5. School of Business. Oregon State University, USA. 8pp.
- Calliez, F. 1980. Estimación del volumen del volumen forestal y predicción del rendimiento, con referencia a los trópicos. Estudio FAO:Montes, 22 (1):92 p.
- Vásquez, G; Cuevas, B. 1986. Tabla de volumen local y general sobre *Pinus occidentalis* Sw. para el Proyecto La Celestina, San José de Las Matas. Requisito Parcial para el Título de Ingeniero Agrónomo. ISA-PU-CAMYMA, Santiago de los Caballeros. 58 pp.
- Gra, H; Col. 1990. Confección de tablas de índice de sitio, volumen, surtido y densidad para *Pinus caribaea* var. *caribaea*, en plantaciones puras de Cuba. Informe Final Etapa 509.09.24. Instituto Investigaciones Forestales, 24 pp.
- Henry Torriente, P. 1999. Tablas para la cubicación de los bolos de *Lysiloma latisiliquum* Benth (soplillo) y *Calophyllum antillanum* Britt (ocuje) en Ciénaga de Zapata. Tesis de maestría en Ciencias, Pinar del Río.
- Montalvo, JM. 1991. Confección de tablas de índice de sitio, volumen, surtido y densidad para *Pinus cubensis* Griseb, en plantaciones puras de Guantánamo y Holguín. Informe Final Etapa, IIF, 26 pp.
- Montalvo, JM; Bueno, SW; García, JM. 2000. Ecuación para el cálculo del volumen del árbol para *Pinus occidentalis* Sw. en el Plan Sierra, República Dominicana. Plan Sierra.
- Peñalver, A. 1990. Estudio del crecimiento y rendimiento de las plantaciones de *Eucalyptus* sp. de Pinar del Río. Tesis de doctorado en Ciencias Agrícolas, CUPR "Hnos. Saiz Montes de Oca". Pinar del Río. 101 pp.

¹ Madera en bolo se refiere a trozas con corteza en las que se secciona un árbol para ser procesado en el aserradero.

Los alcaldes de Nicaragua se interesan en los bosques

David Kaimowitz

Los gobiernos municipales de América Latina se involucran cada vez más en los asuntos forestales. La Ley Forestal de 1996 en Bolivia les concedió a los gobiernos locales el 25% de las patentes forestales. También permitió que los gobiernos reclamen hasta el 20% de todos los bosques públicos para que sean utilizados por grupos comunitarios. Honduras restableció los derechos de los municipios para manejar sus propios bosques, que producen una parte significativa de la madera del país. De igual manera, se han establecido docenas de unidades municipales de administración forestal en Guatemala.

Ahora podríamos preguntar, ¿son tales cambios buenos o malos? Según Anne Larson, los resultados han sido mixtos. En su documento, "Recursos naturales y descentralización en Nicaragua: ¿Están los gobiernos locales a la altura del trabajo?", se concluye que los gobiernos municipales necesitan tener capacidad, incentivos e interés para manejar los bosques de una forma adecuada. En el caso de Nicaragua, solo los municipios más grandes y las zonas urbanas, así como los que reciben apoyo de proyectos externos y ONG, tienen suficiente capacidad (recursos humanos y financieros) para manejar los bosques.

Lo que más incentiva a los gobiernos municipales en estos países, para involucrarse en asuntos forestales, es la oportunidad de aumentar los ingresos municipales, las presiones por parte de las ONG, los proyectos o los grupos comunitarios o la necesidad de resolver conflictos o crisis. Las leyes y los reglamentos de Nicaragua permiten que los gobiernos municipales se involucren en estos asuntos, pero podrían ir mucho más lejos y otorgarles derechos y responsabilidades más claros. Para la mayoría de las autoridades locales, los

temas forestales no son de alta prioridad. Sin embargo, para enfrentar estos problemas con seriedad se requiere un proceso lento de educación cívica y cambios culturales.

Larson basa sus conclusiones en 21 casos documentados por el Instituto Nitlapan en Nicaragua. Ella presta particular atención en cuatro municipios que han progresado más en relación con el tema. Los cuatro han aprobado ordenanzas ambientales o forestales y tienen Comisiones Ambientales Municipales (CAM) donde participan representantes de agencias estatales y de ONG. Tres de estos municipios tienen por lo menos una persona a tiempo completo trabajando en los temas de recursos naturales.

