



#### Comité Editorial Internacional

José Joaquín Campos  
CATIE

Ronnie de Camino  
Universidad para la Paz

Glenn Galloway  
CATIE

Anita Varsa  
Course Coordinator National Board of  
Education, Finland

Manuel Guariguata  
Convenio sobre la Diversidad Biológica,  
Montreal, Canadá

David Kaimowitz  
Director del CIFOR

Florencia Montagnini  
Universidad de Yale

Gerardo Budowski  
Universidad para la Paz

Kenton Miller  
World Resources Institute, USA

#### Comité Editorial Operativo CATIE

Róger Villalobos  
Lorena Orozco  
Alexandra Cortés  
Zenía Salinas  
Dietmar Stoian  
Francisco Jiménez  
Fernando Carrera

#### Editores técnicos especial caoba en la Selva Maya

Laura K. Snook  
Carlos Navarro

#### Editores técnicos especial manejo comunitario

Paulo Amaral  
Dietmar Stoian

#### Equipo de Producción

Róger Villalobos, Director  
Lorena Orozco, Editora  
Emilce Chavarría, Secretaria  
Elizabeth Mora, Corrección de estilo  
Rigoberto Aguilar, Revisión bibliográfica  
Alexandra Cortés, Supervisión gráfica y difusión  
Esteban Montero, Diseño y diagramación  
Guisselle Brenes, Internet

Esta revista está indizada en las bases de datos CAB, Tropag & Rural, Latindex, entre otras.

Impreso en papel reciclable 

# Recursos Naturales y Ambiente

ISSN 1659-1216

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros regulares son: el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Venezuela. El presupuesto básico del CATIE se nutre de generosas aportaciones anuales de estos miembros.

Dr. Pedro Ferreira  
Director General

- La Revista Recursos Naturales y Ambiente, continuación de la Revista Forestal Centroamericana, es una publicación trimestral, con una perspectiva integral, biológica, social y económica del aprovechamiento y conservación de los ecosistemas naturales y forestales, y del desarrollo rural.
- Nuestra Revista, que tiene un ámbito geográfico latinoamericano, espera servir como un foro donde se propongan y analicen modelos y experiencias de trabajo relevantes para los técnicos, productores y empresarios, para los gobiernos locales y para las autoridades estatales.

Los contenidos, ideas u opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad de los autores; no reflejan necesariamente la opinión de los comités de la Revista Recursos Naturales y Ambiente ni del CATIE.

Se permite la reproducción parcial o total de la información aquí publicada, siempre y cuando se nombre la fuente, se remitan tres copias a la redacción y se utilice sin fines de lucro.

La publicación del Informe Especial de la Caoba en la Selva Maya de la RRNA se logró gracias al apoyo del Centro Internacional de Investigaciones Forestales (CIFOR). Los artículos se derivaron de las ponencias que se presentaron durante el Taller "Regeneración de la Caoba: Frutos de siete años de investigación colaborativa", el cual se llevó a cabo en Chetumal, México del 5 al 7 noviembre del 2003; los diálogos y discusiones durante el taller enriquecieron los aportes. Este taller fue posible gracias al apoyo del CIFOR, de la Universidad de Quintana Roo (UQROO) y de la Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya (OEPFZM). Agradecemos al Dr. Francisco Rosado May, Rector; a Francisco Xuluc Tolosa y a Raúl Pérez Palomeque de la UQROO; a la Ing. Victoria Santos Ximénez, Subdirectora Técnica y a Fidel Tec Sulub Tuz, Presidente del OEPFZM por el apoyo brindado durante la organización del Taller. Agradecemos también a los revisores de los artículos publicados, doctores Manuel Guariguata, Peter Cronkleton y César Sabogal.



**Costos de suscripción**  
**Centroamérica:**  
1 año US\$30, dos años US\$50.  
**América Latina y el Caribe:**  
1 año US\$40, dos años US\$65.  
**Resto del mundo:**  
1 año US\$50, dos años US\$85.

Sede Central CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica  
Tel. (506) 556 2703/558 2312 Fax (506) 556 7730 Correo: rforesta@catie.ac.cr

[www.catie.ac.cr](http://www.catie.ac.cr)

## Biblioteca Conmemorativa Orton



La Librería Virtual, accesible en nuestra página web a través de cualquiera de las siguientes direcciones: [www.iica.int/bibliotecaorton](http://www.iica.int/bibliotecaorton) ó [www.catie.ac.cr/bibliotecaorton](http://www.catie.ac.cr/bibliotecaorton), es el nuevo servicio que les ofrece la Biblioteca Conmemorativa Orton para adquirir fácil y rápidamente las publicaciones producidas por el CATIE, el IICA, u otras organizaciones como el INBIO e ITCR.

Entre las ventajas de este nuevo servicio están:

- constituye un canal adicional de venta para clientes actuales y potenciales
- permite ampliar los horarios de atención, ya que podrá hacer sus pedidos las 24 horas del día, todos los días del año
- las transacciones se vuelven más rápidas y operan con un alto nivel de seguridad
- los clientes pueden revisar en cualquier momento el estado de sus pedidos.

Entre las principales características están:

- se incluye una ficha bibliográfica de cada documento, que contiene además un resumen sobre el contenido, una imagen a color de la cubierta y el peso del mismo
- se dispone de un buscador para facilitar la búsqueda de documentos por autor, título o materia
- se aceptan las principales tarjetas de crédito: VISA, MASTERCARD, AMERICAN EXPRESS y DINERS CLUB.

Lo invitamos a que visite nuestra Librería Virtual. De antemano le agradecemos por utilizar nuestros servicios y recomendarlos a otros colegas.





9



27



45



68



76



102



115



119

**Revista Recursos Naturales y Ambiente** No. 44 2005

**Editorial** .....□ 4

**FORO**

El manejo de la caoba define la agenda de conservación. *Ariel E. Lugo* ..... 6

**INFORME ESPECIAL CAOBA**

Aprovechamiento sostenido de caoba en la Selva Maya de México. De la conservación fortuita al manejo sostenible. *Laura K. Snook*..... 9

El manejo de la caoba en Quintana Roo, México. Legislación, responsabilidades y apoyo gubernamental. *Alfredo Nolasco, Marcelo Carreón, Carlos Hernández Hernández, Enrique Ibarra, Laura Snook*..... 19

El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la Zona Maya, México. Desarrollo histórico, condiciones actuales y perspectivas. *Victoria Santos Jiménez, Pedro Mas Kantún, Citlalli López, Laura K. Snook* ..... 27

El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la SPFEQR, Quintana Roo, México *Celso Vidal Chan Rivas*....□ 37

Regeneración y silvicultura de la caoba en la Selva Maya mexicana, Ejido de Noh Bec *Luis Alfonso Argüelles, Timothy Synnott, Salvador Gutiérrez, Bernabé del Angel* ..... 45

La caoba y el manejo forestal sostenible en Belice. *Wilber Sabido, Darrell Novelo* ..... 53

Producción de semillas de caoba. Patrones de variación e implicaciones para la sostenibilidad. *Luisa Cámara-Cabrales* ..... 60

Efectos de la dispersión de semillas y tratamientos silviculturales en la regeneración natural de caoba en Belice. *Marcia Toledo-Sotillo, Laura K. Snook*..... 68

Supervivencia y crecimiento de caoba en aperturas post-extracción, a partir de semillas y plántulas. *Laura K. Snook, Haris Iskandar, Jeffrey Chow, Joshua Cohen, Jennifer O'Connor* .....□ 76

Regeneración de caoba a partir de siembra directa de semilla en aperturas creadas en un bosque natural en México. *Patricia Negreros-Castillo, Laura K. Snook, Carl W. Mize* ..... 84

Supervivencia y crecimiento de plántulas de caoba en aperturas creadas en la Selva Maya de Belice y México. *Laura K. Snook, Patricia Negreros-Castillo, Jennifer O'Connor*..... 91

**INFORME ESPECIAL MANEJO COMUNITARIO**

Resumen de resultados y propuestas. *Paulo Amaral* ..... 100

El manejo forestal comunitario como proceso social. *Richard C. Smith* ..... 102

Barreras legales y técnicas para la adopción del manejo forestal por comunidades en la Amazonia brasileña. *Paulo Barreto* ..... 109

Uso múltiple del bosque y de los productos forestales no maderables como estrategia para valorizar y conservar los bosques. *Patricia Shanley* ..... 115

Domesticación de cedro y caoba en la Península de Yucatán, México.

**EXPERIENCIAS**

Experiencias en el mejoramiento de la calidad del germoplasma forestal *Kevyn Wightman, Bartolo Rodríguez Santiago, Sheila Ward, Jonathan Cornelius* ..... 119

# Editorial

**A**mérica Latina está experimentando un proceso sin precedentes de democratización del acceso a los recursos forestales. Comunidades indígenas, ribereñas y campesinas que han manejado sus bosques desde hace décadas, sino siglos, forman parte de estos procesos de reconocimiento oficial y formalización de sus derechos territoriales en varios países de la región. Para estas comunidades, los bosques funcionan como redes de seguridad que proporcionan bienes y servicios críticos para su subsistencia. Además, el conocimiento tradicional sobre el manejo de los recursos naturales acumulado por estas poblaciones rurales puede contribuir de forma decisiva a la conservación de los ecosistemas forestales, así como a una mejor calidad del agua y aire del planeta.

Los avances en la legislación y certificación forestal, junto con una mayor articulación de la base social, constituyen un nuevo marco institucional para el manejo forestal comunitario (MFC) y el desarrollo de empresas forestales comunitarias como herramientas para el desarrollo socioeconómico de las comunidades y la conservación de los bosques. En este contexto, el manejo forestal comunitario debe ser tratado como un proceso social que incorpora múltiples visiones y procesos históricos, lo que exige nuevas capacidades de implementación. Dicho proceso social abarca la definición y aplicación de normas técnicas y sociales para el manejo forestal, así como el reconocimiento del capital social existente, de los valores culturales de los bosques, de sus bienes y servicios, de la organización comunitaria y empresarial y el establecimiento de vínculos político-institucionales y comerciales. La identificación de las múltiples facetas de este proceso social y de las diferentes estrategias para fortalecer el manejo forestal comunitario, constituye un punto crítico para la construcción de modelos de gestión de los recursos naturales más equitativos y adaptados a la complejidad social en la que se encuentran inmersos los bosques.

Este es el mensaje central del taller “*El manejo forestal comunitario y la certificación forestal en América Latina*”, realizado en Belem, Brasil, del 28 al 31 de octubre del 2003<sup>1</sup>. Representantes de gobiernos nacionales, proyectos, técnicos, agencias de cooperación y de comunidades involucradas en el manejo forestal se reunieron para identificar y analizar una amplia gama de casos de manejo forestal comunitario en la región, con especial énfasis en los siguientes temas:

- Oportunidades y desafíos del manejo y la certificación forestal.
- Cambios en los marcos jurídico-legales para el MFC.
- Formas de organización comunitaria y su significado para el MFC.
- Papel de las agencias de desarrollo y servicios técnicos y empresariales en el acompañamiento a iniciativas de MFC.
- Oportunidades de mercado y creación de cadenas de valor para productos forestales.
- Papel de los productos forestales no maderables y el uso diversificado de los recursos en el MFC.
- Oportunidades de vínculos comerciales entre comunidades y empresas.

A pesar de la existencia de tendencias prometedoras, todavía hay una serie de retos en la consolidación de las iniciativas de manejo comunitario existentes y en la propuesta de nuevas iniciativas. Los principales retos para aumentar los beneficios sociales, económicos y ambientales ligados con el MFC fueron agrupados así:

- Escaso poder de negociación de las comunidades.
- Poca representación y control de las comunidades en las iniciativas de MFC.
- Falta de reconocimiento de los sistemas de manejo tradicional y del conocimiento de las comunidades.
- Limitada capacidad técnica, organizativa, financiera y gerencial de las iniciativas comunitarias.
- Prestación de servicios técnicos, empresariales y financieros orientados hacia la oferta más que a la demanda; falta de servicios puntuales y acordes con las necesidades específicas de cada comunidad.
- Falta de confianza entre comunidades y empresas forestales.

<sup>1</sup> Ver Informe Especial Seminario de Manejo Comunitario y Certificación Forestal en América Latina en este mismo número.

- Difícil acceso a los mercados (canales de distribución restrictivos, falta de información de mercado y de facilidades de transporte).
- Mercados de productos forestales poco transparentes (p.ej. competencia desleal por la tala ilegal, subsidios a plantaciones).
- Falta de incentivos fiscales y crediticios para desarrollar empresas comunitarias forestales.
- Marcos reguladores que penalizan a la pequeña industria y al modelo organizativo comunitario en el mercado.
- Políticas públicas inadecuadas (p.ej. incentivos para la conversión de bosques, inseguridad de la tenencia de la tierra, normas técnicas diseñadas para concesiones industriales y transferidas al MFC).

Durante las discusiones se identificaron las siguientes medidas para afrontar los obstáculos arriba mencionados:

- Aumentar la capacidad de autogestión de las comunidades para dirigir las iniciativas de MFC.
- Fortalecer la capacidad técnica y gerencial de las comunidades involucradas en el manejo forestal, incluyendo a las organizaciones y redes de apoyo.
- Identificar los mecanismos para incorporar el conocimiento local sobre el manejo de recursos dentro de las iniciativas.
- Desarrollar e implementar estrategias de comunicación e intercambio de experiencias sobre MFC.
- Modificar el currículo de los programas de investigación, extensión y educación forestal para incluir el MFC.
- Resaltar el papel del MFC como un componente clave en los planes de desarrollo local, regional y nacional.
- Acelerar los procesos de titulación de tierras comunales y reconocimiento de los derechos tradicionales.

- Adecuar los marcos político-legales (leyes, reglamentos, instrumentos fiscales) para que reflejen el papel del MFC en las economías locales y regionales, así como para el bienestar de las poblaciones locales, la conservación de bosques y la función social de los mismos.
- Redefinir el marco institucional y legal para favorecer y promover el MFC.
- Promover el compromiso inequívoco de los gobiernos nacionales ante el manejo forestal sostenible: reducción de la competencia desleal y redefinición del equilibrio entre las políticas de fomento a la industria y las de desarrollo del MFC.
- Aumentar la competitividad de las iniciativas de MFC a través de acuerdos entre comunidades y empresas, entre comunidades y entre redes de comercio justo, promoviendo su inserción en cadenas productivas.
- Crear sistemas de inteligencia de mercado en el ámbito regional y nacional en términos accesibles a los comunitarios y a las organizaciones de apoyo al MFC.
- Redefinir las funciones de las agencias de desarrollo, organizaciones no gubernamentales, servicios técnicos, empresariales y financieros para poder catalizar más procesos y crear menos proyectos dependientes del apoyo externo.
- Encaminar a los donantes en el desarrollo de metodologías y estrategias de financiamiento innovadoras.

Para fomentar estos procesos sociales que caracterizan el manejo comunitario, es fundamental intensificar el diálogo e intercambio entre las iniciativas comunitarias, los empresarios y los tomadores de decisiones locales y regionales, así como entre estas y las agencias de desarrollo y los servicios técnicos, empresariales y financieros. Además, se necesita incorporar la amplia experiencia y conocimiento local sobre los bosques como estrategia para fortalecer el manejo forestal comunitario, convirtiéndolo de este modo en un motor efectivo para un verdadero desarrollo sostenible.

*Paulo Amaral  
Imazon-Brazil  
Coordinador del Taller*

# El manejo de la caoba define la agenda de conservación

**Ariel E. Lugo**

*Servicio Forestal, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA Forest Service)  
Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IITF)  
1201 Calle Ceiba, Jardín Botánico Sur,  
Río Piedras, PR 00926-1119*

Los artículos en este número especial documentan un cambio en el enfoque de aprovechamiento maderero, de la explotación minera al manejo sostenible por parte de las comunidades rurales que ahora cuentan con más información y conocimiento de sus derechos.



Sépanlo o no los conservacionistas, el manejo de la caoba de hoja ancha (*Swietenia macrophylla*) define la agenda de conservación de los bosques tropicales, ya que este es el árbol maderable de mayor valor económico en las selvas neotropicales. Debido a su importancia en el mercado global y en la ecología de los bosques estacionales tropicales, la caoba es el centro de un debate internacional en torno a la conservación; un debate que va más allá de la extracción, e incluye muchos otros asuntos relacionados con el uso sostenible de los bosques tropicales. El debate sobre la caoba tiene que ver con:

- El riesgo de extinción de la especie: ¿está o no en peligro de extinción?
- La deforestación tropical: ¿cuál es la relación entre la deforestación y la extracción de caoba?; ¿es la primera consecuencia de la última?
- La silvicultura tropical: ¿cuáles son las ventajas y desventajas del manejo silvicultural de los bosques tropicales?
- La regeneración de los árboles: ¿se regenera la caoba después de la extracción de individuos comerciales?
- La erosión genética debido a la explotación: ¿causa erosión genética la cosecha de árboles grandes de caoba?
- Funciones ecológicas: ¿reduce la extracción de caoba el nivel de funcionamiento ecológico de los bosques neotropicales?
- La sostenibilidad del manejo forestal tropical: ¿es sostenible la cosecha de caoba?
- Manejo activo: ¿es deseable o debe evitarse el manejo activo de los bosques tropicales?

La respuesta a las preguntas antes expuestas permitirá aclarar aspectos claves para la conservación de los bosques tropicales, tales como:

- La fragilidad *versus* la resiliencia del bosque tropical.
- El manejo activo *versus* el no manejo de bosques tropicales.
- La preservación *versus* la conservación a través de estrategias de explotación de bosques tropicales.

Debido a su importancia en el mercado global y en la ecología de los bosques estacionales tropicales, la caoba es el centro de un debate internacional en torno a la conservación; un debate que va más allá de la extracción, e incluye muchos otros asuntos relacionados con el uso sostenible de los bosques tropicales.

Estos asuntos de la conservación se debaten a nivel global y representan perspectivas opuestas acerca de la naturaleza, por lo que se deben atender si queremos avanzar hacia la sostenibilidad. El debate se nutre de la poca información disponible, lo cual hace que los participantes asuman posiciones a partir de elementos de juicio puramente subjetivos, en lugar de datos y conocimientos.

Por décadas, la principal fuente de información sobre la caoba de hoja ancha fue la monografía de Lamb (1966). Cuando se propuso que la caoba se incluyera en la categoría de especies amenazadas del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna), se desató un fuerte debate con posiciones basadas en mitos e información deficiente (ver en Rodan y Campbell 1996 y Lugo 1999 reseñas de las diferentes posiciones del debate). Sin

embargo, en los últimos diez años han aparecido resultados de investigaciones sobre la caoba (Mayhew y Newton 1998, Lugo *et al.* 2003, Lambert *et al.* 2005). La nueva información ha comenzado a desprestigiar las posiciones extremas, y poco a poco las contribuciones científicas han logrado redirigir el debate sobre la conservación en los trópicos.

Este número especial de *Recursos Naturales y Ambiente* es un ejemplo de colaboración entre los científicos, los responsables del manejo de áreas forestales y las comunidades rurales en la búsqueda de soluciones a los problemas técnicos del manejo de bosques en los trópicos. El enfoque de la investigación es consolidar los fundamentos que garanticen a largo plazo la oferta de productos y servicios forestales necesarios para que el ser humano mejore económicamente y, a la vez, se garantice la protección a la biodiversidad de los bosques tropicales que contienen poblaciones valiosas de caoba. Este número especial consta de once artículos sobre el manejo de caoba en México y Belice, y se espera contribuir de manera significativa en tres áreas del debate sobre la conservación de la caoba: reconocer que las comunidades rurales y los beneficios económicos son los ejes centrales de la conservación de las especies forestales; evaluar el estado y los aspectos que se pueden mejorar del manejo forestal en Centroamérica; ofrecer nueva información sobre la ecología de la caoba de hoja ancha.

### Las comunidades rurales como eje central de la conservación

Varios artículos describen los logros de los ejidos mexicanos en las actividades de manejo forestal, y particularmente del manejo de la caoba (Argüelles *et al.*, Nolasco Morales *et al.*). Por medio del manejo forestal comunitario, estos ejidos han alcanzado logros económicos y han generado empleos, a la vez que han logrado consolidar el manejo sostenible de la

caoba y otras importantes especies maderables. También aplican al manejo nuevos conocimientos adquiridos a través de la investigación, como la siembra y replantación de caoba en milpas y desmontes (Santos Jiménez *et al.*, Negreros-Castillo *et al.*).

La actividad económica de los ejidos no se puede ignorar. Nolasco Morales *et al.* informan que en Quintana Roo, 160 ejidos manejan 750.000 ha de bosques en producción, con lo que obtienen ingresos efectivos de US\$11,7 millones anuales. La cosecha anual de caoba en estos ejidos es de 8.000 m<sup>3</sup>, con un valor de US\$3 millones.

### El estado del manejo forestal en Centroamérica

Las actividades forestales en Centroamérica han ido cambiando, como lo demuestran varios artículos en este número. En Belice, áreas antiguamente explotadas se integran a sistemas de manejo que incluyen otros usos y una mayor variedad de especies, y no sólo maderas de alto valor como la caoba (Sabido y Novelo). En muchos sitios se ha tratado de obtener la certificación forestal para aumentar el valor de los productos forestales por medio de la satisfacción del cliente. Desafortunadamente, el valor agregado de la certificación no siempre se concretiza, mientras que los costos siempre son altos. Por otra parte, los gobiernos de la región prestan poco apoyo al sector forestal, lo que retrasa el avance de las comunidades rurales organizadas que manejan sus bosques (Santos Jiménez *et al.*, Chan Rivas, Nolasco Morales *et al.*).

### El papel de la investigación

Seis de los artículos en este número contienen resultados de investigaciones relevantes para el entendimiento de la regeneración de la caoba en bos-

ques bajo manejo en México y Belice. Después de experimentar con diferentes tratamientos silviculturales, los científicos han determinado las condiciones más adecuadas para la regeneración de la caoba (Snook, Negreros y O'Connor; Snook, Iskandar *et al.*). La investigación demostró que árboles de caoba de grandes diámetros con funciones ecológicas importantes, tales como valores de hábitat para la vida animal y el secuestro del carbono, también rinden la más alta producción de semillas (Toledo-Sotillo y Snook, Cámara-Cabrales y Snook). Sin embargo, el hallazgo más importante del estudio de Toledo-Sotillo y Snook es que en sitios donde el tratamiento silvicultural fue adecuado, la caída de semillas de árboles grandes resulta en mayor germinación y establecimiento de plántulas; así, el 2% de las semillas produjeron plántulas en áreas que no recibieron tratamiento silvicultural, en comparación con el 40% en sitios completamente abiertos (Toledo-Sotillo y Snook). La investigación también ha demostrado que la siembra directa de la caoba puede utilizarse en lugares donde este método es más práctico que la siembra de plántulas (Negreros-Castillo *et al.*; Snook, Iskandar *et al.*). La regeneración por medio de la siembra de plántulas ha demostrado ser efectiva en aperturas relativamente grandes (Argüelles *et al.*; Snook, Negreros-Castillo y O'Connor).

### Una tentativa de conservación nueva

Laura Snook merece gran parte del crédito por haber encabezado el esfuerzo que tuvo como resultado este número especial; como lo describe en uno de sus artículos, se ha iniciado un proceso de transformación en el manejo de la caoba en Centroamérica. Los artículos en este número especial documentan un cambio en el enfoque de aprovechamiento maderero, de la explotación minera al manejo sostenible por parte de las comunidades rurales que ahora cuentan con más información y conocimiento de sus derechos (Snook). A través de sus acciones y triunfos, estas comunidades poco a poco van cambiando la naturaleza del debate en torno a la conservación de los bosques tropicales y demuestran lo que se puede alcanzar con un manejo activo e informado. Los ejidos y sus forestales demuestran que los humanos somos capaces de invertir la espiral de la explotación y degradación de los recursos. Por medio del manejo activo, el ser humano pasa a ser parte integral de las acciones que conducen al éxito de la conservación de los bosques tropicales. 🌱

### Agradecimientos

A Mildred Alayón por la traducción del inglés de este manuscrito. El trabajo se llevó a cabo en colaboración con la Universidad de Puerto Rico.

### Literatura citada

- Lamb, FB. 1966. Mahogany of tropical America. University of Michigan Press. 220 p.
- Lambert, TD; Malcolm, JR; Zimmerman, BL. 2005. Effects of mahogany (*Swietenia macrophylla*) logging on small mammal communities, habitat structure, and seed predation in the southeastern Amazon Basin. *Forest Ecology and Management* 206:381-398.
- Lugo, AE. 1999. Point-counterpoints on the conservation of big-leaf mahogany. Washington, D.C. USDA Forest Service. General Technical Report WO-64.
- Lugo, AE; Figueroa Colón, JC; Alayón, M. eds. 2003. Big-leaf mahogany: genetics, ecology, and management. New York, NY, Springer Verlag.
- Mayhew, JE; Newton, AC. 1998. The silviculture of mahogany. New York, CABI Publishing. 226 p.
- Rodan, BD; Campbell, FT. 1996. CITES and the sustainable management of *Swietenia macrophylla* King. *Botanical Journal of the Linnean Society* 122:83-87.



# Aprovechamiento sostenido de caoba en la Selva Maya de México

## De la conservación fortuita al manejo sostenible<sup>1</sup>

**Laura K. Snook**

*CIFOR, Bogor, Indonesia*

*Dirección actual: IPGRI, Via dei Tre*

*Denari 472/a,*

*00057 Maccarese, Roma, Italia.*

*l.snook@cgiar.org.*

Las experiencias y observaciones de los forestales encargados desde hace 20 años del manejo de estas selvas, así como los estudios sobre la ecología de la regeneración y la silvicultura de la caoba en esta región, representan el mayor conjunto de conocimientos sobre el manejo de la caoba en selvas tropicales.



Foto: Laura Snook

<sup>1</sup> Esta publicación representa el punto de vista de la autora y no necesariamente del CIFOR

## Resumen

El patrón de aprovechamiento de la caoba de hoja grande (*Swietenia macrophylla*) en la selva maya mexicana a través de más de cuatro siglos demuestra que los cambios en mercados y en las tecnologías de extracción y transformación han permitido que se siga aprovechando esta especie maderable, aún sin implementar prácticas que aseguren la sostenibilidad. Ahora, sin limitaciones circunstanciales al aprovechamiento, las comunidades forestales de la zona han empezado a transformar la explotación forestal minera en sistemas de manejo forestal que integran prácticas diseñadas para asegurar la sostenibilidad del aprovechamiento de esta valiosa especie maderable a corto, mediano y largo plazo.

**Palabras claves:** *Swietenia macrophylla*, aprovechamiento maderable, historia, Quintana Roo, manejo forestal comunitario, silvicultura, sostenibilidad, Yucatán.

## Summary

**Caoba's sustained logging in Selva Maya. From casual conservation to sustainable management.** The changing patterns of exploitation of big-leaf or Honduras mahogany (*Swietenia macrophylla*) in the Maya Forest over more than four centuries reveal how changes in markets and technologies of extraction and transformation have allowed continuous exploitation of this timber species from the same region, in the absence of practices that assure sustainability. Now, without the circumstantial limits previously imposed by technological and market limitations on timber harvesting, the forest communities of the region are transforming forest utilization from timber mining to systems of forest management, incorporating practices to ensure the sustainability of harvests of this valuable timber species in the short, medium and long term.

**Keywords:** *Swietenia macrophylla*, timber harvesting, history, Quintana Roo, community forest management, silviculture, sustainability, Yucatan.

### Inicios del aprovechamiento de la caoba de la Selva Maya

La caoba se ha aprovechado en los bosques de la península de Yucatán desde la época del Imperio Maya, el cual decayó hace mil años. Los mayas ahuecaban los troncos de estos árboles para hacer enormes canoas con las que efectuaban expediciones comerciales a gran distancia (Hammond 1982). La caoba ha sido la especie maderable más valiosa de las selvas neotropicales desde la llegada de los europeos (Record 1924, Lamb 1966, Verissimo *et al.* 1995). En 1629, la armada española transfirió de Cuba al continente americano su principal astillero, en lo que es actualmente el estado de Veracruz, México, con el fin de aprovechar esta especie. Otros exploradores europeos apreciaron también las

cualidades de la madera de caoba para la reparación y construcción de barcos (Lloyds 1850, Mell 1917, Lamb 1966). Ya en 1683 los ingleses cortaban caoba en Centroamérica (Record 1924). Los asentamientos ingleses para la extracción de caoba fueron la razón principal para la fundación de la colonia de Honduras Británica, actualmente Belice (Edwards 1986, Napier 1973, Weaver y Sabido 1997).

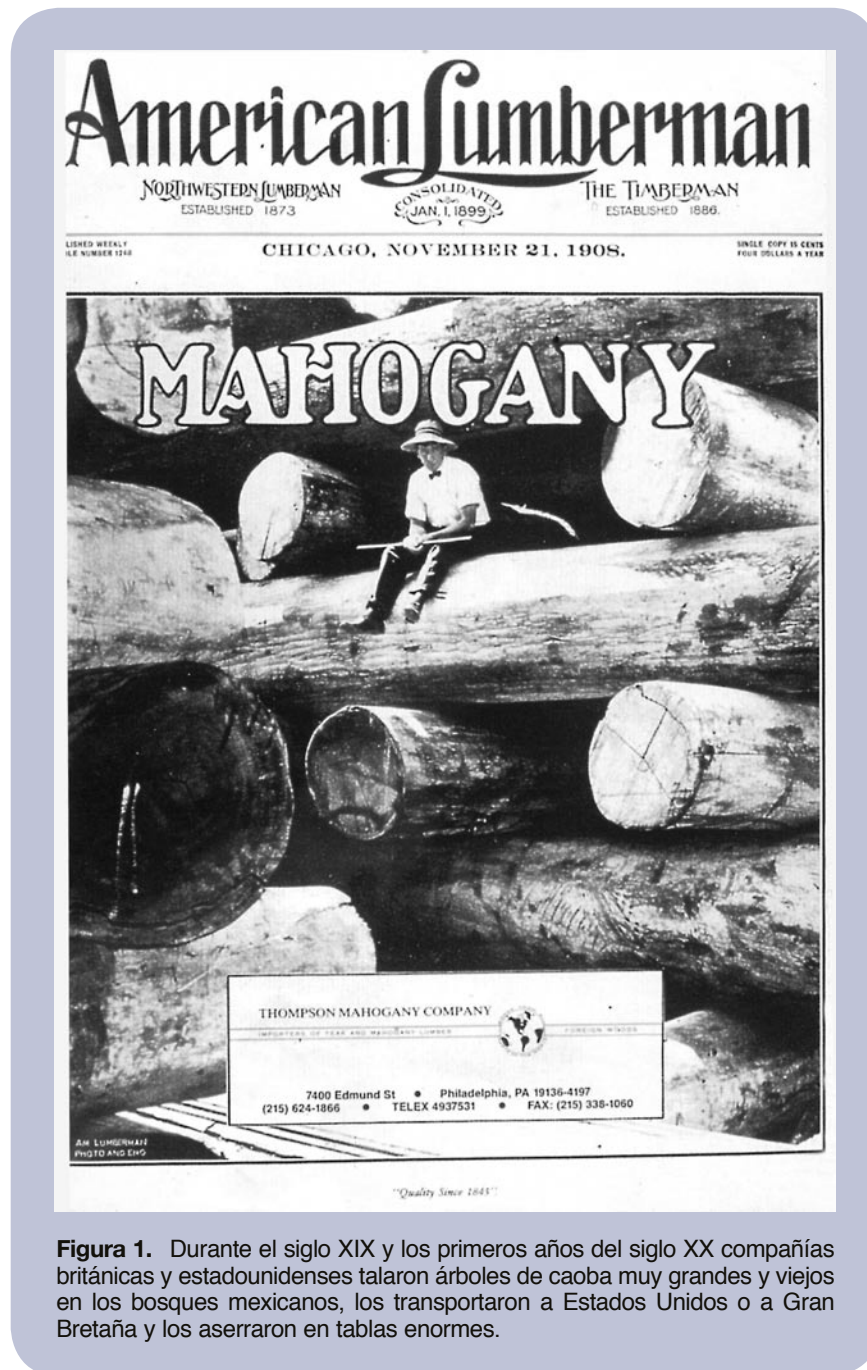
Los mayas del moderno estado de Quintana Roo no fueron conquistados por los españoles, y después de que México se independizara de España en 1821, continuaron resistiendo los intentos del gobierno central por dominar sus tierras. Durante los siglos XVII y XIX, recibieron el apoyo de la colonia inglesa de Honduras Británica, la cual les proporcionó armas y otros suministros a

cambio del acceso a los recursos forestales, incluyendo la caoba. A fines del siglo XIX, descendientes de esclavos africanos de Honduras Británica cortaban árboles de caoba en los alrededores de Tulum (Konrad 1988). En 1846, 85 millones de pies tablares de caoba fueron embarcados desde Honduras Británica hacia los puertos ingleses para la construcción de barcos (Fig. 1). Es probable que buena parte de esa caoba se haya cortado en el lado mexicano del río Hondo, el cual actualmente forma la frontera entre Quintana Roo y Belice (Mell 1917). El gobierno mexicano derrotó finalmente a los mayas en 1901, después de lo cual el presidente Porfirio Díaz otorgó concesiones a compañías madereras inglesas y estadounidenses para la corta de caoba en tierras mayas (Konrad 1988).

La corta de caoba por europeos en Quintana Roo empezó a lo largo del río Hondo, el cual se usaba como vía fluvial para transportar los troncos a la bahía de Chetumal. Los árboles se talaban por encima de sus contrafuertes, se escuadraban, se acarreaban hasta el río y se embalsaban para transportarlos hasta la bahía, donde se cargaban en barcos (Lloyds 1850, Mell 1917, Rey 1983). A partir de 1805, se introdujo el uso de bueyes a Honduras Británica con el fin de sustituir la mano de obra esclava en el acarreo; los troncos, entonces, pudieron arrastrarse hasta el río desde distancias de ocho kilómetros o más. En el lado mexicano del río se usaron mulas para el arrastre, normalmente por la noche cuando las temperaturas eran más bajas (Record 1924, Lamb 1966, Napier 1973).

A medida que las mulas y los bueyes fueron remplazados por ferrocarriles de trocha angosta y tractores de oruga, fue posible transportar los troncos desde distancias cada vez mayores. Con el uso de estas máquinas se hizo rentable acarrear troncos desde 30 o incluso 60 km desde el interior de la selva hasta el río Hondo y la laguna de Bacalar en el lado mexicano, o el New River y la laguna del New River en Belice. Una vez en el agua, los troncos se encadenaban, formando balsas que se arrastraban con remolcadores hasta la bahía de Chetumal, donde se cargaban en barcos (Rodríguez Caballero 1944, Medina 1948, Villaseñor 1958, Lamb 1966, Medina *et al.* 1968, Galletti 1994).

Los comerciantes ingleses y estadounidenses controlaron el aprovechamiento de caoba en Quintana Roo desde sus oficinas centrales en Honduras Británica hasta mediados del siglo XX (Mell 1917, Villaseñor 1958, Edwards 1986, Galletti 1994). Las exporta-



**Figura 1.** Durante el siglo XIX y los primeros años del siglo XX compañías británicas y estadounidenses talaron árboles de caoba muy grandes y viejos en los bosques mexicanos, los transportaron a Estados Unidos o a Gran Bretaña y los aserraron en tablas enormes.

ciones de caoba de Quintana Roo culminaron en los años 1943 - 1944, cuando se registró el embarque de 29 mil trozas (50 mil m<sup>3</sup>) desde Chetumal (Medina 1948). A partir de 1947, se suspendieron las actividades de las compañías madereras extranjeras en Quintana Roo. Entre 1948 y 1957, el aprovecha-

miento de caoba fue, en promedio, de unas 7 mil trozas al año (16 mil m<sup>3</sup>). El 80% o más de la madera se exportaba como trozas y el 15% como tablas (Villaseñor 1958).

Aunque los forestales mexicanos criticaban el sistema de concesiones y exportación de madera en troza, reconocían que las altas

Foto: American Lumberman, 21 de noviembre de 1908. Cortesía de Thompson Mahogany Company, EUA

normas de calidad de las trozas para exportación -totalmente sanas y rectas, con un mínimo de 14 pies (4,20 m) de largo y por lo menos 16 pulgadas (40 cm) de diámetro en la punta- evitaron que las existencias de la especie se agotaran en los bosques. El cedro (*Cedrela odorata*) ya se había sobreexplotado en el norte de Quintana Roo, donde se cortaba a partir de diámetros muy pequeños para abastecer a la industria local de transformación (Rodríguez Caballero 1944, Medina 1948, Villaseñor 1958).

### El inicio del manejo forestal en Quintana Roo

En el decenio de 1950, para obtener mayores beneficios de los recursos forestales de Quintana Roo, se creó por decreto presidencial una industria paraestatal de chapa y madera contrachapada llamada Maderas Industrializadas de Quintana Roo (MIQRO), la cual se estableció a orillas del río Hondo, cerca de Chetumal. En 1957 se otorgó a MIQRO una concesión por 25 años de 550 mil ha de bosques en la parte central y meridional del estado que, en esa época, incluía seis ejidos y terrenos nacionales. Esta fue la fuente de abastecimiento de caoba y cedro, las llamadas maderas preciosas tropicales (Galletti 1994). Bajo la concesión de MIQRO se construyó una red de caminos forestales que permitió la explotación de casi toda la selva. En esa época se introdujeron motosierras y arrastradores con llantas. Se llevaron a cabo los primeros inventarios forestales y se formularon planes de ordenación forestal que regulaban la tasa de extracción, definían el volumen anual máximo de aprovechamiento y el diámetro mínimo de corta permitido.

Como no era posible determinar las tasas de crecimiento, ya que se encontró que los anillos de crecimiento de la caoba no eran anuales, la posibilidad anual se calculó dividiendo el volumen total de las exis-

tencias cortables en el área concesionada entre los 25 años del período de concesión (Rodríguez Caballero 1944, Medina *et al.* 1968). El aprovechamiento selectivo de los mejores árboles de caoba continuó, pero se estableció como diámetro mínimo de corta 60 cm dap, por ser el tamaño mínimo utilizable por los tornos de la fábrica. Muchos árboles que habían quedado en pie durante las anteriores concesiones madereras porque no satisfacían las normas del mercado de exportación fueron cortados como trozas para chapa durante este período (Medina *et al.* 1968).

Según el modelo actual de organización del PPF, los propios ejidos están en libertad de determinar, con la asesoría de profesionales forestales, si extraen, venden o elaboran la madera de sus bosques, y de obtener el beneficio económico íntegro de la venta de sus productos forestales, en un mercado abierto.

Al término de la concesión de MIQRO, en 1983, los ejidos forestales de Quintana Roo se reorganizaron en unidades locales de manejo forestal y comercialización bajo un esquema organizativo similar al de una cooperativa: el Plan Piloto Forestal (PPF). El PPF empezó por organizar diez ejidos que poseían bosques de gran valor y extensión, que habían formado parte de la concesión MIQRO. El plan contó con la asistencia del acuerdo México - Alemania, financiado por la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), y con el apoyo del entonces gobernador de Quintana Roo, Pedro Joaquín Coldwell y del

entonces Subsecretario Forestal, León Jorge Castaños Martínez. En 1992, este modelo ya se había extendido y dado origen a cuatro sociedades de ejidos forestales, las cuales contaban en conjunto con una posibilidad anual de 10.580 m<sup>3</sup> de caoba y cedro y un total de 774.734 ha de tierra, de las cuales 393.481 ha constituían áreas destinadas al uso forestal permanente (Flachsenberg 1993). El proceso de organización para la producción ha seguido ampliándose desde entonces, hasta alcanzar seis organizaciones que incorporan 127 ejidos y casi 750.000 ha de áreas de producción forestal permanente. La corta anual autorizada de caoba se ha reducido a 8.000 m<sup>3</sup>, al completarse los inventarios que revelaron existencias menores que las estimaciones iniciales (ver Nolasco *et al.* -pag. 19 - en este número).

La organización de las actividades forestales bajo el modelo PPF difiere en dos aspectos importantes de la concesión otorgada a MIQRO. En primer lugar, durante el período de concesión MIQRO tenía derechos exclusivos de compra y elaboración de la madera de caoba de los ejidos, y la pagaba a un precio fijado por el gobierno. Así, la empresa se quedaba con las utilidades derivadas de transformar la madera en pie (obtenida a precios muy bajos) a chapa (un producto final de alto valor). Los ejidos recibían una exigua retribución como 'derecho de monte', parte de la cual se invertía en un fondo fiduciario ejidal con el cual se financiaban proyectos de beneficio social. Según el modelo actual de organización del PPF, los propios ejidos están en libertad de determinar, con la asesoría de profesionales forestales, si extraen, venden o elaboran la madera de sus bosques, y de obtener el beneficio económico íntegro de la venta de sus productos forestales, en un mercado abierto.

En segundo lugar, MIQRO manejó un área concesionada de 550 mil ha que abastecía a la planta procesadora con unos 16.000 m<sup>3</sup> de caoba y cedro al año; con el modelo

PPF, la unidad de manejo forestal es el ejido. El tamaño de las reservas forestales de cada ejido varía mucho, desde mil hasta 40 mil hectáreas; en consecuencia, también varía mucho la posibilidad de corta anual de caoba en cada bosque, desde 0 hasta > 2000 m<sup>3</sup> (Santos *et al.* -pag. 27-, Chan -pag. 37- y Argüelles *et al.*, -pag. 45- en este número). La organización del manejo forestal a nivel del ejido reduce la gama de opciones de elaboración y el potencial para maximizar el valor de la madera aprovechada, porque los productos finales de alto valor agregado se producen en instalaciones industriales que requieren de una gran inversión de capital, un nivel de organización empresarial y un volumen elevado y constante de madera en rollo.

El hecho de que la madera de caoba se haya venido cortando en cantidades comerciales en las selvas de Quintana Roo desde los últimos años del siglo XVII parecería indicar que el aprovechamiento ha sido sostenible. Sin embargo, para comprender este fenómeno es importante examinar más detenidamente los patrones de explotación de la caoba a lo largo de los años.

El manejo de los bosques ejidales se basa en las mismas directrices aplicadas durante la concesión otorgada a MIQRO. Aunque las trozas de caoba se están aserrando en tablas, en vez de desenrolladas

para producir chapa, la posibilidad anual se sigue determinando con base en un diámetro mínimo de 55 a 60 cm y un ciclo de corta de 25 años, establecido por MIQRO durante su período de concesión. Sin embargo, se están haciendo esfuerzos para aprovechar otras especies, aparte de la caoba. Además, los ejidos vienen estableciendo plantaciones de enriquecimiento de caoba en las áreas de corta después del aprovechamiento (Chan -pag. 37-, Santos *et al.* -pag. 27-, Argüelles *et al.* -pag. 45- en este número).