Chinandega tiene viveros municipales, brigadas contra incendios e inspectores forestales.

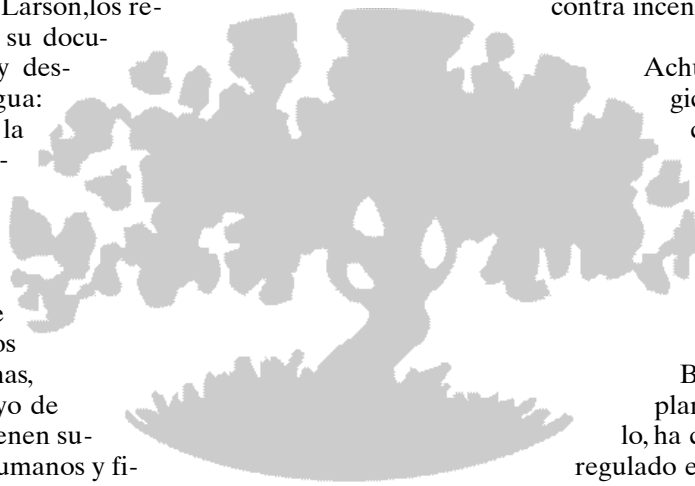
Achuapa estableció brigadas ecológicas municipales y está haciendo cumplir su ordenanza municipal que regula el uso del bosque, el agua, la fauna y los incendios forestales. Jalapa ha intentado controlar el gorgojo del pino y ha motivado a las compañías para que procesen su madera localmente.

Bonanza ha desarrollado un plan municipal para el uso del suelo, ha creado un parque municipal, ha regulado el uso de las motosierras, y está ayudando a proteger los territorios indígenas contra las invasiones de afuera.

Estos casos demuestran que algunos municipios de América Latina están progresando. Muchos todavía tienen un largo camino por recorrer.

David Kaimowitz, Director General del CIFOR

Para recibir una copia electrónica gratis de este documento, favor escribir a secnitla@ns.uca.edu.ni



¿Qué informa la prensa?

Nicaragua será sede de Congreso Mesoamericano de Áreas Protegidas

Las áreas protegidas – sean éstas parques nacionales, reservas biológicas o refugios de vida silvestre – cumplen con un objetivo principal: conservar los recursos naturales y procesos ecológicos que permiten la supervivencia de las poblaciones humanas, a través del mantenimiento de la base primaria de recursos para el desarrollo.

A pesar de que se reconoce internacionalmente la importancia de conservar muestras representativas de los ecosistemas naturales como patrimonio de las naciones, desde 1997 no se realiza en la región una reunión o foro que facilite el intercambio de experiencias en el manejo y administración de las áreas protegidas de Mesoamérica, enfocando los principales problemas y retos como países y como región.

Por esto, La Dirección de Áreas Protegidas del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) de Nicaragua, con la aprobación y designación del Consejo Centroamericano de Bosques y Áreas Protegidas (CCAB/AP), está trabajando en una propuesta de contenidos y financiera para realizar este Congreso.

Entre los temas que se proponen abordar en este Congreso están: administración y manejo de las áreas protegidas; sistemas de información y monitoreo; turismo; y corredores biológicos, entre otros.

Mayor información: Comité Organizador. Correo electrónico: sinap@eudoramail.com ó jrobleto@eudoramail.com

(Fuente: www.biomeso.net).

Suspendida certificación en Indonesia

Esta es una de las primeras suspensiones de un sello de certificación en el mundo, un desarrollo muy importante para cualquier grupo con interés en el progreso de la certificación de madera y para cualquier país que está tratando de vender madera eco-amable.

La suspensión afecta a una gran operación de teca en Indonesia, Perum Perhutani. El programa SmartWood de la Alianza, acreditado por el Consejo de Manejo Forestal (FSC) para dirigir certificaciones de manejo forestal y cadena de custodia, basó su decisión de suspender la certificación de Perhutani porque la operación no está cumpliendo con los estándares de FSC y eso pone en peligro la sostenibilidad de los recursos de la finca forestal a largo plazo. La suspensión se hará efectiva a partir del 20 de octubre, 2001.