### **El aprovechamiento sostenido de caoba en el pasado: tres siglos de conservación fortuita**

El hecho de que la madera de caoba se haya venido cortando en cantidades comerciales en las selvas de Quintana Roo desde los últimos años del siglo XVII parecería indicar que el aprovechamiento ha sido sostenible. Sin embargo, para comprender este fenómeno es importante examinar más detenidamente los patrones de explotación de la caoba a lo largo de los años. En primer lugar, los cambios en los mercados y en la tecnología han redefinido gradualmente el volumen cortable y la reserva de caoba. Desde el siglo XVII hasta los 1940 se cortaron solamente árboles muy selectos para el mercado internacional de exportación de trozas. Muchos árboles enormes se dejaron en pie porque eran de calidad imperfecta. Desde los cincuentas hasta los ochentas, muchos de esos árboles de segunda calidad fueron cortados como materia prima para los tornos de MIQRO, que fabricaba chapa y madera contrachapada. Actualmente, la madera de caoba se asierra en tablas (un producto final de menor valor que la chapa). Y las normas han bajado aún más, por lo que se están aprovechando árboles de baja calidad, e incluso de diámetros menores. Estos cambios en los mercados y en las tecnologías de transformación han

redefinido el volumen cortable y la reserva de caoba, de tal manera que los árboles que quedaron en pie en cortas anteriores (porque en ese momento no eran comerciales) son los que ahora están proporcionando la mayor parte del volumen.

Otro factor que ha influido en la redefinición de la reserva de caoba son los cambios en la tecnología de extracción, que han proporcionado una accesibilidad cada vez mayor a áreas forestales no aprovechadas con anterioridad. Desde el siglo XVII hasta 1920, el remplazo sucesivo de la mano de obra humana por animales de tiro, y luego por una combinación de trenes de trocha angosta y tractores de oruga mejoraron la accesibilidad al recurso forestal, que pasó de una banda de menos de 100 m a una de 60 km de ancho a lo largo del río Hondo, el perímetro de la laguna de Bacalar y otros cuerpos de agua en la región. Desde entonces, la construcción de caminos y la introducción de arrastradores de troncos con llantas neumáticas han permitido la extracción de trozas de caoba de casi cualquier parte de la selva.

Durante los siglos y decenios pasados, los árboles de caoba también se han regenerado y crecido hasta alcanzar tamaños comerciales. Los árboles dejados en pie por ser inaccesibles o por considerarse imperfectos, funcionaron como fuentes de semillas para repoblar áreas en las cuales las condiciones eran favorables para la regeneración. Sin embargo, el contexto para el aprovechamiento sostenible de caoba ha cambiado considerablemente en los últimos decenios. En primer lugar, ya no hay una frontera forestal incólume. En segundo lugar, con la organización comunitario/ejidal del aprovechamiento, se han venido talando los árboles viejos que se habían dejado en pie en épocas anteriores. Estos árboles grandes y antiguos (probablemente de varios siglos de edad –ver

Snook 2000) son un ‘regalo de los tiempos pasados’ que se acabará al final del primer ciclo de corta, el cual concluirá en el 2008 para los primeros ejidos organizados bajo el Plan Piloto Forestal. La viabilidad económica a largo plazo de la actividad forestal maderable entre los ejidos forestales de Quintana Roo dependerá, en gran parte, de que se asegure una posibilidad sostenible de caoba que equilibre la tasa de aprovechamiento con la tasa de crecimiento y asegure la regeneración de la especie. Esto requiere del diseño y la aplicación de sistemas de manejo forestal basados en el conocimiento de la ecología de la caoba en estas selvas.

### La ecología de la caoba en la Selva Maya

Aunque la caoba es más frecuente en las selvas estacionales que en cualquier otro tipo de bosque de México (Pennington y Sarukhan 1968), alcanza una densidad promedio de sólo un individuo de tamaño comercial/ha (>55 cm dap) y hasta 7 individuos/ha (>15 cm dap), sobre una densidad total de 200 a 400 árboles/ha (>15 cm dap) de 60 o más especies diferentes (Argüelles 1991, Flachsenberg 1993, Snook 2000, Chan, -pag. 37- en este número). Si bien representa solamente alrededor del 1% del arbolado, los árboles de caoba pueden representar casi el 4% del área basal y casi el 6% del volumen por hectárea, un reflejo del tamaño que pueden alcanzar los árboles de esta especie (Snook 2000, Argüelles *et al.* 1998).

Durante milenios, los bosques de Quintana Roo han sido afectados por una amplia gama de perturbaciones catastróficas, tanto naturales como antropogénicas. Los ciclones tropicales, comunes en los meses de agosto y setiembre casi todos los años, traen copiosas lluvias y vientos de hasta 300 km por hora (Jáuregui *et al.* 1980, Wilson 1980, Escobar 1981, Whigham *et al.* 1991). Estos ciclones desho-

jan, dañan o derriban periódicamente miles de hectáreas de selva, como sucedió en 1942, 1955 (Janet), 1974 (Carmen), 1988 (Gilberto) y 1995 (Ópalo y Roxana) (López Portillo *et al.* 1990; observación personal). El impacto de un huracán en los bosques de Yucatán en el siglo XVI fue descrito como sigue:

“Vino un aire [...] y fue creciendo y haciéndose huracán [...] y que este aire derribó todos los árboles crecidos [...] y tan sin árboles quedó [la tierra], que los que ahora hay parece que se plantaron juntos según están nacidos a la igual, pues mirando la tierra desde algunas partes altas, parece que toda está cortada con una tijera” (Landa 1566/1982).

Los cambios en los mercados y en las tecnologías de transformación y de extracción han redefinido el volumen contable y la reserva de caoba. Así, los árboles que quedaron en pie en cortas anteriores son las que ahora proporcionan la mayor parte del volumen y además se aprovechan áreas forestales no aprovechadas con anterioridad.

También los incendios forestales han ocurrido con frecuencia en la Selva Maya. Por lo general, estos fuegos se propagan desde las tierras agrícolas, aunque pueden ser causados por rayos (Wolffsohn 1967). En los años siguientes a un huracán, suelen producirse incendios de gran extensión porque el follaje, las ramas y los árboles caídos proporcionan un combustible abundante. Estos pueden

llegar a abarcar cientos de miles de hectáreas de bosque, como ocurrió en los años posteriores a los huracanes de 1945, 1975 y 1990 (Lundell 1938, Lamb 1966, López Portillo *et al.* 1990). La agricultura de roza, tumba y quema se ha practicado en los bosques de Quintana Roo desde alrededor del año 2000 A.C. (Hammond 1982). Con este sistema se limpian áreas de bosque de 0,5 a 3 ha o más (Murphy 1990); los restos se dejan secar y luego se queman para plantar y cultivar el terreno durante un año o más; luego se abandona y vuelve a ser colonizado por especies forestales. En la selva actual, la gran cantidad de pirámides y otras estructuras arqueológicas mayas cubiertas por árboles revelan que gran parte de lo que ahora es la selva maya se desarrolló sobre tierras agrícolas y centros urbanos abandonados después del derrumbe de la civilización maya. El proceso de despoblamiento comenzó hace unos mil años y continuó durante el período de la conquista española y el establecimiento del estado mexicano (Landa 1566/1982, Gates 1937, Turner 1976, Hammond 1982, Edwards 1986).

La caoba está biológicamente adaptada para aprovechar los trastornos que periódicamente perturban áreas de bosque. Los árboles de caoba son los más altos de la selva, por lo que sobrepasan el dosel principal. Sin embargo, sus amplias copas son aerodinámicas y están sostenidas por unas pocas ramas muy gruesas y fuertes; sus raíces son muy profundas y posee grandes contrafuertes que alcanzan una altura de 2 a 3 m y se extienden 10 m o más desde el tronco del árbol. Estas características facilitan su supervivencia durante los huracanes, que suelen tumbar o quebrar a muchos árboles grandes de otras especies. En Quintana Roo, la caoba sobrevive mejor que cualquier otra especie a los incendios forestales, probablemente debido a su corteza gruesa (Snook 2003).

Los árboles de caoba producen semillas aladas que son dispersadas

por el viento durante la estación seca, cuando el árbol está desprovisto de hojas (ver Cámara-Cabrales y Snook, -pag. 60- en este número). Se ha observado que la semilla transportada llega hasta a 60 m de distancia del árbol madre (Rodríguez *et al.* 1994), aunque es probable que vuelen mucho más lejos. Las semillas germinan en la temporada de lluvias (entre julio y octubre) tanto a pleno sol como a la sombra (Gerhardt 1996, Morris *et al.* 2000); sin embargo, pierden la viabilidad en pocos meses, aún si se almacenan en lugares fríos y secos (Rodríguez y Barrio 1979, Parraguirre 1994). Por ello, la caoba es una especie que no establece un banco de semillas en el suelo de la selva.

Las plántulas de caoba tampoco sobreviven mucho tiempo en el sotobosque. Reiteradamente se ha observado la falta de regeneración de caoba en las selvas primarias o aprovechadas de manera selectiva no sólo en Quintana Roo (Snook 1993) sino también en Belice (Lamb 1966) y en otras partes de Centro y Suramérica (Snook 1996). Las plántulas y los árboles jóvenes de caoba también son raros y, al parecer, no sobreviven en los claros producidos por la caída de árboles o por la tumba de un solo árbol (Miranda 1958, Wolffsohn 1967, Lamb 1966, Snook 1993, 1996; Argüelles *et al.* -pag. 45-, Snook *et al.* -pag. 76- en este número). Sin embargo, cuando en las proximidades hay una fuente de semillas disponible, las plántulas de caoba se establecen con éxito, junto con 40 o 60 especies de árboles asociados, en todo tipo de áreas limpias que van desde campos de cultivo abandonados hasta las cunetas de las carreteras, patios de acopio de madera (bacadillas) y zonas afectadas por incendios intensos (ver Snook 2002, 2003, Toledo y Snook -pag. 68-, Argüelles *et al.* -pag. 45- en este número). Estas zonas pueden tener apenas unos pocos miles de metros cuadrados o llegar a medir cientos o incluso miles de hectáreas. Se han observado masas forestales constituidas por diversas especies que

se establecieron después de perturbaciones y que actualmente cuentan con una edad de varias décadas y una densidad de hasta 50 árboles de caoba por hectárea con un diámetro de 30 a 40 cm (Snook 2000, 2003).

El plan de manejo forestal para cada ejido busca asegurar rendimientos continuos de caoba de sus bosques mediante el control de la posibilidad anual y la distribución espacial, del aprovechamiento con base en un sistema policíclico.

### **El aprovechamiento de caoba en la actualidad**

**A corto y mediano plazo: el rendimiento sostenido de las existencias actuales**

El plan de manejo forestal para cada ejido busca asegurar rendimientos continuos de caoba de sus bosques mediante el control de la posibilidad anual y la distribución espacial del aprovechamiento con base en un sistema policíclico (en el cual los árboles son extraídos selectivamente de una masa boscosa más de una vez durante el curso de una rotación). El ciclo de corta es de 25 años y se establece un diámetro mínimo para cada grupo de especies (ver Chan -pag. 37- en este número). Sea cual fuese el tamaño del ejido o las existencias volumétricas de árboles de caoba de tamaño comercial (las cuales se calculan por medio de inventarios forestales), las cifras totales se dividen entre 25 para determinar qué área y cuánto volumen podrá intervenir anualmente. Cada año, todos los árboles de caoba con un diámetro igual o mayor que el mínimo se extraen en una de las 25 áreas de corta.

Las cortas en un área determinada se repiten con intervalos de 25 años.

Este sistema regula eficazmente la tasa de corta de los árboles comerciales existentes. En cada uno de los primeros 25 años del ciclo de corta, se tala 1/25 de las existencias de árboles de caoba con un diámetro igual o mayor que el establecido como mínimo. Esto suele representar aproximadamente un árbol por hectárea como máximo. Entre ellos están los viejos árboles de caoba gigantes que se habían dejado en pie durante cortas anteriores porque no satisfacían los requisitos de la fábrica de chapa (MIQRO) o de los mercados de exportación (Argüelles 1991; observación personal). Según las normas actuales, todos estos árboles serán talados durante el primer ciclo de corta; no obstante, algunos han sido cortados y abandonados en la selva debido a la calidad insatisfactoria de su madera (Argüelles 1991).

Al comenzar el segundo ciclo de corta, en el año 26, el área forestal volverá a ser intervenida a razón de una parcela al año. Se supone que los árboles de caoba aprovechados en este segundo paso de corta serán aquellos cuyo diámetro se encuentra actualmente entre 35 y 54 cm, la llamada 'reserva'. Durante los 25 años del primer ciclo se espera que estos hayan crecido hasta alcanzar diámetros comerciales. Para este segundo ciclo de corta ya no habrá más árboles de caoba gigantes, centenarios, por lo que en algunos lugares los volúmenes de corta anual serán considerablemente menores que los actuales. No obstante, la proporción de las diferentes clases de tamaño/edad de caoba en cualquier área está en función de la periodicidad y las características de las perturbaciones catastróficas en el pasado. En algunas zonas, el número de árboles de las clases de tamaño precomercial podría ser mayor que en las clases de tamaño comercial (Argüelles *et al.* 1998, Chan -pag. 37- en este número). En el tercer

ciclo de corta, que empezaría en el año 51, se aprovecharán los árboles que actualmente se encuentran en las clases diamétricas de 15 a 34 cm, el llamado 'replado establecido', que tendrá 50 años para crecer hasta alcanzar un tamaño comercial (Argüelles 1991, Chan, -pag. 37- en este número).

Si los inventarios de los árboles pertenecientes a las clases de tamaño comercial son correctos, este sistema selectivo de corta, con un diámetro límite establecido, asegurará rendimientos relativamente constantes de caoba y de otras maderas durante los 25 años del primer ciclo de corta (de los cuales quedan menos de cinco años para los primeros ejidos organizados bajo el PPF). Los rendimientos del segundo y del tercer ciclo de corta dependerán de la presencia y la abundancia de árboles de caoba que tengan hoy tamaños precomerciales (lo cual es función de perturbaciones históricas aleatorias) y de la tasa de crecimiento de esos árboles. Los inventarios de las clases diamétricas de tamaño precomercial indican la abundancia de estos árboles, lo cual permite planear las cortas futuras (ver Chan -pag. 37- en este número).

Es menos fácil determinar las tasas de crecimiento, pero se han establecido parcelas permanentes donde se están remidiendo los árboles para afinar el supuesto inicial de que la caoba incrementa su diámetro en 0,8 cm/año (Chan, -pag. 37- en este número). Sin embargo, tres estudios recientes que usaron métodos distintos indican que las tasas de crecimiento diamétrico promedio de los árboles de caoba son de alrededor de 0,4 cm al año (Juárez 1988, Whigham *et al.* 1999, Snook 2003 Argüelles *et al.* 1998); aproximadamente la mitad de lo que se necesitaría para que un árbol creciera durante el curso de los tres ciclos de corta (75 años) hasta alcanzar un diámetro cortable de 55 cm dap. Aunque algunos crecen con rapidez,

la mayoría crecen más lentamente de lo esperado (Snook 2003); esto significa que tanto los diámetros mínimos como los volúmenes totales de corta en el segundo y tercer ciclos podrían ser menores que los proyectados.

Las prácticas de aprovechamiento de caoba en Quintana Roo están definidas por parámetros ecológicos y económicos. Un factor ecológico principal es que la caoba se da en densidades muy bajas en masas forestales heterogéneas compuestas por docenas de otras especies. El contexto económico es que la caoba es, con mucho, la especie más valiosa, con una demanda de mercado ilimitada.

#### **A largo plazo: el rendimiento sostenido del arbolado de nueva incorporación**

La sostenibilidad a largo plazo del aprovechamiento de caoba, más allá de los tres primeros ciclos de corta que se basan en las existencias actuales, dependerá del establecimiento de la regeneración de caoba en cada área de corta después de cada intervención. La regeneración requiere semillas o plántulas y un medio ambiente ecológico favorable para su supervivencia y crecimiento. Las oportunidades de regeneración dependen de la ecología de la especie, de las características de las operaciones de extracción y del esta-

blecimiento y puesta en práctica de técnicas de manejo silvicultural.

Las prácticas de aprovechamiento de caoba en Quintana Roo están definidas por parámetros ecológicos y económicos. Un factor ecológico principal es que la caoba se da en densidades muy bajas en masas forestales heterogéneas compuestas por docenas de otras especies. El contexto económico es que la caoba es, con mucho, la especie más valiosa, con una demanda de mercado ilimitada. Pocas especies asociadas tienen valor comercial y, para aquellas que lo tienen, la demanda es escasa (ver Santos *et al.* -pag. 27, Nolasco *et al.* -pag. 19- en este número). Como consecuencia de estos factores combinados, la caoba se corta mientras que la mayoría de los árboles en sus alrededores quedan en pie. Aunque la caoba se regenera exitosamente en aperturas producidas por la destrucción de la mayor parte de los árboles de otras especies, la corta selectiva de caoba invierte estas condiciones. Este cambio impide la regeneración de la caoba de dos maneras: reduce la disponibilidad de semillas y perpetúa sombreadas condiciones desfavorables para el establecimiento y el crecimiento de las plántulas de caoba. Por lo tanto, es evidente que la regeneración natural no mantendrá a la especie en estas selvas; es necesario implementar prácticas de manejo para asegurar la regeneración.

#### **Manejo para asegurar la regeneración de la caoba**

Los esfuerzos para inducir la regeneración de la caoba en selvas naturales se iniciaron durante el decenio de 1920 en Belice (entonces Honduras Británica) (Lamb 1966, Weaver y Sabido 1997), pero no se integraron a escala operacional al manejo de las selvas hasta el inicio del Plan Piloto Forestal en Quintana Roo. Por lo tanto, las experiencias y observaciones de los forestales encargados desde hace 20 años del



manejo de estas selvas, así como los estudios sobre la ecología de la regeneración y la silvicultura de la caoba en esta región, representan el mayor conjunto de conocimientos sobre el manejo de la caoba en selvas tropicales. Este número de Recursos Naturales y Ambiente tiene como objetivo sistematizar y ofrecer a los lectores este bagaje de conocimientos para que se puedan aprovechar en otras regiones de la Selva Maya y en otras partes de Centro y Suramérica donde se encuentra la especie. La reciente inclusión de la caoba en el Apéndice II de la Convención Internacional para la Comercialización de Especies Silvestres Amenazadas de la Fauna y la Flora (CITES) requiere que los países productores de caoba establezcan y lleven a cabo sistemas de manejo capaces de sostener esta especie en las selvas de las cuales se aprovecha.

### Conclusiones: Más allá de la caoba

Mantener rendimientos futuros de caoba es un criterio importante pero incompleto para determinar la sostenibilidad de las prácticas forestales en las selvas de Quintana Roo. Por razones económicas y ecológicas, al establecer planes de manejo forestal deberían tomarse en cuenta muchas otras especies. Ahora que se están ampliando los mercados para otras especies maderables (ver Santos *et al.* –pag. 27-, Argüelles *et al.* –pag. 45-, Nolasco *et al.* pag. 19-, Chan, –pag. 37- en este número) hay que asegurar que también éstas se aprovechen de forma sostenible. Algunas especies animales también son importantes para la subsistencia de la población local. A medida que se vaya afinando el sistema de manejo forestal no debe olvidarse que los frutos de los árboles de chicozapote (*Manilkara zapota*) y ramón (*Brosimum alicastrum*) son importantes fuentes alimenticias para el

tepesquintle (*Cuniculus paca*) y las dos especies de venados que son las principales especies de caza en estas selvas (Jorgenson 1993).

Aparte de sus valores utilitarios, en un bosque tropical donde poco se sabe sobre polinización y dispersión, el mantenimiento de la diversidad de especies debe considerarse como una salvaguarda para el futuro de muchas especies.

Aparte de sus valores utilitarios, en un bosque tropical donde poco se sabe sobre polinización y dispersión, el mantenimiento de la diversidad de especies debe considerarse como una salvaguarda para el futuro de muchas especies. Se ignora, por ejemplo, qué especies polinizan las flores del árbol de caoba, y cuáles otras pueden requerir a su vez esas criaturas para sobrevivir. Hay que considerar tanto la presencia de alimentos como las necesidades de hábitat de la fauna. La silvicultura intensiva para la producción de madera de caoba no tiene por qué reducir la diversidad de otras especies de árboles, ya que las perturbaciones catastróficas ocasionales han sostenido durante siglos la mezcla de especies que persiste en la

actualidad. Sin embargo, si se cortan más especies, será necesario contar con nuevos conocimientos para asegurar que éstas se regeneren y no se agoten. Como parte del esfuerzo por mantener la diversidad biológica, también hay que conservar una mezcla de edades y tamaños de los árboles, incluidos algunos individuos viejos. Si se sigue el plan actual de corta basado en un diámetro mínimo establecido, al término del primer ciclo de corta la estructura edad/tamaño del bosque habrá sido alterada de manera permanente. Una vez que se hayan cortado todos los árboles de caoba enormes, viejos y podridos, se pierden las limitadas y valiosas cavidades donde anidan loros y tucanes, dispersores importantes de semillas y atractivo turístico de la selva en un estado cuya principal fuente de ingresos es el turismo. 🌿

### Reconocimiento

Este artículo se basa en el capítulo 5 “Aprovechamiento sostenido de caoba de las selvas de la península de Yucatán, México: pasado, presente y futuro” (p. 98-119) de Primack, R; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. Eds. 1999. Selva Maya: Conservación y Desarrollo. México, DF, Siglo XXI. Esta obra fue originalmente publicada en inglés: Primack, R; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. Eds. 1998. Timber, Tourists and Temples: Conservation and Development in the Maya Forest of Belize, Guatemala and Mexico. Washington, D.C., USA, Island Press. Agradecemos a ambas editoriales el permiso de volver a publicar este artículo.