Perum Perhutani es un principal proveedor de teca certificada y 36 compañías con certificación de cadena de custodia se verán directamente afectadas por la suspensión. A pesar de eso, la Alianza piensa que es imperativo para mantener los estándares de FSC y mantener la credibilidad de la certificación forestal en general.

(Fuente: Rainforest Alliance).

Nueva coordinación en PROCAFOR

La ex Directora de la Revista Forestal Centroamericana (RFCA), la finlandesa Anita Varsa, se encuentra trabajando de nuevo en América Central, esta vez a cargo de la coordinación del Programa Regional Forestal de Centroamérica (PROCAFOR), implementado en la Región desde 1992. El Programa cuenta con fondos de la Cooperación Finlandesa y los Gobiernos de América Central.

Actualmente PROCAFOR tiene tres proyectos nacionales (en Honduras, Guatemala y Nicaragua) y un proyecto regional. Los esfuerzos nacionales de PROCAFOR tienen como objetivo integrar las actividades forestales a la economía campesina en una forma económica y ambientalmente sostenibles en las áreas de influencia del proyecto. Se trabaja sobre todo promoviendo el

manejo y utilización sostenida de los bosques de coníferas. Durante sus diez años de existencia, PROCAFOR ha desarrollado una metodología participativa de extensión y formulación de microproyectos, el modelo centroamericano de planes de manejo y diferentes métodos de aprovechamiento y procesamiento de productos forestales a través del uso de tecnología apropiada. Durante la actual fase se busca afianzar, sistematizar y consolidar estos métodos para lograr un efecto multiplicador.

Mayor información:

*Sede central Agenda Forestal Hondureña, Frente al Redondel Benito Juárez, Av. República del Perú 402, tel: (504) 235- 6245, ó (504) 995- 9247
Correo electrónico: avarsa@sdnhon.org.hn*

Sitios de interés en el **WEB**



<http://ccad.sgsica.org/>

La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) es uno de los organismos más activos del Sistema de la Integración Centroamericana.

Esta Comisión tiene como finalidad propiciar la integración regional en materia ambiental, e impulsar el desarrollo regional por una sostenible senda económica, social y ecológica, según la visión que los presidentes centroamericanos acordaron en 1989.

En este sitio Web se brinda información bilingüe (español e inglés) accesible de manera rápida y amigable. También se pueden realizar búsquedas por categorías de proyectos y conocer sobre las últimas noticias que tienen que ver con el medio ambiente.

Consortio para el Desarrollo Sostenible
de la Ecorregión Andina

<http://www.condesan.org/>

El Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) es un conjunto diverso y dinámico de socios de los sectores público y privado, que bajo un enfoque común y una sinergia de esfuerzos, capacidades y recursos, realizan y facilitan acciones concertadas en investigación, capacitación, desarrollo e iniciativas de políticas que coadyuven al avance socioeconómico sostenible, con el fin de contribuir a la equidad y bienestar de la población en la ecorregión andina.



<http://www.catie.ac.cr/proyectos/prosefor/base/semillas.htm>

Adquirir semillas de calidad ahora es muy fácil. En esta página se pone a disposición la Base de Datos de Semillas Forestales que contiene información de semillas disponibles de más de 10 bancos de semillas forestales, con más de 100 especies. Datos de precios, existencias, origen y calidad física las encuentra aquí.

CORREDOR
BIOLÓGICO
MESOAMERICANO

<http://www.biomeso.net/>

La propuesta del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) tiene como objetivo integrar políticas de conservación mediante el establecimiento de puentes biológicos entre las áreas naturales protegidas. En esta página del CBM se pone al conocimiento común las actividades más relevantes que se están llevando a cabo en cada uno de los países participantes: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá.

Revista **FORESTAL**
Centroamericana

en línea@

www.catie.ac.cr/informacion/RECA

¡Suscríbese a
nuestra revista electrónica
y manténgase informado
de las actividades del
Sector Forestal!

Semilla de teca (*Tectona grandis*) pretratada

El Banco de Semillas Forestales del CATIE
pone a disposición esta nueva presentación de la semilla de teca.