### Literatura citada

- Argüelles S., LA. 1991. Plan de manejo forestal para el bosque tropical de la empresa ejidal Noh-Bec. Tesis Ing. For. Texcoco, MX, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Argüelles-S, LA; Sánchez, FR; Caballero-R, A; Ramírez, S. 1998. Programa de Manejo Forestal para el Bosque Tropical del Ejido Noh Bec. Quintana Roo, México.
- Argüelles, LA; Synnott, T; Gutiérrez, S; Del Angel, B. 2005. Regeneración y silvicultura de la caoba en la Selva Maya Mexicana, Ejido de Noh Bec. Revista Recursos Naturales y Ambiente no. 44:45-52
- Cámara-Cabrales, L; Snook, LK. 2005. Producción de semillas de caoba. Patrones de variación e implicaciones para la sostenibilidad. Revista Recursos Naturales y Ambiente no. 44:60-67
- Chan Rivas, CV. 2005. El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la SPFEQR, Quintana Roo, México. Revista Recursos Naturales y Ambiente no. 44:37-44

- Edwards, CR. 1986. The human impact on the forest in Quintana Roo, México. *Journal of Forest History* (julio): 120 - 127.
- Escobar, NA. 1981a. Geografía general del estado de Quintana Roo. Fondo de Fomento Editorial del Gobierno del Estado de Quintana Roo.
- Escobar, NA. 1981b. Geografía general del estado de Quintana Roo. Chetumal, MX, Fondo de Fomento Editorial del Gobierno del Estado de Quintana Roo.
- Flachsberg, H. 1993. Aspectos socioculturales, técnicos, económicos y financieros en el manejo del bosque tropical. Ponencia presentada en el 1 Congreso Forestal Centroamericano, III Congreso Forestal de Guatemala, Petén, Guatemala, 29 agosto - 4 setiembre 1993.
- Galletti, HA. 1994. Las actividades forestales y su desarrollo histórico; Estudio integral de la frontera México - Belice. Chetumal, MX, CIQRO. Tomo I, p. 109-171.
- Gates. 1937/1978. Introducción. In Landa, D. de. Yucatán before and after the conquest. Dover, New York. p. i-xv.
- Gerhardt, K. 1996. Germination and development of sown mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in secondary tropical dry forest habitats in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 12:275-289.
- Hammond, N. 1982. Ancient Maya civilization. New Brunswick, New Jersey, USA, Rutgers University Press.
- Jáuregui, E; Vidal, J; Cruz, F. 1980. Los ciclones y tormentas tropicales en Quintana Roo durante el período 1871-1978. Memorias del simposio 'Quintana Roo: problemática y perspectiva'. Cancún, MX, Instituto de Geografía, UNAM, Centro de Investigaciones de Quintana Roo.
- Jorgenson, JP. 1993. Gardens, wildlife densities and subsistence hunting by Maya Indians in Quintana Roo, Mexico. Tesis de doctorado. Gainesville, USA, University of Florida
- Juárez B, CJ. 1988. Análisis del incremento periódico de caoba (*Swietenia macrophylla* King) y cedro (*Cedrela odorata*) en un relicto de selva en el estado de Campeche. Tesis Ing. For., Texcoco, MX, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Konrad, HW. 1988. De la subsistencia forestal tropical a la producción para exportación: la industria chiclera y la transformación de la economía maya de Quintana Roo de 1890 a 1935. Memorias del 45 Congreso Internacional de Americanistas 'Etnohistoria e Historia de las Américas'. Bogotá, CO, Uniandes. p. 161-182.
- Lamb, FB. 1966. Mahogany of tropical America: Its ecology and management. Ann Arbor, University of Michigan Press.
- Landa, D. de. 1982. Relación de las cosas de Yucatán, México. Porroa.
- Lloyds' Committee of Registry. 1850. The mahogany tree. Liverpool, UK, Rockliff and Son.
- Lundell, CL. 1938. The 1938 botanical expedition to Yucatan and Quintana Roo, Mexico. *Carnegie Institute of Washington Yearbook* 37: 143-147.
- Medina R, B. 1948. La explotación forestal en el territorio de Quintana Roo. Ing. Agr., Texcoco, MX, Escuela Nacional de Agricultura.
- Medina R, B; Cuevas L, A; de los Santos V, M. 1968. Ajuste al proyecto de manejo forestal. Chetumal, MX, UIEF MIQRO.
- Mell, CD. 1917. True mahogany. USDA Forest Service Bulletin 427.
- Miranda, F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. En Beltrán, E. Comp. Los recursos naturales y su aprovechamiento en el sureste de México. México, INMNR. p. 213-272.
- Murphy, J. 1990. Indigenous Forest use and development in the "Maya Zone" of Quintana Roo, Mexico. Tesis de maestría. Ontario, CA, York University.
- Napier, IA. 1973. A brief history of the development of the hardwood industry in Belize. *Coedwigr* 26: 3643.
- Nolasco Morales, A; Carreón Mundo, M; Hernández Hernández, C; Ibarra, E; Snook, L. 2005. El manejo de la caoba en Quintana Roo, México. *Legislación, responsabilidades y apoyo gubernamental. Recursos Naturales y Ambiente* no. 44: 19-26.
- Parraguirre L, C. 1994. Germinación de las semillas de trece especies forestales comerciales de Quintana Roo. En Snook, LK; Barrera de Jorgenson, A. Eds. Madera, chicle, caza y milpa; contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México. PROAFAT, INIFAP, USAID, WWF-US. p. 67-80.
- Pennington, TD; Sarukhan, J. 1968. Árboles tropicales de México. México, INIF/FAO.
- Record, SJ. 1924. *Timbers of Tropical America*. New Haven, Yale University Press.
- Rey, O. 1983. La ruta del río Hondo. Chetumal, MX, Fondo de Fomento Editorial del Estado de Quintana Roo.
- Rodríguez Caballero, R. 1944. La explotación de los montes de caoba en el territorio de Quintana Roo. Tesis Ing. Agr. Texcoco, MX, Escuela Nacional de Agricultura.
- Rodríguez y Pacheco, AA; Barrio Chavira, JM. 1979. Desarrollo de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en diferentes tipos de suelos. *Ciencia Forestal* 4 (22): 45-64.
- Rodríguez S, B; Chavelas P, J; García Cuevas, X. 1994. Dispersión de semillas y establecimiento de caoba después de un tratamiento mecánico del sitio. En Snook, LK; Barrera de Jorgenson, A. Eds. Madera, chicle, caza y milpa; contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México. PROAFAT, INIFAP, USAID, WWF-US. p. 81-90.
- Santos Jiménez, V; Mas Kantún, P; López, C; Snook, LK. 2005. El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la Zona Maya, México. *Desarrollo histórico, condiciones y perspectivas. Recursos Naturales y Ambiente* no. 44:27-36.
- Snook, LK. 1993. Stand dynamics of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and associated species after fire and hurricane in the tropical forests of the Yucatán Peninsula, Mexico. Tesis de doctorado, Yale School of Forestry and Environmental Studies, New Haven, USA, University Microfilms International #9317535, Ann Arbor, Michigan.
- Snook, LK. 1996. Catastrophic disturbance, logging and the ecology of mahogany (*Swietenia macrophylla* King): Grounds for listing a major tropical timber species on CITES. *Botanical Journal of the Linnean Society* 122: 35-46.
- Snook, LK. 2000. Regeneración y crecimiento de la caoba en las selvas naturales de Quintana Roo. *Ciencia Forestal en México* 259(87): 59-76.
- Snook, LK. 2003. Natural regeneration, growth and sustainability of mahogany in Mexico's Yucatan forests. In Lugo, AE; Figueroa Colón, JC; Alayon, M. Eds. *Big-Leaf Mahogany Ecology, Genetics and Management*. Ecological Studies. New York, Springer-Verlag. Chapter 9, p. 169-192.
- Snook, LK; Iskandar, H; Chow, J; O' Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de caoba en aperturas post-extracción, a partir de semillas y plántulas. *Recursos Naturales y Ambiente* no. 44:76-83.
- Turner, BL. 1976. Population density in the Classic Maya lowlands: New evidence for old approaches. *Geographical Review* 66: 73-82.
- Verissimo, A; Barretto, P; Tarifa, R; Uhl, C. 1995. Extraction of a high-value natural resource in Amazonia: The case of mahogany. *Forest Ecology and Management* 72(1): 39-60.
- Villaseñor A, R. 1958. Los bosques y su explotación. En Beltrán, E. Comp. Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. México, IMRNR.
- Weaver, P; Sabido, O. 1997. Mahogany in Belize: A Historical Perspective. General Technical Report IITF-2, Asheville, NC, US. Department of Agriculture. Forest Service, Southern Research Station. 31p.
- Whigham, DF; Olmsted, L; Cano, EC; Harmon, ME. 1991. The impact of hurricane Gilbert on trees, litterfall and woody debris in a dry tropical forest in the northeastern Yucatan Peninsula. *Biotropica* 23:434-441.
- Whigham, DF; Lynch, JF; Dickinson, MB. 1999. Dinámica y ecología de los bosques naturales y manejados en Quintana Roo, México. In Primack, R; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. Eds. *Selva Maya: Conservación y Desarrollo*. México, DF, Siglo XXI Editores. p. 312-328.
- Wilson, EM. 1980. Physical geography of the Yucatan Peninsula. In Mosley, EH; Terry, ED. *Camps. Yucatán: A world apart*. University of Alabama Press.
- Wolffsohn, ALA. 1967. Post hurricane forest fires in British Honduras. *Commonwealth Forestry Review* 46: 233-238

# El manejo de la caoba en Quintana Roo, México

## Legislación, responsabilidades y apoyo gubernamental

**Alfredo Nolasco Morales**

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Quintana Roo, México  
Dirección actual: The Nature Conservancy, México, D.F., México  
anolasco@inc.org

**Marcelo Carreón Mundo**

Secretaría de Desarrollo Agropecuario Rural e Indígena  
Chetumal, México  
Desarrollo\_forestal@groo.gob.mx

**Carlos Hernández Hernández**

Comisión Nacional Forestal  
Actualmente en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México  
chernandezh@prodigy.net.mx

**Enrique Ibarra**

CIFOR, Bogor, Indonesia  
e.ibarra@cgiar.org

**Laura Snook**

CIFOR, Bogor, Indonesia  
Dirección actual: IPGRI, Via dei Tre Denari 472/a, 00057 Maccarese, Roma, Italia.  
l.snook@cgiar.org.



Los cambios institucionales en el sector forestal de Quintana Roo han sido frecuentes y, por ello, es difícil evaluar el éxito (o la falta de éxito) de los más recientes cambios en el desarrollo forestal sustentable.

## Resumen

Las selvas de Quintana Roo han sido la fuente de múltiples recursos forestales desde décadas. A partir de 1984, los ejidos que son dueños de casi la mitad de la superficie del estado, han tenido el derecho de aprovechar los recursos maderables de sus selvas. Instituciones y programas del gobierno, tanto federal como estatal, han apoyado de varias formas el desarrollo forestal comunitario en la zona. Como resultado, en el 2003 más de 160 ejidos y propietarios manejaban casi 750.000 ha de áreas forestales permanentes para el aprovechamiento de una variedad de productos maderables y no maderables cuyo valor en ese año era de aproximadamente US\$11,7 millones. De estos ejidos, 36 producen un total de 8000 m<sup>3</sup>/año de caoba (*Swietenia macrophylla* King) con un valor de US\$3 millones en el mercado doméstico. Este artículo analiza los cambios en los marcos legales e institucionales a través del tiempo, los avances logrados y los retos por enfrentar todavía.

**Palabras claves:** Manejo forestal; forestería social; productos forestales no maderables; desarrollo forestal; legislación; caoba; *Swietenia macrophylla*; ejidos; México.

## Summary

**The management of mahogany in Quintana Roo, Mexico. Legislation, responsibilities and government support.** The tropical forests of Quintana Roo have been the source of multiple resources for decades. Beginning in 1984, the 'ejidos' that control almost half of the area of the state have had the right to sell the timber resources from their communally-owned forests. Government institutions and programs have supported community forestry development in various ways. As a result, in 2003, more than 160 ejidos and property owners manage almost 750,000 ha of permanent production forests, from which they harvest a variety of timber and non-timber forest products worth US\$11.7 million in 2003. Of those ejidos, 36 produce a total of 8,000 m<sup>3</sup>/year of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) with a value in 2003 of US\$3 million in the domestic market. This article describes the legal and institutional changes over time, the advances achieved, and the challenges still facing in community forestry in the region.

**Keywords:** Forest management; social forestry; non timber forest products; forestry development; legislation; mahogany; *Swietenia macrophylla*; ejidos; México.

### Antecedentes forestales de Quintana Roo

Aproximadamente 74% del estado de Quintana Roo, México está cubierto por selvas (Jhones *et al.* 2000) y 46% de sus tierras están bajo tenencia ejidal (INEGI 1991). Gran parte de la historia de desarrollo del estado se fundamenta en los recursos naturales de estas selvas y en las formas de organización de su aprovechamiento. Estas formas de organización han cambiado a través del tiempo, en respuesta a cambios en los marcos políticos y legales de tenencia de la tierra y de los derechos de acceso y uso de los recursos forestales. La caoba (*Swietenia macrophylla* King) de las selvas de Quintana Roo se

ha aprovechado desde épocas coloniales (Lamb 1966, Snook 1999). El estado mexicano obtuvo el control de la zona recién en 1901. Al principio, su participación se limitó a ceder a empresas extranjeras concesiones para la extracción de los recursos forestales de las entonces tierras nacionales. Concesionarios ingleses y estadounidenses controlaron el aprovechamiento de caoba en Quintana Roo hasta mediados del siglo XX. Después de la Revolución Mexicana, a través del proceso de Reforma Agraria que se inició en los años 30, el gobierno empezó a otorgar tierras bajo tenencia comunitaria (ejidos) en estas selvas (Snook 1999). Los primeros ejidos fueron otorgados a grupos de 'chicleros',

colectores del látex del árbol de chicozapote (*Manilkara zapota*) usado para producir goma de mascar. Se calculaba que cada chiclero necesitaría 420 ha de selva para obtener suficiente chicle para subsistir; en consecuencia, los ejidos establecidos durante esta época fueron dotados con grandes superficies: 25.000 ha en promedio (Galletti 1999).

Después de 1947, las actividades de las compañías madereras extranjeras en la zona fueron suspendidas y en 1954/1957 se otorgó el derecho exclusivo de aprovechar la caoba de 550.000 ha del centro y sur del estado (incluyendo seis ejidos) a la compañía mexicana Maderas Industrializadas de Quintana Roo (MIQRO), por medio de una con-

cesión de 25 años plazo. Durante la época de MIQRO, se construyeron caminos, se llevaron a cabo los primeros inventarios forestales y se establecieron planes de aprovechamiento (Snook 1999). Además, se siguieron formando ejidos -31 de ellos dentro de la zona concesionada a MIQRO - aunque la mayoría fueron dotados con superficies de solamente 50 ha/ejidatario (Merino 2003, Argüelles *et al.* 2003). Los ejidos dentro de la zona concesionada recibían un pago por metro cúbico aprovechado (el llamado ‘derecho de monte’), que era depositado por la MIQRO a una cuenta de la Secretaría de Reforma Agraria para inversiones en proyectos de beneficio social (Snook 1999, Merino 2003, Argüelles *et al.* 2003).

### **Inicio de las actividades forestales comunales en Quintana Roo**

Durante la época de la concesión a MIQRO, muchos de los ejidatarios participaron en las actividades de aprovechamiento forestal. En los años 70, un programa federal, el Fondo Nacional de Fomento Ejidal (FONAFE), inició actividades de fomento a la producción de durmientes para ferrocarril con especies de maderas duras de la selva (Merino 2003). En 1982, al finalizar la concesión a la MIQRO y ante el descontento social por las prácticas de la compañía, los pocos beneficios para los productores y el descreme del recurso por la extracción selectiva de maderas preciosas, el Gobierno del Estado de Quintana Roo (Lic. Pedro Joaquín Coldwell, Gobernador) decidió implementar una nueva política forestal que correspondiera a la política forestal nacional de “socio-producción forestal” promovida por el Ing. León Jorge Castaño Martínez, entonces Subsecretario Forestal en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Esta política procuraba una mayor par-

ticipación de los campesinos en el aprovechamiento de los bosques para aumentar sus ingresos y frenar el deterioro del recurso forestal. En 1984, con el apoyo del convenio México-Alemania, se estableció en Quintana Roo el “Plan Piloto Forestal”, que integraba a diez de los ejidos más grandes ubicados en la zona de la anterior concesión a MIQRO. Con el apoyo del C. Deocundo Acopa Lezama (Q.P.D), como promotor, los ejidos conformaron la Sociedad de Productores Forestales Ejidales de Quintana Roo, S.C. (SPFEQRO), con sede en la ciudad de Chetumal. Entre 1984 y 1986, la SARH y el Gobierno del Estado crearon la Coordinación Forestal de la Zona Maya, con la participación de un grupo de técnicos jóvenes comprometidos con las selvas y los campesinos, quienes conformaron en 1986 la Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya (OEPFZM), con sede en Felipe Carrillo Puerto, en el centro del estado (Santos *et al.* 1998).

La ley forestal de 1986 reconocía los derechos de organizaciones de dueños de bosques para aprovechar sus recursos maderables. Los forestales y técnicos que servían como Directores Técnicos de los ejidos forestales enfocaron sus esfuerzos en la organización para la producción, definición de áreas de producción forestal permanente (donde no se permitía agricultura ni pastoreo) y ejecución de inventarios de esas áreas para desarrollar los planes de manejo y obtener los permisos de aprovechamiento forestal (Santos *et al.* 1998, Flachsenberg y Galletti 1999). Las Direcciones Técnicas también ayudaron a los ejidos a obtener fondos comunales de la Secretaría de Reforma Agraria (SRA) y del gobierno del estado, e invertirlos en reparar y obtener maquinaria para la extracción y la transformación de la madera (Argüelles *et al.* 2003). Al inicio, los ejidos seguían vendiendo su madera a MIQRO,

pero por un precio mayor al que había fijado la empresa durante la época de la concesión. Luego de unos años MIQRO cerró, pero los ejidos encontraron otros mercados para sus maderas o establecieron aserraderos ejidales (Galletti 1999). Desde entonces, con apoyo del “Plan Forestal Estatal”, el Programa Forestal del Estado, el Gobierno del Estado de Quintana Roo, la SARH, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Comisión Nacional Forestal ha aumentado el número de ejidos organizados para la actividad forestal comunal. En el 2003, más de 150 ejidos con áreas forestales permanentes que suman casi 750.000 hectáreas y una población de 14.000 familias, estaban organizados para la producción forestal en Quintana Roo (Cuadro 1; Fig. 1).

### **Cambios en el marco institucional para la actividad forestal en Quintana Roo**

El marco institucional para la actividad forestal en Quintana Roo ha cambiado a través de los años; así, se han dado modificaciones en las instituciones gubernamentales responsables de la actividad forestal a nivel federal y estatal y en la ley forestal. A través de la extinta SARH y con base en la ley forestal de 1986, el gobierno federal administraba las autorizaciones de aprovechamiento, la prestación de servicios técnicos forestales, la vigilancia forestal y la autorización de documentación de transporte. Para que los productores pudieran obtener sus permisos de aprovechamiento, los Directores Técnicos forestales tenían que entregar a la Delegación de la SARH un programa de manejo llamado ‘Estudio de Manejo Integral Forestal’ (EMIF). Durante esa época, los Directores Técnicos que daban los servicios de apoyo a las organizaciones forestales comunales eran empleados de la SARH, pagados por el gobierno federal.

**Cuadro 1.**  
Organizaciones forestales en Quintana Roo en el 2003

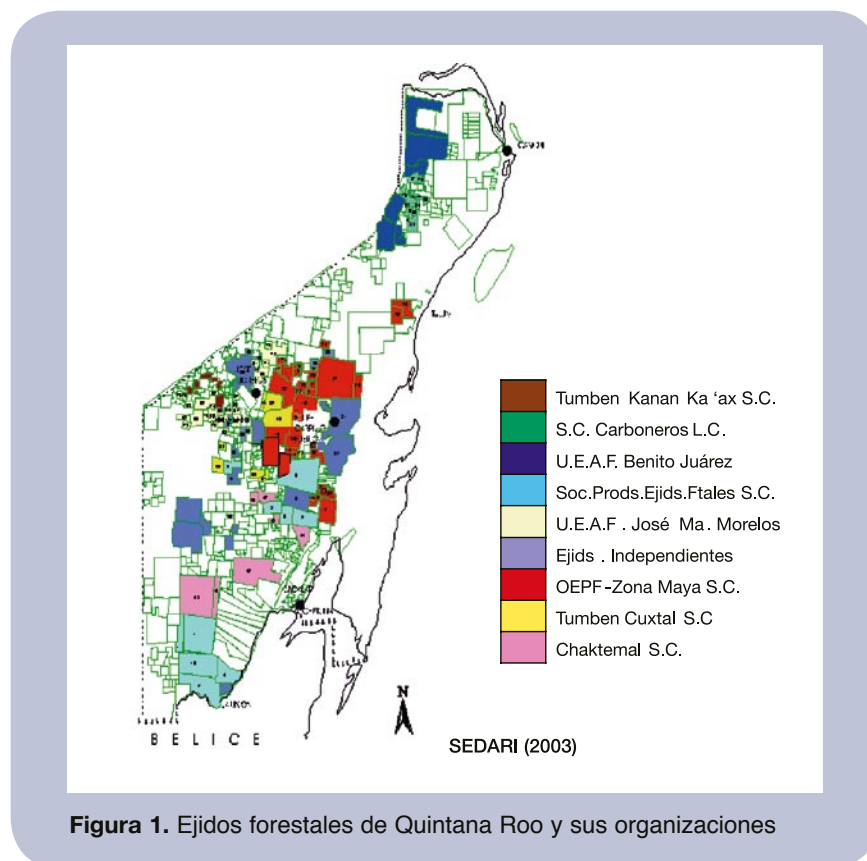
Organización	Número de ejidos	Área ejidal (ha)	Ejidatarios	Área forestal permanente (ha)	Área de corta anual (ha)	Vol. autorizado (m <sup>3</sup> ) por grupo 2003			
						Preciosas	Blandas	Duras	Palizada
SPEF Q.Roo, S.C.	9	262.708	1914	138.580	5543	3670	9948	19.568	8659
OEPEF Zona Maya, S.C.	25	336.505	3567	214.150	8566	1051	4563	25.399	2845
SPIF Q. Roo Tumben Cuxtal	8	81.466	676	30.311	1212	65	2015	4867	820
OEF Chaktamal S.C.	6	174.225	1041	83.250	3330	495	580	1215	719
SCFPCZN Q. Roo S.C.	25	74.516	501	15.000	600	0*	99	536	45.435
OEPAF Tumben Kanan ka'ax	15	94.112	1108	40.100	1604	0*	1489	2959	916
UEFA José María Morelos	12	64.003	1361	29.500	1180	0*	0*	0*	0*
UEFA Benito Juárez	4	124.880	1094	55.800	2232	488	3562	11.508	10.174
OEF Yum k'aax S.C.	4	10.848	137	3200	128	0*	0*	0*	0*
Ejidos independientes	19	315.115	2491	121.700	4868	2510	9200	30.116	6498
Predios particulares	40	6924	283	5690	228	130	1430	4071	90
<b>TOTAL</b>	<b>167</b>	<b>1.545.300</b>	<b>14.173</b>	<b>737.281</b>	<b>29.491</b>	<b>8409</b>	<b>32.886</b>	<b>100.239</b>	<b>76.156</b>

Fuente: SEDARI 2003

\* Los ceros indican que aun no se han completado los pasos necesarios para obtener las autorizaciones de aprovechamiento

En 1992, como parte de una reforma neoliberal a la economía mexicana, una nueva Ley Forestal desreguló la actividad forestal del país: los Servicios Técnicos Forestales se privatizaron y el transporte de la madera en rollo dejó de requerir documentación. A partir de ese año, los Directores Técnicos ya no fueron empleados del gobierno, sino de los dueños de los bosques (Santos *et al.* 1998, Argüelles *et al.* 2003). La eliminación del requisito de contar con documentación oficial para transportar la madera provocó un fuerte incremento en los aprovechamientos clandestinos que competían con los aprovechamientos autorizados, cuyos titulares debían pagar el costo de la asistencia técnica y el costo de la formulación de los programas de manejo forestal. Esto causó una crisis en el modelo colectivo forestal (Argüelles *et al.* 2003).

En 1994, el Gobierno Federal impulsó una reestructuración institucional. La nueva Secretaría



**Figura 1.** Ejidos forestales de Quintana Roo y sus organizaciones

de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) integraba políticas públicas de bienes ambientales y recursos naturales para compatibilizar el desarrollo económico y social con los asuntos ambientales y la conservación de los recursos naturales renovables (SEMARNAP 1998). La estrategia forestal de la M.C. Julia Carabia Lillo, Secretaria de la SEMARNAP, tomó mucho en cuenta la experiencia de Quintana Roo en materia de manejo y aprovechamiento forestal comunitario. La Subsecretaría de Recursos Naturales y, a nivel de los estados, las Subdelegaciones de Recursos Naturales tenían la responsabilidad de evaluar los programas de manejo forestal desarrollados por las Direcciones Técnicas y preparar las autorizaciones de los mismos. Entre sus responsabilidades estaban también las autorizaciones de cambio de uso de terrenos forestales y el Programa Nacional de Reforestación (PRONARE), que se enfocaba en el establecimiento de árboles en terrenos sin cobertura forestal.

En 1997, en respuesta al 'caos' generado por la desregulación forestal (Argüelles *et al.* 2003), se reformó la Ley Forestal de 1992; así, se reestableció un sistema de regulación del transporte de madera por medio de documentación forestal expedida a nombre de los titulares de los permisos de aprovechamiento forestal. Además, se establecieron dos nuevos programas gubernamentales de apoyo al sector forestal: el Programa para el Desarrollo Forestal (PRODEFOR) para apoyar al manejo de bosques naturales y el programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN). Estos fueron los primeros apoyos del gobierno federal al financiamiento de proyectos productivos forestales. La reformulación de la ley también otorgó mayores facultades a los Consejos Técnicos Consultivos Forestales, nacionales y regionales (SEMARNAP 1998). Estos grupos reúnen a representantes

de las entidades del gobierno federal y estatal, de las Direcciones Técnicas forestales, dueños de monte, representantes de las ONG, de instituciones académicas y de los empresarios forestales, para facilitar el desarrollo de un consenso sobre política forestal, establecer prioridades y coordinar acciones, proyectos y recursos financieros para el desarrollo del sector forestal.

En el 2002, la caoba fue incluida en el Apéndice II del CITES. Esto ha hecho que los productores y técnicos deban definir formas sostenibles de manejo para la especie y que se exijan permisos adicionales para la exportación.

En el presente sexenio (2001-2006), al transferir sus responsabilidades en materia de pesca, la SEMARNAP se transformó en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la cual tiene a su cargo dos órganos desconcentrados relacionados con el aprovechamiento forestal: la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), responsable de la inspección y vigilancia para la aplicación de la normativa forestal, y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), creada en el 2001. La CONAFOR tiene como objetivo desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y de restauración forestal, así como participar en la formulación de los planes y programas forestales y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable del país (DOF 2001). La SEMARNAT transfirió a la CONAFOR el Programa Nacional

de Reforestación (PRONARE), el Programa para el Desarrollo Forestal (PRODEFOR), el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN) y el Programa de Protección contra Incendios Forestales. El Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales en México (PROCYMAF) también es responsabilidad de la CONAFOR. La SEMARNAT mantuvo la función de evaluación y autorización de los programas de manejo forestal.

En el año 2000, el Gobierno del Estado de Quintana Roo, por su parte, creó la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural e Indígena (SEDARI), la cual incluye a la Coordinación de Desarrollo Forestal. La SEDARI tiene un acuerdo de coordinación en materia forestal con la CONAFOR, a través del cual se establecen las aportaciones de los gobiernos estatal y federal y las acciones a desarrollar en cada uno de los programas forestales establecidos.

En el 2002, la caoba fue incluida en el Apéndice II del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna Silvestres). Esto ha hecho que los productores deban definir formas sostenibles de manejo para la especie y que se exijan permisos adicionales para la exportación. La autoridad administrativa de CITES en México es la Dirección General de Vida Silvestre en la SEMARNAT y la autoridad científica es la Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO). Los trámites del certificado CITES para la exportación de caoba se tienen que efectuar en la lejana ciudad de México, lo que eleva los costos de transacción a los ejidos en Quintana Roo. Este pudiera ser un desincentivo para exportar madera de caoba, aunque varios ejidos tienen la certificación del FSC (Forest Stewardship Council) y los precios en el mercado inter-

**Cuadro 2.**

Aportes estatales y federales a los programas forestales de Quintana Roo en el 2003 (US\$ corrientes)

	Aporte del Gobierno Federal	Aporte del Gobierno del Estado	Total CONAFOR Quintana Roo
PRODEFOR	381.481	186.933	568.414
PRONARE	682.035	371.553	1.053.588
PRODEPLAN	962.910	0	962.910
TOTAL	2.026.426	558.487	2.584.912

Fuente: SEDARI (2003)

nacional son varias veces mayores que los precios domésticos. México es un país importador de caoba. De 1997 a 2003 se importaron a Quintana Roo 13.222 m<sup>3</sup> rollo de caoba procedentes de Guatemala y Belice (este último es fuente de casi el 95% del volumen importado). En el mismo período se exportaron 124 m<sup>3</sup> rollo de caoba y 17.409 m<sup>2</sup> de chapa. El estado de Quintana Roo produce alrededor de 8000 m<sup>3</sup> de caoba anualmente (Cuadro 1).

En mayo del 2003, se publicó la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la cual otorga a la CONAFOR responsabilidades en la formulación del programa forestal de largo plazo, el impulso a los mecanismos de compensación por servicios ambientales, la promoción del desarrollo forestal sustentable, la ejecución y promoción de programas productivos, de restauración, de conservación y de aprovechamiento sustentable de ecosistemas y suelos forestales y la descentralización de funciones hacia los gobiernos de los estados y municipios. Se establece el Fondo Forestal Mexicano como el instrumento para promover la conservación, incremento, aprovechamiento sustentable y restauración de los recursos forestales (SEMARNAT 2003). La Delegación Federal de la SEMARNAT en Quintana Roo se ha transformado en una institución normativa con responsabilidad para autorizar aprovechamientos forestales maderables y

no maderables y cambios de uso del suelo, acreditar la procedencia legal de materias primas forestales y trabajar con la CONAFOR y la SEDARI en el impulso de la política forestal de la entidad.

Los apoyos que reciben los distintos programas forestales (Cuadro 2) demuestran que el programa de apoyo al manejo de bosques naturales (PRODEFOR) recibe menos de un tercio de los fondos que se asignan al programa para la reforestación de áreas fuera de las áreas forestales permanentes (PRONARE) y aproximadamente la mitad de la cantidad invertida en estimular el establecimiento de plantaciones forestales comerciales (PRODEPLAN), a pesar de la amplia cobertura forestal del estado y su alta producción autorizada de madera (Cuadro 1). Actualmente, PRODEFOR apoya proyectos forestales para el desarrollo industrial, el ecoturismo, la certificación forestal, el ordenamiento ecológico territorial comunitario, programas de manejo forestal, talleres de capacitación, estudios técnicos justificativos, caminos forestales y equipamiento al silvicultor, que incluye la adquisición de equipo menor (motosierras, GPS, ganchos troceros) y herramientas manuales que facilitan las labores de corte, troceo y arrime de los productos maderables y la recolección de los productos no maderables. La inversión total en PRODEFOR entre 1997 y el 2002 ascendió a más de 8 millones de pesos

mexicanos (cerca de US\$725.000) y ha beneficiado a más de 13.000 productores.

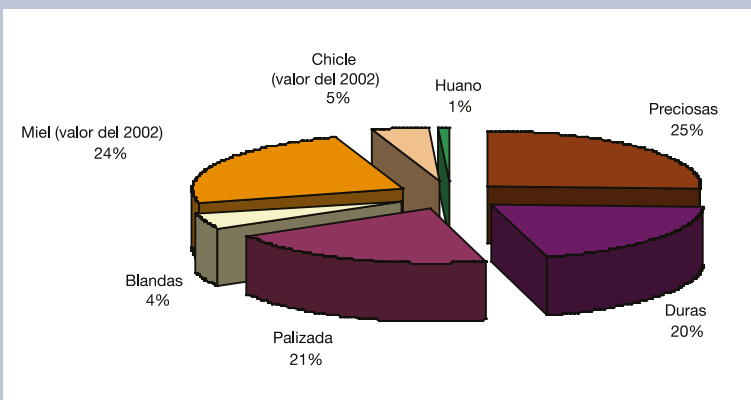
**La economía forestal de Quintana Roo**

Quintana Roo tiene una base de recursos forestales diversificada, con un valor en el 2003 de aproximadamente US\$11,7 millones (Fig. 2). Los ejidatarios venden productos maderables incluyendo trozas para la industria, durmientes y palizada (postes para la construcción de edificios rústicos en las zonas turísticas) de maderas duras, hojas de palma para techar esos edificios y productos no maderables, de los cuales los más importantes son el chicle y la miel. La producción de chicle ha fluctuado mucho durante los últimos 20 años, de 0 a 395.000 kg en los años 96-98, lo que refleja condiciones del mercado internacional y aspectos de la organización de la producción y la comercialización. La producción en el 2002 fue de 119.000 kg (Fig 2).

Es notable que los mayores volúmenes autorizados de corta corresponden a maderas duras y blandas (Cuadro 1), pero las maderas preciosas representan la proporción más grande del valor. Esto refleja, por un lado, el mayor valor por metro cúbico de las maderas preciosas y, por otro lado, la falta de demanda y de capacidad de transformación de las especies de maderas duras y blandas. Las mayores organizaciones forestales del estado (SEPFQR y OEPFZM) reportaron que solamente el 17% del volumen autorizado de maderas blandas y el 28% del volumen de maderas duras, en promedio, fue aprovechado en 2003<sup>1</sup>. Solamente las maderas preciosas encuentran una demanda efectiva del volumen autorizado, cuyo valor ascendió en el 2003 a aproximadamente US\$ 3 millones. Sin embargo, dos categorías de aprovechamiento de maderas duras, la palizada (tamaños pequeños) y la madera de mayor tamaño, contribuyeron con aproxima-

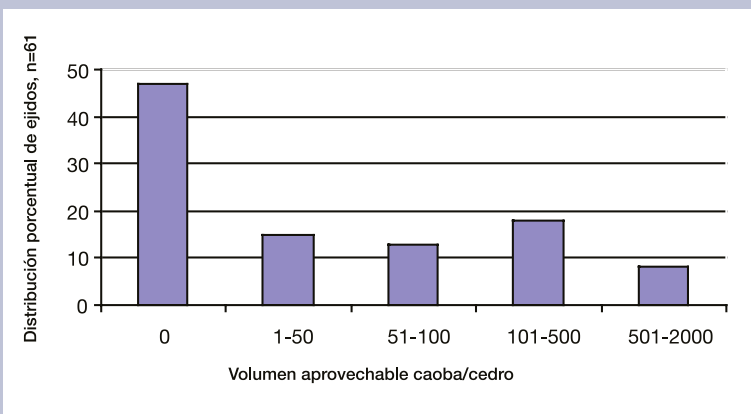
<sup>1</sup> C. Chan, Director Técnico, SPEFQR y V. Santos, Director Técnico, OEPFZM. 2003. Comunicación personal.





**Figura 2.** Valor bruto de productos forestales maderables y no maderables comercializados en el 2003 en el estado de Quintana Roo; valor total aproximado US\$11,7 millones

Fuentes: SEDARI, OEPFZM, SEPFQR, Unión de Productores de Chicle Natural (Ing. Manuel Aldrete), Instituto de la Miel (Ing. Mario Ayala).



**Figura 3.** Porcentaje de ejidos productores forestales según volúmenes autorizados de corta anual de caoba

damente el 46% del ingreso bruto forestal al estado en el 2003, mientras que las maderas preciosas contribuyeron con el 25%. Treinta y seis ejidos cuentan actualmente con permisos para aprovechar alrededor de 8000 m<sup>3</sup> de caoba/año; menos del 10% de estos ejidos producen más de 500 m<sup>3</sup> de caoba/año (Fig. 3).

### Reglamentos y lineamientos para el manejo forestal de la caoba en Quintana Roo

Excepto el permiso CITES para la exportación, actualmente no existen

lineamientos específicos que regulen la explotación de la caoba, sino lineamientos generales para la formulación de programas de manejo en selvas tropicales, establecidos en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. De hecho, la forma de manejar el bosque y la caoba depende principalmente del criterio técnico del ingeniero forestal y de la forma cómo presente el caso ante SEMARNAT que aprueba los programas de manejo y las cortas

correspondientes (ver Argüelles *et al.* –pag. 45- en este mismo número). Sin embargo, la inclusión de la caoba en CITES demuestra la necesidad de crear tales lineamientos a partir de los conocimientos científicos sobre la ecología de la especie.

### Retos para el manejo sostenible de la caoba en Quintana Roo

Los cambios institucionales en el sector forestal de Quintana Roo han sido frecuentes y, por ello, es difícil evaluar el éxito (o la falta de éxito) de los más recientes cambios en el desarrollo forestal sustentable. La coordinación institucional está aún en proceso de consolidación y en algunas situaciones es difícil obtener consensos y lograr políticas coherentes. Una amenaza grave al manejo forestal en la zona es la falta de apoyo para asegurar que las Direcciones Técnicas puedan seguir dando los servicios necesarios a las organizaciones de productores forestales. Otros aspectos problemáticos tienen que ver con políticas y actividades que no son propiamente forestales, pero que inciden directamente en la actividad forestal, como el desarrollo urbano, agrícola, ganadero y turístico. El apoyo gubernamental para el sector forestal representa solamente el 1% del apoyo a las actividades agropecuarias (SEDARI), las cuales impulsan la conversión de áreas forestales.

En el futuro, se requiere atender las siguientes acciones para impulsar el desarrollo forestal sostenible en Quintana Roo:

- Consolidar el Consejo Técnico Consultivo Forestal del estado de Quintana Roo, convirtiéndolo en un grupo colegiado proactivo.
- Establecer una política forestal de largo plazo, apegada a los resultados del análisis previo del “cluster” forestal del estado.
- Fortalecer el liderazgo técnico y político del Gobierno del Estado en materia forestal, de acuerdo

con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y la política de descentralización del Gobierno Federal; promover la coordinación institucional hacia objetivos comunes y concurrentes.

- Formular la Ley Forestal del Estado de Quintana Roo con el fin de empatar las competencias forestales en los ámbitos estatal y federal, para que se promuevan soluciones a los problemas locales.
- Evaluar la operación de los instrumentos de financiamiento a la actividad forestal para proponer modificaciones a las reglas de operación de los diferentes programas forestales que limitan la asertividad en el manejo forestal tropical, particularmente en lo que se refiere al apoyo de los sistemas de regeneración de la caoba en predios con manejo forestal.
- Desarrollar criterios e indicadores de sustentabilidad en el manejo de bosques tropicales que permitan adecuar las prácticas de manejo forestal actuales y futuras.
- Aumentar la superficie forestal certificada en el estado.
- Alcanzar el buen funcionamiento del Fondo Forestal de Quintana Roo.
- Definir las cuencas agroecológicas para el pago de servicios ambientales (agua, suelo, oxígeno, belleza escénica, etc.).
- Regionalizar los servicios técnicos forestales para hacerlos más eficientes. Esto implica organizar los servicios por predio y a nivel de un conjunto de predios, establecer viveros regionales, poner en funcionamiento programas de manejo del fuego y canalización de financiamientos a predios prioritarios.
- Seguir impulsando la vigilancia forestal participativa comunitaria y de la sociedad civil.
- Privilegiar el diálogo con las organizaciones forestales del estado, las cuales tienen un nivel de avance considerable en el manejo, aprovechamiento e industrialización de

la selva, con el fin de establecer proyectos productivos alternativos, impulsar el aprovechamiento integral de los recursos naturales y mejorar los esquemas empresariales comunitarios con la creación de asociaciones agrícolas rurales.

- Impulsar el apoyo comunitario a las direcciones técnicas forestales y comités directivos de las organizaciones forestales para fortalecer toda la cadena productiva del sector, ya que los técnicos y líderes de las organizaciones juegan el principal papel de desarrollo.
- Mejorar la cadena productiva de la industria forestal establecida, incluyendo secado de madera, maquinaria para la extracción y transporte forestal.
- Fabricar artesanías de productos maderables y no maderables de alta competitividad en el mercado.

- Impulsar el programa de vida silvestre (flora y fauna).
- Impulsar el turismo alternativo rural.
- Impulsar la producción de germoplasma forestal certificado para tener plántulas de alta calidad en las futuras reforestaciones.
- Mejorar los programas de reforestación, plantaciones comerciales y agroforestales con caoba, cedro y especies nativas de doble o triple propósito (madera, frutos y otros valores).
- Manejar *acahuales* (vegetación secundaria que crece después del cultivo de una milpa) para la regeneración de caoba.
- Implementar el programa de manejo de la sucesión ecológica dirigida, como herramienta de diversificación agropecuaria y conservación de las selvas. 🌿

### Literatura citada

- Argüelles, LA; Contreras A, R; Reyes F, J. 2003. Evolución organizacional de los ejidos forestales de Quintana Roo y su relación con las políticas públicas. *In* Armijo, N; Llorens, C. eds. *Uso, conservación y cambios en los bosques de Quintana Roo*. México, UQROO/CONACYT. p. 43-55.
- Argüelles, LA; Synnott, T; Gutiérrez, S; Del Angel, B. 2005. Regeneración y silvicultura de la caoba en la Selva Maya mexicana. *Ejido de Noh Bec. Recursos Naturales y Ambiente* no.44:45-52.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2001. Decreto por el que se crea la Comisión Nacional Forestal. *Diario Oficial de la Federación*. México, D.F. 5 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1991. *Atlas ejidal del estado de Quintana Roo*. Encuesta Nacional Agropecuaria Ejidal, 1988. Aguascalientes, México. 101 p.
- Jhones, CC; Gama, L; Giddings, L; Rico-Gray, V; Velásquez, A. 2000. Caracterización de los paisajes terrestres actuales de la península de Yucatán. *Investigaciones Geográficas* 42:28-39.
- Flachsberg, H; Galletti, H. 1999. El manejo forestal de la selva en Quintana Roo, México. *In* Primack, R; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. eds. *La Selva Maya: conservación y desarrollo*. México, DF, Siglo XXI. p. 74-97.
- Galletti, H. 1999. La Selva Maya en Quintana Roo 1983-1996: Trece años de conservación y desarrollo comunal. *In* Primack, R; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. eds. *La Selva Maya: conservación y desarrollo*. México, DF, Siglo XXI. p. 53-73.
- Lamb, FB. 1966. *Mahogany of Tropical America: its ecology and management*. Ann Arbor, University of Michigan Press.
- Merino P, L. 2003. Las políticas forestales y de conservación en México y en Quintana Roo. *In* Armijo, N; Llorens, C. eds. *Uso, conservación y cambios en los bosques de Quintana Roo*. México, UQROO/CONACYT. p. 15-42.
- Santos J, V; Carreón, M; Nelson, KC. 1998. La organización de ejidos productores forestales de la Zona Maya: un proceso de investigación participativa. *Red de Gestión de Recursos Naturales/ Fundación Rockefeller*. 129 p. (Serie Estudios de Caso sobre Participación Campesina en Generación, Validación y Transferencia de Tecnologías).
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario Rural e Indígena (SEDARI). 2003. Chetumal, México.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1998. *Ley Forestal y su Reglamento*. México, D.F. 170 p.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 2003. *Informe de labores 2003*. México, D.F. 168 p.
- Snook, LK. 1999. Aprovechamiento sostenido de caoba de las selvas de la península de Yucatán, México: pasado, presente y futuro. *In* Primack, R; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. eds. *La Selva Maya: conservación y desarrollo*. México, DF, Siglo XXI. p. 98- 119.