La semilla pretratada tiene las siguientes ventajas:

- Menor peso y volumen de transporte
- Ahorro de hasta el 30% en el costo del transporte
- Mayor germinación, hasta 90%
- Mayor número de frutos por kilogramo, hasta 1 800 frutos
- Mayor número de plantas útiles por kilogramo, hasta 2 200 plantas útiles para trasplante
- No requiere pretratamiento antes de la siembra, con lo que se ahorra hasta 15 días en la producción
- Menor tiempo de germinación (6 a 20 días)
- Plantas más homogéneas en vivero
- Autorizada por la Oficina Nacional de Semillas de Costa Rica.



Cuadro 1. Estimación de cantidad y costos para producir 10 000 plantas de teca (*Tectona grandis*) con semilla pretratada a octubre, 2001.

Detalle	Semilla sin tratamiento	Semilla pretratada
Cantidad necesaria (kg)	12	6
Costo semilla (US\$)	180	150 *
Costo envío DHL hasta Puerto Rico (US\$)	75	51 **
Costo permisos Exportación (US\$)	50	50
Costo Total	305	251

* Ahorro del 17% en el costo de la semilla

**Ahorro del 32% en los costos del transporte

Comuníquese con nosotros a:

Banco de Semillas Forestales, 7170 CATIE, Turrialba, Costa Rica
Tel: (506) 556 1933 ó (506) 558 2579 Fax: (506) 556 7766 ó (506) 556 1533
Correo electrónico: bsf@catie.ac.cr ó wvasquez@catie.ac.cr
Home page: www.catie.ac.cr



CONCLUIDO CON ÉXITO EL III SIMPOSIO AVANCES EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS FORESTALES EN AMÉRICA LATINA

El pasado 12 de octubre finalizó el III Simposio Avances en la Producción de Semillas Forestales, que se llevó a cabo en Mérida Venezuela.

Este encuentro reunió durante cinco días a investigadores, técnicos y extensionistas más una amplia gama de profesionales de 14 países de América Latina. El evento estuvo organizado por el Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA) y contó con el apoyo del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales de la República Bolivariana de Venezuela, y la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes. También tuvo el respaldo de la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO) y del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

El propósito de esta actividad fue dar a conocer los avances técnicos y científicos que se han producido en el campo de la producción de semillas forestales. Entre los temas tratados estuvieron: producción de semillas y mejoramiento genético, recolección y manejo, fenología de especies forestales, planes y programa de mejoramiento genético, entre otros.

Durante este encuentro se anunció que el IV Simposio se llevará a cabo en octubre del 2003, en la sede central del CATIE en Costa Rica.

Para mayor información: mnunez@catie.ac.cr ó wvasquez@catie.ac.cr

Calendario de actividades



REGIÓN CENTROAMERICANA

Cursos CATIE

Capacitación en servicio:
"Análisis de semillas forestales"
12 - 23 de nov.

Contenido: Introducción al análisis de rutina y documentación. Preparación de materiales, protocolo de valoración, prácticas de análisis de rutina, ensayos de desecación, prácticas de tratamiento pregerminativo, entre otros.
Costo: US\$ 870.

Curso identificación, formulación y evaluación económica y financiera de proyectos forestales y ambientales
8 - 19 de oct.

Contenido: Lectura del cartel de licitación, explicación del contenido esperado de la propuesta, términos de referencia, contexto, macroeconomía, herramientas, incrementalidad, coeficientes técnicos, entre otros.
Costo: US\$ 1200.

Curso de perfeccionamiento: técnicas de muestreo para investigadores en el campo de los recursos naturales
15-19 oct.

Contenido: Técnicas muestrales para investigadores, relevancia del muestreo en la investigación, técnicas de muestreo: aleatorio simple, con probabilidades de selección desigual; entre otros.
Costo: US\$ 450

VII Curso internacional desarrollo rural basado en el manejo de ecosistemas naturales tropicales.
29-23 nov.

Contenido: Biodiversidad, conservación y desarrollo sostenible, usos sustentables de la biodiversidad, manejo de ecosistemas, entre otros.
Costo: US\$ 2000

Cursos • seminarios • talleres • reuniones

Mayor información

CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica
Tel: (506) 556 6021
Fax: (506) 556 0176
Correo electrónico: capacita@catie.ac.cr
Sitio Web: <http://www.catie.ac.cr/posgrado/ensenanza.asp?Pagina=capacitacion>

Procesos Colaborativos en el Manejo de Conflictos Ambientales

2 - 4 dic. 2001. Baja California, México. Se aceptarán un máximo de 30 participantes de países industrializados y en vías de desarrollo.
Costo: US\$ 2300. Los costos de viaje hasta el lugar del curso son adicionales.
Mayor información: Ana Cristina Brenes o Pablo Richard.

Tel: (506) 205-9083 y 205-9082
Correos electrónicos: acbrenes@upeace.org
prichards@upeace.org
Sitio Web: www.upeace.org/academic/courses/collaborative01_esp.htm

Corredores y Zonas de Amortiguamiento: Herramientas para resolver conflictos socio-ambientales y lograr la conservación
14 de ene. 1 de feb. 2002 .

Mayor información: Correo electrónico acadmin@upeace.org
Sitio Web: www.upeace.org/academic/courses/collaborative01_esp.htm



OTROS LUGARES DEL MUNDO

1era Feria del agua de Centroamérica y el Caribe

25 - 28 de oct. Panamá.
Organizan: La Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) y el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC).

Correo electrónico: info@feriadelagua.org
Sitio Web: <http://www.feriadelagua.org>

II Congreso Forestal Latinoamericano

31 de jul. al 2 de ago. Guatemala
Información: Comisión Organizadora Local
Tel: (502) 365-8469/ 912-3025
Correo electrónico: conflat@c.net.gt

Curso de Post Grado de Biodiversidad

1 - 10 de oct. Managua.
Información: Janina Urcuyo, Tel.: (505) 267 0352, Ext. 193 ó 244, Fax: (505) 267 0106
Correo electrónico: janina@ns.uca.edu.ni ó ampp@ns.uca.edu.ni
Costo: US\$300.

Coloquio Internacional. Desarrollo Sustentable, Participación Comunitaria y Conservación de la Biodiversidad en México y América Latina.

7 - 9 de nov. San Luis Potosí, México.
Convoca: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
Información: Maricela Rdz. Díaz de León
Correo electrónico: cids@uaslp.mx ó cids@ambiental.ws

V Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación

San Salvador, El Salvador
15 al 19 de oct.
Información: José Roberto Rivera Muñoz
8° Av. Norte No. 523 San Salvador.
Tel/Fax: 221-5140/841-1032
Correo electrónico: rrbiosis@es.com.sv con copia a mesoamerica2001@yahoo.com.mx.
Sitio Web: http://www.geocities.com/smbc_elsalvador_2001

Fórum científico sobre los estudios del cambio global

La Habana, Cuba 28, 29, y 30 de nov. de 2001, convocado por el Programa Nacional Científico Técnico "Los cambios globales y la evolución del medio ambiente cubano". Centro de Gerencia de Programas y Proyectos Priorizados
Calle 20 No. 4103 e/18Ay 47
Playa Ciudad de La Habana
Tel: (537) 229372 / 227096
Fax: (537) 229372 / 249460
Correo electrónico: geprop@cenai.inf.cu

Publicaciones

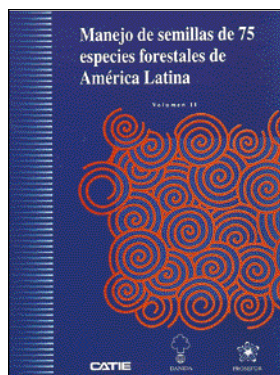


PNUD-Ni/MARENA (Ministerio de Recursos Naturales de Nicaragua). 2001. Primera comunicación nacional: Cambio Climático 2001. Managua, Nicaragua, Impresiones Helios.

Para los países en desarrollo como Nicaragua, el cambio climático en particular, representa una gran amenaza, en primer lugar, por detentar de por sí, altos niveles de vulnerabilidad ecológica y socioeconómica, y en segundo lugar, por enfrentarse a un problema ocasionado principalmente por los países industrializados.