# El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la Zona Maya, México

## Desarrollo histórico, condiciones actuales y perspectivas<sup>1</sup>

**Victoria Santos Jiménez**

*Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya S.C., Felipe Carrillo Puerto Quintana Roo, México  
tiosuco@hotmail.com*

**Pedro Mas Kantún**

*Sociedad de Pueblos Indígenas Forestales de Quintana Roo "Tumben Cuxtal" S.C., Chunhuhub Quintana Roo, México  
masca\_13@hotmail.com*

**Citlalli López**

*CIFOR, Bogor, Indonesia  
ci.lopez@cgiar.org*

**Laura K. Snook**

*CIFOR, Bogor, Indonesia  
Dirección actual: IPGRI, Via dei Tre Denari 472/a,  
00057 Maccarese, Roma, Italia.  
l.snook@cgiar.org.*



En comparación con los ejidos del sur, la mayoría de los ejidos de la zona maya cuentan con poblaciones reducidas de especies preciosas de tamaños comerciales.

En consecuencia, la diversificación de actividades ha sido una base importante para la subsistencia y economía de las familias mayas.

<sup>1</sup> Esta publicación representa los puntos de vista de los autores y no necesariamente los del CIFOR.

## Resumen

La Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya, S.C. (OEPFZM) fue creada en 1986 y está integrada por 24 ejidos que abarcan un área forestal permanente de 215.000 ha. La Sociedad Civil Tumben Cuxtal se estableció en 1990 y está integrada por siete ejidos con una área forestal permanente de 57.000 ha. Entre las dos sociedades, solamente diez ejidos tienen volúmenes aprovechables de maderas preciosas (caoba, *Swietenia macrophylla* y cedro, *Cedrela odorata*). Estas dos especies tienen mayor mercado y valor que las demás especies maderables. Los ejidos obtienen ingresos con la venta de una variedad de productos forestales adicionales: látex del chicle (*Manilkara zapota*), durmientes para ferrocarril, árboles menores (palizada) y hojas de palma para construcciones rústicas. En conjunto, el valor comercial de los recursos forestales extraídos cada año de los bosques de la OEPFZM durante los últimos tres años se calcula en casi 22 millones de pesos (US\$2,0 millones), de los cuales 55% provienen de la venta de maderas duras y 18% de maderas preciosas. Las direcciones técnicas forestales han ayudado a los ejidos a llevar a cabo inventarios y desarrollar planes de manejo de sus bosques, además de apoyarles en la comercialización de sus productos. Además, han facilitado el trabajo de investigadores que han realizado estudios sobre tratamientos silviculturales para asegurar la sostenibilidad del aprovechamiento. A pesar de 18 años de avances significativos en el manejo forestal, los ejidos siguen enfrentando obstáculos para establecer una economía forestal viable.

**Palabras claves:** Caoba; *Swietenia macrophylla*; chicle; *Manilkara zapota*; manejo forestal; forestería social; productos forestales no maderables; aprovechamiento forestal; ejidos; México.

## Summary

**Forest and mahogany management in the ejidos of the Maya Zone, Mexico. Historical development, current conditions and perspectives.** The Organization of Forestry Ejidos of the Zona Maya (OEPFZM) was created in 1986, and incorporates 24 ejidos with a total permanent forest reserve of 215,000 ha. The Tumben Cuxtal organization, established in 1990, integrates seven ejidos with a permanent forest reserve of 57,000 ha. Among the two organizations, only ten ejidos have authorized harvests of commercial volumes of the so-called precious woods; mahogany (*Swietenia macrophylla*) and cedar (*Cedrela odorata*), which have greater markets and value than other timber species. The ejidos obtain income from the sale of a variety of additional forest products: chicle latex from *Manilkara zapota*, railroad ties, building poles and palm thatch for rustic buildings. In combination, the value of forest products harvested annually from the forests of the OEPFZM over the past three years has been approximately 200 million pesos (US\$2,0 million), of which 55% has been obtained from the sale of hardwood species, and 18% from precious woods. The foresters in the Technical Directorates have helped the ejidos to carry out inventories and develop management plans for their forests, as well as supporting them in the marketing of their products. In addition, they have facilitated the participation of researchers who have carried out studies on silvicultural treatments to favor the sustainability of harvests. Despite 18 years of significant advances, the organizations and their foresters continue to face obstacles to the development of viable forest economies among the full range of ejidos in the area.

**Keywords:** Mahogany; *Swietenia macrophylla*; chicle; *Manilkara zapota*; forest management; social forestry; non timber forest products; ejidos; Mexico.

## La zona maya de Quintana Roo

La zona maya se ubica en el centro del estado de Quintana Roo (ver mapa en Nolasco *et al.*, -pag. 19- en este número), y su población es básicamente monolingüe de habla maya. Comparado con el resto del estado, sus niveles de educación son más bajos, y muchos campesinos viven en condiciones de extrema pobreza. Los pobladores de la zona han sido siempre agricultores; la milpa donde producen maíz, frijol y calabaza, en campo abierto o cultivado un año o dos dentro de la selva, ha sido el pilar de su subsistencia y de su vida económica (Bray 2003; Murphy 1990, 1994). De la milpa y los períodos de descanso, llamados localmente “huamiles”, también obtienen animales silvestres que les abastecen de carne (Jorgensen 1993, 1994) y productos como leña de los árboles juveniles de la regeneración de la selva. Desde décadas, los ejidos han obtenido ingresos de actividades de recolección, producción y venta de una variedad de productos forestales, tanto maderables como no maderables. La extracción y venta de estos productos tradicionalmente ha estado en manos de individuos, quienes reciben el pago a la hora de su venta.

La extracción de chicle de los árboles de chicozapote (*Manilkara zapota*) ha sido una actividad económica importante en Quintana Roo desde la década de 1930, cuando se establecieron 27 cooperativas chicleiras en el estado. Los primeros ejidos en Quintana Roo se definieron con base en el supuesto de que cada chiclero necesitaba 420 ha de selva para ganarse la vida, lo que ha dejado como herencia ejidos con grandes extensiones forestales (Galletti 1994). La extracción de chicle requiere de un gran esfuerzo físico, ya que hay que desplazarse grandes distancias dentro de la selva, vivir en campamentos y subirse a los árboles hasta una altura de 12 metros para cortar los canales

de extracción en los troncos (Fig. 1). La producción de chicle ha variado mucho a través del tiempo, debido a fluctuaciones en el mercado (sobre todo la introducción de goma de mascar sintética después de la Segunda Guerra Mundial) y problemas en la organización de la producción y la venta (Barrera 1993, 1994; Nolasco *et al.* -pag. 19- en este número).

La miel es otro recurso forestal no maderable destinado a la exportación. Quintana Roo produce aproximadamente 3500 toneladas de miel al año, de aproximadamente 100.000 colmenas, y se exporta a la Unión Europea<sup>2</sup>. Las colmenas de la abeja italiana, *Apis mellifera*, se ubican dentro de las áreas

forestales. La miel representa una importante fuente de ingresos para los individuos que tienen colmenas.

Desde décadas, la producción manual de durmientes para Ferrocarriles de México ha sido una fuente de ingresos importante para los ejidos de la zona maya. Los durmientes se fabrican de aproximadamente una docena de especies de maderas duras, las cuales representan una gran proporción del volumen maderable en los ejidos (ver Cuadro 2). El chechen (*Metopium brownei*) es la especie más importante para la producción de durmientes. Los ‘durmienteros’ se internan en la selva para buscar y seleccionar los árboles, tumbarlos y cortarlos a la



Figura 1. Abel Rodríguez Tun, chiclero, extrayendo látex en árbol de chicozapote (*Manilkara zapota*)

Foto: Laura Snook

<sup>2</sup> Mario Araya Cortez, Instituto de la Miel, Chetumal, México. Comunicación personal. 2004.

medida con hacha; luego, los cargan al hombro hasta las orillas de los caminos (Fig. 2; Shoch 1999).

La producción de maderas preciosas (caoba, *Swietenia macrophylla* y cedro, *Cedrela odorata*) de las selvas de la zona maya se remonta a siglos pasados (Galletti 1994, Snook 1999 y Snook –pag. 9- en este número). Una empresa paraestatal, Maderas Industriales de Quintana Roo (MIQRO), productora de chapa de caoba, se estableció en 1955 con una concesión por 25 años sobre 500.000 ha de selva, e inició la extracción planificada de madera en Quintana Roo (Galletti 1994). Los planes de aprovechamiento de la MIQRO especificaban un diámetro mínimo de corta de 60 cm para la caoba y un ciclo de corta de 25 años, equivalente

a la duración de su concesión (Snook 1999). Al finalizar la concesión se reorganizó la producción; así, los ejidos ganaron el derecho a extraer y vender la madera industrial de sus bosques bajo una iniciativa conocida como el Plan Piloto Forestal (Santos *et al.* 1998, Snook 1999 y 2005 –pag. 9- en este número, Galletti 1994, Flachsenberg y Galletti 1999).

### Las organizaciones forestales en la zona maya

La Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya, S.C. (OEPFZM) con sede en Felipe Carrillo Puerto se creó en 1986, como el segundo paso en el desarrollo del Plan Piloto Forestal (Santos *et al.* 1998, Galletti 1999). Las organizaciones

forestales fueron la forma de organización autorizada por ley para obtener los permisos de aprovechamiento y compartir los costos con las direcciones técnicas forestales. Cada organización cuenta con una Dirección Técnica que prevé servicios técnicos de manejo forestal y apoya en la comercialización de productos (para mayores detalles sobre estas instituciones y su funcionamiento ver Nolasco *et al.* –pag. 19- y Argüelles *et al.* –pag. 45- en este número). En muchos ejidos de la zona maya la madera en rollo ha sido menos importante como fuente de ingresos, en comparación con otros productos forestales, principalmente por la baja existencia de maderas preciosas.

La OEPFZM está integrada por 25 ejidos cuyas áreas forestales permanentes suman casi 215.000 ha (Cuadro 1; ver también mapa en Nolasco *et al.* –pag. 19- en este número). Solamente nueve de los ejidos tienen autorización para extraer anualmente volúmenes de maderas preciosas (principalmente caoba), y solamente cinco tienen autorización para sacar volúmenes mayores a 100 m<sup>3</sup>/año. Por su parte, la Sociedad Civil Tumben Cuxtal se estableció en 1990 e integra a siete ejidos y un grupo de pequeños propietarios con un área forestal permanente de 57.000 ha. Solamente tres ejidos en esta organización cuentan actualmente con permisos de aprovechamiento por un total de 65 m<sup>3</sup> de maderas preciosas/año. Dos ejidos en la OEPFZM tienen sus propios aserraderos y la Organización misma tiene uno. El ejido X'Hazil originalmente formó parte de la OEPFZM, pero se salió de la organización en 1994. X'Hazil cuenta con una área forestal de 25.000 ha, una autorización de corta anual de caoba de 1000 m<sup>3</sup> y un aserradero propio.

La producción de madera industrial en rollo se diferencia de la producción de otros recursos forestales maderables y no maderables porque se organiza a nivel ejidal. Los ingresos derivados de la venta del chicle, durmientes, palizada y hoja de palma se pagan al productor mismo después de



Foto: Amanda Barrera de Jorgenson

**Figura 2.** La producción manual de durmientes ha sido muy importante en la economía de los ejidos de la zona maya

Cuadro 1.

Ejidos en la zona maya, superficie y volumen autorizado de corta anual de maderas preciosas

Organización forestal	Ejidos	Jefes de familia o población (Tumben Cuxtal)	Dotación ejidal (ha)	Área forestal permanente (ha)	Área de corta anual (ha)	Volumen autorizado caoba (m <sup>3</sup> r/año)	
Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya S.C. OEPFZM	<sup>1</sup> Naranjal Pte	160	12.620	8.750	350	300	
	<sup>1</sup> X-Maben y Anexos	870	73.400	40.000	1.600	250	
	<sup>1</sup> Laguna Kana	240	32.180	20.000	800	35	
	<sup>1</sup> Cafetal-Limonos	430	20.681	12.500	500	150	
	<sup>1</sup> Yaxley	180	10.340	7.500	300	0	
	<sup>1</sup> Chan Santa Cruz	180	6.540	5.000	200	25	
	<sup>1</sup> Tabi	95	5.400	3.500	140	0	
	<sup>1</sup> Dzoyola	144	6.480	5.000	200	0	
	<sup>1</sup> X-Pichil	550	27.300	17.500	700	60	
	<sup>1</sup> Tulum	304	22.800	20.000	800	0	
	<sup>1</sup> Tres Reyes	30	10.500	7.500	300	0	
	<sup>1</sup> Kamocolche	110	5.750	4.000	160	0	
	<sup>1</sup> Yoactun	220	16.800	12.500	500	100	
	<sup>1</sup> Chunhuas	145	14.420	10.000	400	0	
	<sup>1</sup> Reforma Agraria	90	2.800	2.000	80	0	
	<sup>1</sup> Cuauhtemoc	130	2.800	2.000	80	0	
	<sup>1</sup> Trapich	240	2.550	2.000	80	0	
	<sup>1</sup> Filomeno Mata	260	8.820	5.000	200	0	
	<sup>1</sup> Betania	182	11.036	5.000	200	0	
	<sup>1</sup> Santa María Pte	165	8.330	5.000	200	250	
	<sup>1</sup> Andrés, Q. Roo	60	6.450	4.000	160	0	
	<sup>5</sup> Yodznot Nuevo	30	3.384	1.000	40	0	
	<sup>2</sup> Chunhuhub	330	14.330	10.000	400	0	
	<sup>2</sup> Chanca Derrepente	56	4.850	3.000	120	0	
	<sup>2</sup> X-Conha	45	4.400	2.000	80	0	
	<sup>3</sup> Altamirano	-	-	-	-	-	-
	<sup>3</sup> Nueva Loria	-	-	-	-	-	-
<sup>3</sup> Kopchen	-	-	-	-	-	-	
<sup>3</sup> Emiliano Zapata	-	-	-	-	-	-	
<sup>4</sup> Chunyaxche	-	-	-	-	-	-	
<sup>4</sup> Ramonal	-	-	-	-	-	-	
<sup>4</sup> Nuevo Israel	-	-	-	-	-	-	
<b>Total</b>		<b>5.146</b>	<b>334.961</b>	<b>214.750</b>	<b>8.590</b>	<b>1.180</b>	
Sociedad de Pueblos Indígenas Forestales de Quintana Roo Tumben Cuxtal S.C.	X-Yatil	1.334	17.575	6.786	271		
	Dzula	2.800	25.368	12.000	280		
	Nuevo Israel	946	8.400	1.524	61		
	San Isidro Poniente	618	8.250	4.000	160		
	Adolfo De La Huerta	281	5.243	2.670	106		
	La Mixtequilla	186	3.370	1.700	68		
	Ignacio Manuel Altamirano li	105	3.600	3.600	104		
	Pequeños Propietarios	46	3.253	2.855	114		
	<b>Total</b>		<b>6.316</b>	<b>75.059</b>	<b>57.135</b>	<b>1.164</b>	<b>65</b>
	X-Haxil	393	52.000	25.000	1.000	1.000	

<sup>1</sup> Ejidos oficialmente integrados a la Organización<sup>2</sup> Ejidos que no se han protocolizado ante notario público<sup>3</sup> Ejidos que solicitaron su ingreso a la Organización y cuyo programa de manejo forestal se encuentra en trámite de aprobación<sup>4</sup> Ejidos que solicitaron su ingreso a la Organización<sup>5</sup> Ejido que estaba integrado a la Organización sin protocolo ante notario público y que se dio de baja por no respetar los estatutos de la Organización (principalmente en lo que respecta a la participación en las asambleas de delegados y el programa de manejo)

pagar una cuota al ejido; la venta de la madera en rollo, en cambio, se canaliza hacia un fondo ejidal, el cual se distribuye según la decisión de la asamblea de cada ejido. Las labores de corta,

transporte o aserrío son remunerables directamente, por cada ejido. Por lo general, una parte de las ganancias se distribuyen equitativamente entre todos los ejidatarios, (aún si no han

trabajado en producción forestal), después de pagar los costos de producción. Los recursos, las actividades y la economía forestal varían entre los ejidos y en el tiempo como resultado de con-

**Cuadro 2.**  
Volúmenes autorizados y extraídos en los ejidos de la zona maya

Ejidos	Corta anual autorizada					Volumen aprovechado 2002			
	Preciosas (m <sup>3</sup> r.)	Blandas (m <sup>3</sup> r.)	Duras* (m <sup>3</sup> r.)	Palizada (m <sup>3</sup> r.)	Hojas de palma (miles)	Preciosas (m <sup>3</sup> r.)	Blandas (m <sup>3</sup> r.)	Duras* (m <sup>3</sup> r.)	Palizada (m <sup>3</sup> r.)
Naranjal Pte.	300	400	2600	200	300	223	50	391	50
X-Maben y Anexos	250	450	3600	300	180	208	269	1944	0
Laguna Kana	35	250	1050	220	0	0	0	0	0
Cafetal Limones	150	200	1300	140	300	0	0	0	0
Yaxley	0	250	895	250	300	0	0	0	0
Chan Santa Cruz	25	200	960	150	180	20	0	886	135
Tabi	0	150	575	200	0	0	0	0	100
Dzoyola	0	150	1100	100	0	0	0	104	0
X-Pichil	60	400	2500	100	300	0	0	1902	0
Tulum	0	130	3100	200	160	0	0	0	100
Tres Reyes	0	100	1500	200	0	0	0	0	0
Kampocolche	0	100	683	50	0	0	0	0	0
Yoactun	100	300	2100	100	0	100	300	1936	100
Chunhuas	0	150	1090	210	300	0	0	0	0
Reforma Agraria	0	100	465	100	200	0	65	56	50
Cuauhtemoc	0	100	150	50	0	0	0	0	0
Trapich	0	25	89	50	0	0	0	0	0
Filomeno Mata	0	200	490	100	0	0	0	0	0
Betania	10	195	969	50	0	0	0	58	0
Santa María P.	250	600	2000	200	300	250	49	1119	100
Chunhub					0				
Andrés, Q. Roo	0	200	1000	200	270	0	250	49	50
Yodzotot Nuevo					0				
Chanca Derrepente	0	78	1043	145	200	0	63	786	70
X-Conha	0	40	410	195	250	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1180</b>	<b>4768</b>	<b>29.669</b>	<b>3610</b>		<b>801</b>	<b>796</b>	<b>9432</b>	<b>755</b>

\*incluye durmientes

diciones internas y externas entre las que destacan los mercados nacionales e internacionales para varios productos, los programas de gobierno y las condiciones sociales y de organización de los ejidos. Por ejemplo, durante la década de 1990 en X'Hazil y Anexos, la producción de chicle era la fuente de ingresos más importante para los ejidatarios (Barrera 1993, 1994); en la actualidad, aunque siguen produciendo chicle, la caoba les rinde mayores beneficios, sobre todo con su aserradero instalado.

Los permisos de extracción de todos los ejidos otorgan autorizaciones para extraer mayores cantidades de maderas duras<sup>3</sup> y blandas<sup>4</sup> que de preciosas (Cuadro 2); sin embargo, los mercados para estas categorías están menos desarrollados que el mercado

para la caoba; son menos seguros y los precios son más bajos. Actualmente, la madera preciosa se vende a \$2300-2910/m<sup>3</sup>, la blanda a \$570-990/m<sup>3</sup> y la dura a \$500-952/m<sup>3</sup> (pesos mexicanos, en troza sin corteza, puesto en fábrica a <150 km; el rango refleja el descuento por el costo de la maquinaria de extracción, que comúnmente es propiedad de los empresarios). Con estos precios se obtienen utilidades de \$1517, \$264 y \$241/m<sup>3</sup> (pesos mexicanos), respectivamente (\$11 pesos = US\$1). Las maderas blandas se venden en rollo, como centros para *triplay* o para fabricación de abatelen-guas, palillos de dientes, paletas para helados o lápices. Las maderas duras se venden como tablas, en trozas, o en durmientes.

La producción de durmientes ha

sido muy importante entre los ejidos de la zona maya. Entre 1986 y 1988, se entregaron 200.000 piezas/año (Santos *et al.* 1998). En 1989 las compras bajaron a 60.000 piezas anuales ya que Ferrocarriles Nacionales empezó a importar durmientes de concreto. De 1989 a 1997 la producción por ejido variaba entre 0 y >20.000 piezas/año, y la producción total para la zona fue de 60.000 piezas/año (UNORCA en Shoch 1999). En 1997 (cuando X'Hazil todavía formaba parte de la OEPFZM), la producción de durmientes representaba el 38% del volumen producido por la Organización, mientras que el volumen de madera preciosa correspondía al 11% del total, la madera blanda a 22%, la madera dura industrial a 26% y la palizada a 3% (Schoch 1999). En

<sup>3</sup> Incluye, entre otras, *Metopium brownei*, *Lysiloma latisiliqua*, *Sickingia salvadorensis* y *Pouteria* spp.

<sup>4</sup> Incluye *Dendropanax arboreus*, *Bursera simaruba*, *Pseudobombax ellipticum*, entre otras.



1989, en el ejido Xmbaben, la venta de durmientes constituyó la principal fuente de ingresos, por encima de la agricultura y otros productos forestales. El 60% de las unidades domésticas dedicadas a esta actividad obtuvieron ingresos promedio de 1548 pesos (aproximadamente \$194 dólares), según Murphy (1990). En 1999, la privatización de Ferrocarriles Mexicanos llevó al colapso al mercado para durmientes en la zona maya, ya que los sustituyeron por maderas importadas o piezas de concreto que resultaban más baratas. Sin embargo, a partir del 2002, ocho ejidos de la OEPFZM han vuelto a vender durmientes (cada uno con un volumen de 0,088 m<sup>3</sup>) a \$100 pesos/pieza, bastante menos que el precio de este mismo volumen vendido en troza (ver arriba). Algunos compradores reavivan la madera y la venden como madera escuadra. Las ventas no han sido tan altas como en el pasado, pero para la economía local estas ganancias son importantes.

A fines de la década de 1980, se empezaron a desarrollar relaciones con el mercado ecológico de E.U. y Europa, que buscaba fuentes de madera certificada. Aunque los ejidos de Naranjal Poniente, Laguna Kana y X'Hazil están certificados bajo los lineamientos del *Forest Stewardship Council*, ninguno exporta su producción, debido en parte, al bajo volumen que tienen en conjunto, los trámites requeridos para la exportación, sobre todo para la caoba (que refleja su estatus en el Apéndice II del CITES), los criterios de calidad de los compradores y la falta de experiencia administrativa de los ejidos. Además, los compradores domésticos pagan por adelantado la producción de caoba, y es difícil que un ejido resista la tentación de comprometer su volumen al inicio de la época de extracción. Las condiciones externas de mercado tampoco han sido favorables para la producción de caoba. En 1988 México redujo los aranceles de importación y la industria local comenzó a abastecerse masivamente de caoba más barata de Centroamérica (Galletti

1999). Desde el inicio del Plan Piloto Forestal, las trozas de caoba se asientran en tablas, en vez de convertirlas en chapa, como lo hacía la MICRO, un producto con mayor valor comercial. Aparte de lo administrativo, los altos costos de arrastre y procesamiento y la falta de instalaciones y tecnología continúan siendo un gran obstáculo para el desarrollo de la industria forestal en la zona maya.

Al inicio de la década de 1990, los técnicos forestales se dieron cuenta que, debido a problemas de muestreo en los inventarios, las estimaciones de volúmenes anuales cosechables de caoba eran más altas que las existencias. Con base en inventarios más extensivos, los ejidatarios decidieron reducir su volumen de corta en 45%

Dos productos forestales han aumentado en importancia durante los últimos cinco años: la palizada, postes de madera dura de especies del sotobosque, y las hojas de la palma huano (*Sabal mauritiformis*). Ambos productos se usan en construcciones rústicas, principalmente 'palapas' en la zona turística de las costas del norte de Quintana Roo. Los 24 ejidos de la OEPFZM recolectan hojas de palma, y también producen palizada. Las cantidades producidas y vendidas varían con la demanda del mercado y el volumen de aprovechamiento autorizado (Cuadro 2). La comercialización es por pieza, y los precios varían entre \$3 y >\$500 pesos/unidad de palizada, según el tamaño y la especie. La palizada se extrae del área de corte anual; la extracción y venta

se organizan a nivel ejidal. La hoja de palma se vende en \$1,5 pesos/hoja. Las posibilidades anuales de corta se han calculado en 105.000 – 350.000 hojas/ejido. El pago se hace a quien realiza la corta de madera o de la hoja de palma, y una parte se destina al pago de la documentación forestal y los servicios técnicos.

En el 2003, el gobierno federal inició un programa de pagos por servicios ambientales. En Quintana Roo, dos ejidos ubicados como un cinturón entre la Riviera Maya, hacia el norte, y la Zona Maya, actualmente están gestionando el pago por la captación de agua. El monto a pagar es de \$300 – \$400 pesos/ha/año para 4000 ha por ejido. Uno de ellos, el ejido de Tulum, es miembro de la OEPFZM.

La producción chiclera, al igual que la de los durmientes y la de miel, viene oscilando desde 1986 (Santos *et al.* 1998, Shoch 1999, Manuel Aldrete com. pers. 2003.). Actualmente, el ejido de X'Hazil, seis ejidos del Tumben Cuxtal y nueve ejidos de la OEPFZM producen chicle. En el 2002, la OEPFZM tenía una autorización de producción de 186 toneladas de chicle, de las cuales se comercializaron 70 toneladas a un precio de venta de \$35 pesos/kg que generaron un ingreso total de \$2.450.000 pesos (US\$250.000).

La producción de miel decayó a partir de 1989 por varios factores, como los efectos destructivos de los huracanes Gilberto en 1988 y Roxana, y Opal en 1996 y la invasión de la agresiva abeja africana. En 1996, se inició un programa para reactivar la actividad apícola. En la OEPFZM, pobladores de 16 ejidos producen miel, que se vende a un precio de \$20 pesos/kg. En Tumben Cuxtal, los técnicos forestales, con apoyo del Fondo Nacional de Empresas de Solidaridad, iniciaron un proyecto de fomento de la muy valiosa miel de la abeja nativa *Melipona*. Grupos de mujeres en tres ejidos han iniciado la producción de esta miel, 'xunan can', con el apoyo de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI).

## El manejo forestal en la zona maya

La OEFPZM se formó gracias a los esfuerzos de los Directores Técnicos, quienes entre 1984 y 1991 eran empleados del Servicio Forestal, pagados por el Gobierno Federal a través de la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (Santos *et al.* 1998). Sin embargo, cuando solicitaban un servicio, los campesinos tenían que asumir los costos de las operaciones de manejo. La Organización ha recibido apoyo de organizaciones internacionales, como las fundaciones norteamericanas MacArthur, Ford, Rockefeller, Hewlett, Summit y Packard, y el de la ODA (Overseas Development Administration) de Inglaterra. Estos apoyos han permitido que el personal del equipo técnico original del Plan Piloto Forestal se dedicara a tareas especializadas. Organizaciones internacionales han financiado proyectos de ensayo o investigación, pero no la aplicación directa de tareas silvícolas a escala comercial.

Los ejidos pagan cuotas por metro cúbico de volumen comercializado (8% del precio para maderas preciosas, 4% para maderas blandas y duras y 1,6% para el látex del chicle), para cubrir los costos de los servicios técnicos exigidos por los lineamientos de manejo. Sin embargo, los montos no han sido suficientes, aunque los ejidatarios los consideran caros ya que reducen sus utilidades netas. La situación es particularmente crítica en ejidos con muchos habitantes y áreas forestales pequeñas o bajos volúmenes aprovechables. La Ley Forestal de 1992 transfirió la responsabilidad por el manejo forestal a los dueños de los bosques y a los prestadores de servicios técnicos forestales, y eliminó la asistencia y el apoyo estatal a los servicios técnicos. El resultado ha sido una reducción en la calidad de los servicios y problemas económicos, tanto para los ejidos que tratan de cubrir los costosos servicios técnicos, como para quienes ofrecen tales servicios.

Entre los primeros pasos que la Dirección Técnica de la Zona Maya

dio estuvo la racionalización del sistema de venta de durmientes (Santos *et al.* 1998). Otro fue ayudar a los ejidos para que sus asambleas delimitaran áreas forestales permanentes (AFP) destinadas exclusivamente al uso forestal. Una vez delimitadas, se empezaron los inventarios forestales en las AFP de cada ejido, un proceso que continua hasta la fecha. El costo del levantamiento de datos se cubrió en parte con los fondos comunes retirados de la Secretaría de la Reforma Agraria, pero más que todo con el sistema de 'fajinas' (trabajo comunitario no remunerado). Entre 1986 y 1992 se inventariaron 150.000 ha de bosque (Santos *et al.* 1998).

A partir del año 2000, los planes de manejo forestal han estado en vías de reformulación y ajuste. Anteriormente se organizaba el manejo por grupos de maderas: maderas preciosas (la caoba) y maderas corrientes tropicales. Posteriormente, las últimas se dividieron en especies blandas y duras. En una tercera etapa se pretende especificar los niveles de corta y prácticas de manejo a nivel de especie.

Los planes de manejo se elaboraron usando el ciclo de corta de 25 años establecido por la MIQRO. Cada año, todos los árboles de especies comerciales que alcanzan el diámetro mínimo de corta (55 cm para la caoba y otras especies que alcanzan diámetros mayores y 35 cm para las demás) se extraen de una de las 25 áreas de corta anual (Santos *et al.* 1998, Snook 1999). Al inicio de la

década de 1990, los técnicos forestales se dieron cuenta que, debido a problemas de muestreo en los inventarios, las estimaciones de volúmenes anuales cosechables de caoba eran más altas que las existencias. Con base en inventarios más extensivos, los ejidatarios decidieron reducir su volumen de corta en 45% (Lawrence y Sánchez 1996, Bray 2003), con el fin de asegurar una tasa de extracción sostenible (Galletti 1999, Snook *et al.* 2003).

El plan de manejo define actividades silviculturales, de las cuales la más importante ha sido el establecimiento de plantaciones de enriquecimiento de caoba y cedro. Cada año se colectan semillas de caoba en los meses de enero o febrero de árboles tumbados o parados, y se compran otras para complementarlas. Las semillas se siembran en bolsas en los viveros locales (la OEFPZM y siete ejidos en la zona cuentan con viveros). Con el apoyo de los programas gubernamentales PRODEFOR o PRONARE, los ejidos de Naranjal Poniente, Laguna Kana, X-Hazil y Dzula han establecido áreas de reserva para proteger fuentes de semilla de caoba y otras especies.

Cuando inician las lluvias, en junio, los ejidatarios plantan las plántulas en las áreas de corta aprovechadas ese año. Algunas veces se les ha pagado su mano de obra a través de programas gubernamentales; otras veces se les paga con las ganancias forestales del ejido, o bien, el trabajo se hace como fajina. Al principio, se plantaban en los claros producidos por la tumba, los carriles de arrastre y las 'bacadillas' (aperturas en el bosque donde se cargan las trozas en camiones). Sin embargo, nuevas investigaciones revelaron que pocas plántulas sobrevivían en los carriles de arrime y los claros creados por tumba (Negreros y Mize 2003; ver también Argüelles *et al.* –pag. 45- y Snook *et al.* –pag. 91- en este número). En respuesta, se modificaron estas prácticas, y ahora los arbolitos de caoba se plantan en milpas y otras áreas abiertas.

A partir del año 2000, los planes de manejo forestal han estado en vías de

reformulación y ajuste. Anteriormente se organizaba el manejo por grupos de maderas: maderas preciosas (la caoba) y maderas corrientes tropicales. Posteriormente, las últimas se dividieron en especies blandas y duras. En una tercera etapa se pretende especificar los niveles de corta y prácticas de manejo a nivel de especie. Se propone también incluir dos frentes de corta, uno para caoba y otro para maderas blandas y palizada. Los planes de manejo iniciales no tomaban en cuenta las diferencias entre áreas de bosque; consideraban el área forestal y los volúmenes totales y calculaban la corta anual según un promedio. Al reconocerse que la distribución del volumen no es uniforme en toda el área forestal de un ejido, se pretende integrar los datos del inventario con un programa SIG para determinar la distribución espacial de las especies existentes en un área determinada, buscando que se puedan aprovechar volúmenes más o menos similares cada año, aunque varíe la superficie aprovechada.

Los técnicos forestales han jugado un papel muy importante en apoyar la diversificación de actividades económicas en la zona. Como los técnicos comentan, *“hasta hace unos años estábamos enfocados exclusivamente en el manejo forestal, pero a través del tiempo hemos visto que todos los*

*aspectos sociales y económicos están relacionados y no podemos aislar el manejo forestal de un contexto mayor. Por lo tanto, ahora estamos involucrados en otras actividades que no son exclusivamente forestales. En ocasiones hemos recibido críticas por hacer cosas fuera de nuestro campo de acción, pero creemos que es la única forma de garantizar y conservar el bosque y, paralelamente, apoyar el desarrollo integral comunitario, que no solo se mide por el número de caminos abiertos o infraestructura en general, o por una producción alta de caoba, sino también por la participación de toda la comunidad, incluyendo las mujeres”.*

En comparación con los ejidos del sur, la mayoría de los ejidos de la zona maya cuentan con poblaciones reducidas de especies preciosas de tamaños comerciales (ver Chan – pag. 37- en este número). En consecuencia, la diversificación de actividades ha sido una base importante para la subsistencia y economía de las familias mayas. Actualmente, los ingresos económicos de los ejidos en las organizaciones Tumben Cuxtal y OEPFZM se basan en un amplio rango de actividades forestales y no forestales (Cuadro 3). Además de los productos ya mencionados, cuatro ejidos están desarrollando actividades de ecoturismo y dos más están produciendo orquídeas.

### Conclusiones: limitaciones y oportunidades para el manejo forestal en el futuro

El manejo forestal sigue enfrentando serias dificultades en la zona maya mexicana; entre ellas:

- Los bajos ingresos que perciben los dueños del monte por unidad de superficie, debido a los bajos volúmenes de caoba y porque no se ha tenido la capacidad de procesar la madera dura para encontrar mejores mercados.
- Servicios técnicos forestales deficientes, debido a que los ejidos no pueden pagar estos servicios y no se cuenta con el apoyo gubernamental.
- Cuadros técnicos comunitarios insuficientes y poco capacitados.
- Los entes gubernamentales privilegian a los ejidos con mayor capacidad, lo que contraviene la Ley de Desarrollo Forestal.
- El sector forestal recibe alrededor del 1% de lo que se invierte en apoyos a la agricultura y ganadería. Se dan grandes apoyos a programas ganaderos con los que la actividad forestal no puede competir.
- Hace falta replantear los programas de manejo forestal, que en su mayoría contemplan el mismo esquema de manejo que al principio.
- Se ha reducido el apoyo a la producción de los viveros comunitarios.

**Cuadro 3.** Productos forestales y sus valores entre ejidos de la OEPFZM, S.C.

Producto	Volumen Cantidad <sup>(1)</sup>	Precio unitario (pesos mexicanos) <sup>(2)</sup>	Valor potencial (pesos mexicanos) <sup>(2)</sup>	Volumen comercializado	Valor de ventas anual <sup>3</sup> (2000-2003)	Porcentaje del valor total
Maderas preciosas en rollo	1495 m <sup>3</sup> r.	2910	4.350.450	1495 m <sup>3</sup> r.	4.350.450	18
Maderas blandas en rollo	4878 m <sup>3</sup> r.	990	4.829.220	ca. 1626 m <sup>3</sup> r.	ca. 1.609.740	7
Maderas duras en rollo y durmientes	29.924 m <sup>3</sup> r.	952	28.487.648	ca. 9974 m <sup>3</sup> r.	ca. 9.494.528	43
Maderas duras para palizada	3084 m <sup>3</sup> r.	2500	7.710.000	ca. 1028 m <sup>3</sup> r.	ca. 2.570.000	12
Huano <sup>(3)</sup>	2.970.000 hojas	1,50	4.455.000	ca. 990.000 hojas	ca. 1.485.000	7
Chicle <sup>(4)</sup>	202.502 kg	35	7.087.570	70.000 kg	2.450.000	11
TOTAL			56.919.888		21.959.718	

(1) Se presentan volúmenes autorizados. De estos, en los últimos tres años se ha comercializado 30% en promedio en los diferentes productos, a excepción de las maderas preciosas que se comercializan en su totalidad. En los últimos dos años, la tendencia de comercialización de maderas duras y blandas tiende a incrementarse.

(2) 11 pesos = 1 US\$

(3) Información de 13 ejidos solamente; en los demás no se han realizado los estudios técnicos justificativos.

(4) Volúmenes de 15 ejidos; en los demás no se han realizado los estudios técnicos justificativos.

## Pasos futuros

- Se requiere de estudios adicionales sobre los tipos de suelos más adecuados para la reforestación con caoba.
- Es necesario difundir la información técnica y de investigaciones entre los dueños del monte.
- Se deben realizar intercambios de experiencias entre los productores y los técnicos.
- Se requiere fortalecer a los cuadros técnicos comunitarios y los servicios técnicos forestales mediante capacitación, infraestructura, equipamiento, tecnología, etc.
- Es necesario replantar los programas de manejo de la mayoría de los ejidos.
- Se debe fortalecer a las organizaciones de campesinos forestales para que logren detener y revertir los procesos de fragmentación de las áreas boscosas.
- Se requiere promover el aprovechamiento integral y diversificado de la selva (productos no maderables, vida silvestre, servicios ambientales, ecoturismo, etc.).
- Es necesario construir una gran alianza entre investigadores, técnicos, dueños del monte, funcionarios públicos, políticos y la sociedad en general para conservar y desarrollar el manejo forestal sustentable.
- Las actividades de manejo forestal deben recibir un mayor apoyo financiero, incluyendo apoyo a los servicios técnicos y al desarrollo industrial forestal.

## Agradecimientos

Agradecemos al Ing. Carlos Escobar Ruiz, forestal del ejido X-Hazil; al Lic. Manuel Aldrete de la Unión de Productores de Chicle Natural, Chetumal; y al Ing. Mario Ayala Cortez, del Instituto de la Miel, Chetumal las informaciones aportadas.

## Literatura citada

- Arguelles, LA; Synnott, T; Gutiérrez, A; Del Angel, B. 2005. Regeneración y silvicultura de la caoba en la Selva Maya Mexicana, Ejido de Noh Bec. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:45-52.
- Barrera, A. 1993. Chicle extraction and forest conservation in Quintana Roo, Mexico. MSc Thesis. Gainesville, USA, University of Florida. 122 p.
- Barrera, A. 1994. La extracción del chicle y la conservación del chicozapote (*Manilkara zapota*) en las Selvas de Quintana Roo. In Snook, L; Barrera, A. eds. Madera, chicle, caza y milpa; contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México. México, PROAFT, INIFAP, USAID, WWF-US. p. 47-64.
- Bray, DB. 2003. Manejo adaptativo, organizaciones y manejo de propiedad común: perspectivas de los boques comunales de Quintana Roo, México. In Armijo, N; Llorens, C. coord. Uso, conservación y cambios en los bosques de Quintana Roo. Chetumal, México, UQROO/CONACYT. p. 56-88.
- Chan Rivas, CV. 2005. El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la SPFEQR, Quintana Roo, México. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:37-44.
- Flachsenberg, H; Galletti, H. 1999. El manejo forestal de la selva en Quintana Roo, México. In Primack RB; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. eds. La Selva Maya, conservación y desarrollo. México, DF, Siglo XXI Editores. p. 74-97.
- Galletti, H. 1994. Las actividades forestales y su desarrollo histórico. Estudio integral de la frontera México-Belice. Chetumal, México, Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). Tomo I, p.131-198.
- Galletti, H. 1999. La Selva Maya en Quintana Roo (1983-1996). Trece años de conservación y desarrollo comunal. In Primack, RB; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. eds. La Selva Maya, conservación y desarrollo. México, DF, Siglo XXI Editores. p. 53-73.
- Jorgenson, JP. 1993. Gardens, wildlife densities and subsistence hunting by Maya Indians in Quintana Roo, Mexico. PhD Dissertation. Gainesville, University of Florida, USA. 336 p.
- Jorgenson, JP. 1994. La cacería de subsistencia practicada por la gente maya en Quintana Roo. In Snook, L; Barrera, A. eds. Madera, chicle, caza y milpa; contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México. México, PROAFT, INIFAP, USAID, WWF-US. p. 19-46.
- Lawrence, A; Sánchez, F. 1996. The role of inventory in the communally managed forests of Quintana Roo, Mexico. In Carter, J. ed. Recent approaches to participatory forest resource assessment. London, UK, Overseas Development Institute.
- Murphy, J. 1990. Indigenous forest use and development in zona maya of Quintana Roo, Mexico. MSc Thesis. Toronto, Canada, York University. 181 p.
- Murphy, J. 1994. Aprovechamiento forestal y la agricultura de milpa en el Ejido X-Maben, Zona Maya de Quintana Roo, México. In Snook, L; Barrera, A. eds. Madera, chicle, caza y milpa; contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México. México, PROAFT, INIFAP, USAID, WWF-US. p. 3-18.
- Negreros-Castillo, P; Mize, CW. 2003. Enrichment planting and the sustainable harvest of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in Quintana Roo, Mexico. In Lugo, A; Figueroa-Colon, J; Alayon, M. eds. Big-leaf mahogany: genetics, ecology and management. New York, Springer Verlag. p. 278 – 287.
- Nolasco Morales, A; Carreón Mundo, M; Hernández Hernández, C; Ibarra, E; Snook, L. 2005. El manejo de la caoba en Quintana Roo, México. Legislación, responsabilidades y apoyo gubernamental. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:19-26.
- Santos J, V; Carreón, M; Nelson, KC. 1998. La organización de ejidos productores forestales de la Zona Maya. Un proceso de investigación participativa. Fundación Rockefeller/Red de Gestión de Recursos Naturales. 129 p. (Serie Estudios de Caso sobre Participación Campesina en Generación, Validación y Transferencia de Tecnología).
- Shoch, D. 1999. An ecological and economic evaluation of railroad tie harvest in the ejido Xpichil, Quintana Roo, Mexico. MSc Thesis. Durham, USA, Duke University, Nicholas School of the Environment. 51 p.
- Snook, L. 1999. Aprovechamiento sostenido de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) de las selvas de la península de Yucatán México: pasado, presente y futuro. In Primack, RB; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. eds. La Selva Maya, conservación y desarrollo. México, DF, Siglo XXI Editores. p. 98-119.
- Snook, L; Barrera, A. eds. Madera, chicle, caza y milpa; contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México. México, PROAFT, INIFAP, USAID, WWF-US. 135 p.
- Snook, L; Santos Jiménez, VA; Carreón Mundo, M; Chan Rivas, C; May Ek, FJ; Mas Kantún, P; Nolasco Morales, A; Hernández Hernández, C; Escobar Ruiz, C. 2003. Ordenación de bosques naturales para la explotación sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla*): experiencias en bosques comunales de México. Unasylva 54(214/215):68-73.
- Snook, LK. 2005. Aprovechamiento sostenido de la caoba en la Selva Maya de México. De la conservación fortuita al manejo sostenible. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:9-18.
- Snook, LK; Iskandar, H; Chow, J; Cohen, J; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de caoba en aperturas post-extracción, a partir de semillas y plántulas. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:76-83.