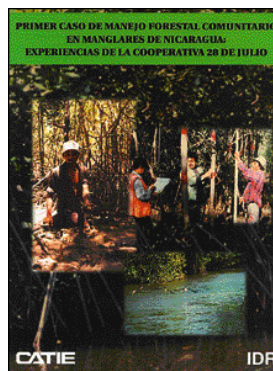
Este esfuerzo constituye un documento fundamental para las y los nicaragüenses, ya que los resultados son la única herramienta técnica de diagnóstico de la situación del país en y un instrumento fundamental para la toma de decisiones.

Dirección: Este documento está disponible en: www.pnud.org.ni
www.gefweb.org
www.marena.gob.ni/index
Correo electrónico:
cambiocl@ibw.com.ni



Salazar, R (Coord); Soihet, C (comp.). 2001. Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Proyecto de Semillas Forestales; Danida Forest Seed Centre. 157p. (Serie Técnica. Manual Técnico no. 48).

ISBN 9977-57-366-2
 En octubre del 2000 se publicó el Volumen I de "Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina". Cada nota técnica de este volumen incluyó: descripción botánica, distribución, hábitat, floración recolección de frutos y su procesamiento. Ahora el volumen II resume datos relevantes sobre semillas de otras 75 especies. Esta información facilita hacer un uso más eficiente de las semillas, clasificadas como recalcitrantes, intermedias y ortodoxas.



Paniagua, C; Cajina, O; Marillod, D. 2001. Primer caso de manejo forestal comunitario en manglares de Nicaragua: experiencias de la Cooperativa 28 de julio. Turrialba, Costa Rica, CATIE/ Instituto de Desarrollo Agrario. 102 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 318).

ISBN 9977-57-362-X
 Con el fin de diseñar e implementar en el campo modelos de sistemas de producción, que contribuyan a la conservación de los recursos del manglar y al mejoramiento del nivel de vida de la población, se iniciaron en 1989 y 1992 dos proyectos: Conservación para el Desarrollo Sostenible en Centroamérica (Olafo) y Conservación y uso adecuado de los recursos del manglar (Manglares). Divulgar las lecciones aprendidas, los aciertos y limitantes es uno de los objetivos del trabajo realizado por ambos proyectos.



Monroy S, H. 2001. Manual de planificación y ejecución de aprovechamientos forestales en las concesiones comunitarias de Petén. Turrialba, Costa Rica, CATIE/ Consejo Nacional de Áreas Protegidas 84 p. (Serie Técnica. Manual Técnico no. 47).

ISBN 9977-57-361-1
 El manual presenta aspectos relacionados con la planificación y ejecución de aprovechamientos forestales, producto de las experiencias de campo del CATIE en el Departamento del Petén, Guatemala. En el tema de la ejecución, este texto orienta las acciones para el logro de objetivos y para que el cumplimiento de las normas del plan general de manejo, fortalezca los conocimientos básicos de los concesionarios. El manual está basado en experiencias.

Dirección: CATIE. Biblioteca
 Conmemorativa Orton
 Apartado 7170-1002
 Tel: (506) 556 0501
 Fax: (506) 556 0858
 Correo electrónico:
bibliot@catie.ac.cr

FAO. 2001. Situación de los bosques del mundo 2001. Roma, FAO. 181p.

ISBN:92-5-304590-6

Este libro presenta un perfil variado y amplio de la condición en que se encuentran actualmente los recursos forestales mundiales, de los progresos de su utilización sostenible y de los obstáculos con que tropieza. Por esto es un instrumento de enorme valor y es de esperar que ofrezca una base sólida para los debates y las decisiones en relación con los bosques del mundo. La finalidad de esta publicación es facilitar información actual, fiable y pertinente en materia de políticas a las autoridades responsables, al personal forestal y otros administrativos de los recursos naturales, sector académico, industrial y a la sociedad en general.

Situación de los bosques del mundo 2001 se publica en los cinco idiomas oficiales de la FAO -árabe, chino, español, francés e inglés- y está disponible en forma electrónica en <http://www.fao.org/forestry/Montes.asp>. Correo electrónico: forestry-information@fao.org