# El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la SPFEQR, Quintana Roo, México

**Celso Vidal Chan Rivas**  
*Sociedad de Productores Forestales  
Ejidales de Quintana Roo,  
Chetumal, México  
spfeqroo@prodigy.net.mx*

El manejo forestal comunitario y sostenible es un tema que ha emergido a raíz del creciente interés en la conservación de los recursos naturales. A lo largo de los años, los campesinos se han apropiado de las técnicas de manejo forestal; sin embargo, después del PPF los gobiernos han perdido el interés en el trabajo conjunto y han dejado solos a los campesinos en esta gran labor.



## Resumen

El primer grupo de ejidos que se organizó para el aprovechamiento comunal de madera de caoba fue la 'Sociedad de Productores Forestales Ejidales de Quintana Roo S.C.' (SPFEQR), en 1983. Actualmente, los nueve ejidos miembros poseen un área forestal permanente bajo manejo de 133.580 ha y una población de 8000 personas. Tres de los ejidos con mayores volúmenes de madera industrial tienen aserraderos propios. La mayoría de los ejidos aprovechan productos forestales no maderables, como látex del chicle, hoja de palma para techar y miel. La Dirección Técnica Forestal de la SPFEQR define el plan de manejo para cada ejido, con base en un ciclo de corta de 25 años y volúmenes anuales de aprovechamiento para varios grupos de especies, según los inventarios y diámetros mínimos de corta establecidos. La densidad de árboles de caoba varía entre ejidos desde 0,3 a 0,5 árboles aprovechables/ha, pero la densidad en las categorías diamétricas de 10 a 54,9 cm/dap es mayor que la densidad de árboles cortables (>55 cm), por lo que se espera que esté asegurado el abastecimiento para el segundo ciclo de corta que iniciará en menos de cinco años. Un aspecto integral del manejo son las plantaciones de enriquecimiento con plántulas de caoba. Tres ejidos tienen viveros propios y han definido reservas de árboles semilleros. El ingreso anual generado con los aprovechamientos maderables varía mucho entre ejidos, desde 1,75 a 11 millones de pesos/año (US\$160.000 - US\$1 millón). Aunque varios ejidos han sido certificados por organizaciones internacionales, siguen enfrentando dificultades como la falta de apoyo gubernamental para el manejo forestal comunitario.

**Palabras claves:** Caoba; *Swietenia macrophylla*; manejo forestal; forestería social; ejidos; México.

## Summary

### **Forest and mahogany management among the ejidos of the SPFEQR, Quintana Roo, Mexico.**

The first group of ejidos organized for community forestry in Quintana Roo was the 'Sociedad de Productores Forestales Ejidales de Quintana Roo S.C.' (SPFEQR), established in 1983. Currently, the nine ejidos have a total of 133.580 ha of permanent production forest, and a population of 8000. The three ejidos with the highest volumes of industrial timber have their own sawmills. Most of the ejidos harvest non-timber products, including chicle latex, palm thatch, and honey. The SPFEQR Forestry Technical Directorate defines the management plan for each ejido, based on a 25-year cutting cycle with annual harvest volumes determined from forest inventories and minimum harvest diameters. The density of mahogany varies among ejidos from 0,3 to 0,5 harvestable trees/ha; in pre-commercial size classes (<55 cm dbh) the density of mahogany trees is higher, so it is expected that the second cutting cycle, beginning in five years, will yield similar harvests. Enrichment planting in felling gaps and other sunny areas is an integral part of management. Three ejidos have nurseries and have defined seed reserves. The annual income from timber harvesting varies considerably among ejidos, from 1,75 to 11 million pesos/year (US\$160.000 to US\$1 million). Although some ejidos have been certified by international organizations, they still face challenges such as insufficient government support for community forestry.

**Keywords:** Mahogany; *Swietenia macrophylla*; forest management; social forestry; ejidos; Mexico.

## Antecedentes

La participación activa de los productores en el manejo forestal ha permitido que en el estado de Quintana Roo se hayan formado seis organizaciones forestales integradas por ejidos, que son los poseedores de las tierras (ver mapa en Nolasco *et al.* –pag. 19- en este número). Estas organizaciones tienen como objetivos básicos afianzar la conservación de los recursos naturales, formar frentes de comercialización de productos forestales y crear la infraestructura necesaria para la prestación de servicios técnicos forestales. La caoba (*Swietenia macrophylla*) es la especie que ha funcionado como catalizador para la consolidación de estos grupos sociales y del manejo forestal comunitario, debido a que la economía forestal del estado tradicionalmente se ha basado en su aprovechamiento; por lo tanto, es de interés colectivo generar tecnologías que garanticen su buen manejo y que promuevan la utilización integral de la selva. En este documento se describen las técnicas silvícolas que se están aplicando en la actualidad para el manejo de la selva en los ejidos que integran la Sociedad de Productores Forestales Ejidales de Quintana Roo S.C. (SPFEQR), centrándonos principalmente en la caoba.

En 1983, se inició en Quintana Roo una estrategia de desarrollo conocida como Plan Piloto Forestal (PPF) (Galletti 1999, Snook –pag. 9- en este número). Su principal hipótesis era que la preservación del bosque depende de que éste sea una alternativa económica interesante y viable para los campesinos poseedores de grandes extensiones de selvas (ver Nolasco *et al.* –pag. 19- en este número). A través del PPF, diez ejidos del sur de Quintana Roo se constituyeron como Sociedad, la cual definió áreas forestales permanentes (AFP) en las que se aprovecha el chicle (látex del chicozapote,

**Cuadro 1.**

Los ejidos de la Sociedad de Productores Forestales Ejidales de Quintana Roo S.C. (SPFEQR)

Ejido	Área total (ha)	Área forestal permanente (ha)	Ejidatarios (no.)	Población (no.)
Caoba	68.553	32.500	311	1643
Chacchoben	18.450	6.000	294	805
San Francisco Botes	18.900	8.000	298	1800
Manuel Ávila Camacho	12.000	1.500	189	800
Nuevo Guadalajara	28.500	6.000	276	1500
Plan de la Noria Poniente	9.450	5.000	52	80
Petcacab	51.177	42.315	206	740
Tres Garantías	43.678	32.265	101	761
<b>Total</b>	<b>250.708</b>	<b>133.580</b>	<b>1727</b>	<b>8129</b>

*Manilkara zapota*), madera industrial y para construcciones rústicas, hojas de palma para techar y fauna silvestre como alimento. La agricultura está prohibida en las AFP.

La SPFEQR se constituyó legalmente el 8 de mayo de 1986, y tiene como finalidad promover el desarrollo de sus socios a través de la utilización y manejo de los recursos forestales. El gasto corriente de la organización y de su Dirección Técnica Forestal se financia mediante una cuota de 200 pesos por m<sup>3</sup> de caoba comercializado y de 50 pesos por m<sup>3</sup> de madera común tropical y otra cuota por kilogramo de chicle, que permite financiar proyectos relacionados con el manejo de los recursos forestales. Actualmente la Sociedad cuenta con nueve ejidos forestales que en conjunto poseen 133.580 ha de AFP y una población de 8129 personas (Cuadro 1). El equipo técnico está conformado por cinco ingenieros y tres técnicos. Este equipo elaboró en 1990 un Estudio de Manejo Integral Forestal (EMIF) como documento técnico de planeación regional (Flachsenberg y Galletti 1999). Este plan abarcaba las AFP de todos los ejidos socios, y definía el programa de aprovechamiento de sus recursos forestales maderables durante un período de 25 años, bajo un esquema de manejo

diseñado para asegurar la conservación de los recursos naturales. El plan se basa en un ciclo de corta de 25 años e inventarios del AFP de cada ejido. Para las especies críticas como caoba, cedro (*Cedrela odorata*), siricote (*Cordia dodecandra*) y granadillo (*Platymiscium yucatanum*), se llevan a cabo inventarios de individuos >30 cm dap con una intensidad del 4% y de individuos entre 10 y 30 cm dap con una intensidad del 2%; para las demás especies, la intensidad de muestreo es del 1% y 0,5% del área, respectivamente. Desde que se completaron los inventarios, se han aprobado entre el 2002 y el 2005, programas específicos de manejo forestal para cinco ejidos de la Sociedad. Este programa está siendo aplicado en su anualidad número 22 de 25 planteados para el primer ciclo de corta.

## La Organización

En las áreas de corta de la SPFEQR se aprovechan maderas preciosas como la caoba y el cedro rojo y también especies tropicales duras, como el tzalam (*Lysiloma latisiliqua*), chechen (*Metopium brownei*), katalox (*Swartzia cubensis*), machiche (*Lonchocarpus castilloi*), y blandas como el sacchaca (*Dendropanax arboreus*), amapola (*Pseudobombax ellipticum*) y el chaca rojo (*Bursera*

*simaruba*). Los ejidos iniciaron la administración directa de sus recursos forestales en el año 1983 y, desde esa fecha, la extracción y venta de madera ha sido la actividad económica más importante de los ejidos que poseen grandes extensiones de áreas boscosas, como Petcacab, Tres Garantías y Caobas. En estos ejidos, las actividades de extracción y producción proporcionan ingresos y fuentes de empleos a los ejidatarios durante todo el año; entre enero y julio se realiza el aprovechamiento de madera y entre agosto y enero, el aprovechamiento de chicle. Entre ambas temporadas se generan alrededor de 300 empleos directos (ver información sobre la actividad chiclera en Santos *et al.* –pag. 27- en este número y Barrera de Jorgenson 1994). Para la transformación de la materia prima, estos tres ejidos cuentan cada uno con un aserradero fijo de sierra banda con volantas de 8” de ancho y una capacidad instalada de 8000 pies tablares en un turno de ocho horas. En estas empresas se generan aproximadamente 90 empleos directos y se trabaja todo el año. De manera asociada, se realiza la extracción de otros recursos forestales no maderables, como las hojas de palma de huano (*Sabal auritifformis*), que se usan para techar casas y construcciones turísticas. También, se caza fauna silvestre.

Recientemente, el ejido Chachoben, un ejido pequeño cuyo territorio incluye un sitio arqueológico maya, ha incursionado en el ecoturismo. La mayoría de los visitantes son turistas de cruceros que llegan a la Riviera Maya; hasta ahora, se han invertido alrededor de 10 millones de pesos (aproximadamente US\$900 mil) en infraestructura para mejorar el servicio. Con esta actividad, el aprovechamiento de recursos forestales maderables en este ejido pasa a segundo término, pues los ingresos generados por el turismo son más impactantes para la población que las utilidades de la madera.

En los ejidos que poseen menores

extensiones de bosque, la agricultura es la fuente principal de ingresos, lo cual no significa que sea de alta rentabilidad sino que de ahí se obtienen productos para el consumo. Existen dos tipos de prácticas agrícolas, la del sistema tradicional roza-tumba-quema y el mecanizado. Los ejidatarios cultivan principalmente maíz, frijol, chile y calabaza para el consumo local, además de algunas hortalizas y frutas. El ejido San Francisco Botes cultiva la caña de azúcar, el cual es un cultivo altamente rentable. Con aproximadamente 2000 ha de terrenos mecanizados y acreditados por el Ingenio Azucarero Pucte, se generan unos 300 empleos en la temporada de zafra y un ingreso de alrededor de 15 millones de pesos mexicanos (aproximadamente US\$1,4 millones), muy superior a lo que genera la producción y venta de madera.

En la década de 1970, el gobierno estatal financió el desmonte para ganadería. Casi todos los ejidos de la organización participaron en el programa ganadero, por lo que se eliminaron grandes extensiones de selva. Actualmente, el padrón de ganaderos ha disminuido y ha cambiado de enfoque, ya que de ser una actividad dirigida a los ejidos pasó a ser una actividad en manos de particulares, y de menor relevancia en comparación con la agricultura.

De manera complementaria, en todos los ejidos se practica la apicultura que genera importantes ingresos por los buenos precios de la miel. Sin embargo, esta es una práctica más familiar que colectiva, excepto en el ejido Caobas donde existe la Sociedad de Apicultores de Miel y Cera de Caoba, la cual se conformó en 1998 y está integrada por 64 ejidatarios y 10 repobladores. La producción anual promedio es de 60 toneladas (con un valor de 12 pesos/kg), y se comercializa directamente en la ciudad de Chetumal.

Desde hace 13 años, SPFEQR ha venido impulsando el establecimiento de parcelas agroforestales, fuera

de las áreas forestales permanentes, en todos sus ejidos con la finalidad de realizar el manejo integral de los recursos naturales, promover mayores ingresos a los ejidatarios, frenar el crecimiento de la frontera agrícola y recuperar áreas degradadas. Hasta ahora, hay 2000 ha de plantaciones agroforestales en las que se cultivan caoba, cedro rojo y siricote, junto con plátano, mango, cítricos, maíz y piña, entre otros cultivos.

## **Manejo de la caoba**

### **El tratamiento**

En general, los bosques de Quintana Roo son heterogéneos y discretos, con gran diversidad de especies. El aprovechamiento de madera industrial se centra en árboles con un diámetro mínimo de corta dado, maduros, sobremaduros, muertos o enfermos, pero que tengan características adecuadas para el mercado. La mayor parte de los árboles que cumplen con estas características, por lo general, están en posición dominante respecto de individuos de especies deseables de alto valor, los cuales constituyen la reserva del bosque, por lo que es necesario liberarlos. Los programas de manejo forestal también incluyen el aprovechamiento de árboles destinados a la producción de madera de diámetros menores para construcción rural (palizada). Actualmente, esta tiene gran demanda en el mercado y, además, aprovecha una mayor cantidad de especies, lo que permite crear más y mayores espacios para la regeneración.

Los programas de manejo forestal pretenden promover la regeneración natural por medio de la extracción; para ello se crean perturbaciones reguladas que permiten el establecimiento de especies heliófitas como la caoba y el cedro, que son las especies de mayor valor económico y con más problemas para su establecimiento. Para ello se emplea una variante del método de selección: la selección individual o entresaca regularizada y por bos-



quetes tipo “femel” (DTF 1990), la cual permite regular el tamaño y distribución de los claros creados mediante la extracción.

### El beneficio

Dado que, bajo las condiciones actuales, la repoblación de la selva no puede depender únicamente de la regeneración natural, se realizan plantaciones sistemáticas de enriquecimiento, no como complemento a la regeneración natural sino como garantía de la futura presencia de especies deseables de alto valor (caoba, cedro, granadillo, siricote). Inmediatamente después de la extracción, se reforesta, a una distancia de 3 m por 3 m, en los claros al pie del tocón, cruces de carriles de arrime, bacadillas (áreas de acopio de trozas), orillas de caminos y en todos aquellos lugares con condiciones soleadas adecuadas. Los ejidos de Petcacab, Tres Garantías y Caoba poseen viveros propios que obtienen la semilla de árboles tumbados y árboles en pie en sus reservas de semilla. Los otros ejidos obtienen plántulas de caoba del vivero de la Secretaría de Defensa Nacional. Los ejidatarios mismos hacen las plantaciones de enriquecimiento y reciben un pago del mismo ejido.

### La ordenación

Las superficies de aprovechamiento anual en cada ejido son variables pues dependen de las condiciones del bosque por aprovechar. Las áreas de corta son un indicador únicamente, puesto que el volumen es el que regula el avance del aprovechamiento. Con el objeto de asegurar la estabilidad en el volumen de cosecha anual en los ejidos de la organización, durante el resto de las anualidades que comprenden el primer ciclo de corta, se suman y se dividen los resultados obtenidos de los inventarios forestales entre las anualidades restantes.

**La especie guía.-** La caoba reúne una serie de características ecológicas que la sitúan en las mejores condiciones para ser tomada como especie

**Cuadro 2.**  
Diámetros mínimos de corta

Diámetro (cm)	Grupo de especies
55	Amapola ( <i>Pseudobombax ellipticum</i> )
	Chicozapote ( <i>Manilkara zapota</i> )
	Caoba y cedro
35	Sacchaka ( <i>Dendropanax arboreus</i> )
	Comunes tropicales blandas*
	Comunes tropicales duras**
	Ramón ( <i>Brosimum alicastrum</i> )

\* Incluye, entre otras especies, *Metopium brownei*, *Lysiloma latisiliqua*, *Sickingia salvadorensis* y *Pouteria* spp.

\*\* Incluye las especies *Bursera simaruba* y *Simarouba glauca*, entre otras.

**Cuadro 3.**  
Categorías silvícolas

Categoría	Rango del diámetro normal (cm)	
	Grupo I*	Grupo II**
Repoblado	10 - 24,9	10 - 24,9
Reserva	25 - 54,9	25 - 34,9
Cortable	55 y más	35 y más

\*Caoba, cedro y amapola

\*\* Las demás especies

guía: carácter pionero tardío, longevidad, dimensiones, posición dominante y calidad del fuste. Las áreas de corta se definen con base en los volúmenes existentes de la especie guía, por lo que en cada ejido se tienen superficies de aprovechamiento de distinto tamaño cada año.

**Diámetro mínimo de corta.-** La fijación del diámetro mínimo de corta es un criterio que se sigue utilizando en los trópicos como elemento de regulación para el manejo de masas heterogéneas, y representa el factor decisivo para la estimación del ciclo de corta. Mediante la conservación de las clases diamétricas inferiores al diámetro mínimo de corta (DMC), se espera poder garantizar una producción anual sostenida. Los diámetros mínimos que se han venido utilizando en la región para las principales especies se derivan del tamaño alcanzado por cada una (Cuadro 2).

**Ciclo de corta.-** En la zona se está aplicando un sistema policíclico que respeta la estructura natural del bosque y el principio de que existen gran cantidad de individuos de diferentes edades y categorías diamétricas. Este sistema trata de lograr una distribución regular, de tal manera que permita la división del arbolado en varios ciclos de corta. Las existencias totales se agrupan en tres categorías silvícolas según el diámetro mínimo de corta establecido para cada una de las especies (Cuadro 3). La categoría silvícola de cortable representa el primer ciclo de corta, la reserva el segundo, el repoblado el tercer ciclo y la regeneración con menos de 10 cm de diámetro, el cuarto ciclo.

Desde 1990 se han venido estableciendo parcelas permanentes de muestreo en algunos ejidos forestales en Quintana Roo con la finalidad de conocer los incrementos diamétricos de las especies foresta-

les de mayor importancia comercial. Análisis preliminares de las mediciones han sido utilizados en la elaboración de un modelo para manejo sustentable de las selvas de Quintana Roo (MOSQUIRO), desarrollado por Denis Alder en 1997, dentro de un proyecto financiado por el “Quintana Roo Forest Management Project”/DFID, Reino Unido. Con base en los incrementos detectados con las mediciones de las parcelas permanentes (8 mm para la caoba y 4 mm para las comunes tropicales), pareciera que un periodo de 25 años es suficiente para que los árboles puedan pasar de una categoría diamétrica a la siguiente. Sin embargo, los resultados provienen de un número reducido de parcelas, por lo que es importante promover el establecimiento de una mayor cantidad de parcelas con una distribución que contemple una mayor diversidad de condiciones de bosque y suelo (ver Snook 1999, 2000, Whigham *et al.* 1999). Las existencias por hectárea en cada una de las categorías, calculadas con base en los inventarios, permiten inferir que en cada categoría hay suficientes individuos como para asegurar aprovechamientos en los siguientes ciclos, con un volumen y área basal similares a las existencias actuales (Cuadro 4).

**Turno.-** Se ha definido un turno de 75 años calculado a partir de la especie guía (la caoba), por extrapolación de la información epidemétrica y considerando un incremento

medio anual de 0,8 cm. Estos valores deberán ser analizados y discutidos en el programa de manejo del segundo ciclo de corta, ya que en este los datos de las parcelas permanentes de medición son indispensables. También es deseable incorporar al mismo programa de manejo los resultados de otros estudios realizados en la zona, relacionados con las actividades de manejo y las condiciones del bosque residual.

#### Presencia de caoba en la Selva

Para tener una idea de la distribución de la caoba en dos ejidos de la organización, a continuación se presentan datos generados con los inventarios forestales (Cuadro 4). El ejido Petcacab cuenta con una gran riqueza forestal, en tanto que el potencial de Chacchoben es más bajo.

En Petcacab, la presencia de caoba es mayor debido a que son bosques maduros y no han sufrido grandes perturbaciones naturales. Además, la gran extensión de bosques que tiene el ejido limita la presión humana sobre ellos. Otro elemento de gran peso es que desde que se inició el PPF, los volúmenes de aprovechamiento fueron calculados de manera muy conservadora. Por otra parte, Petcacab ha sido un ejido chiclero, por lo que existen pocas perturbaciones causadas por las actividades agropecuarias. En Chacchoben, las existencias tan reducidas de caoba se deben, principalmente, a que su área forestal per-

manente se incendió hace aproximadamente 30 años y se encuentra en proceso de recuperación. De manera general, los datos reflejan que en estos bosques hay una mayor proporción de individuos con diámetros menores, lo cual garantiza cosechas a largo plazo.

#### Producción forestal

Los volúmenes anuales de aprovechamiento autorizados en los cinco ejidos mencionados generan unos 23,5 millones de pesos anuales (US\$2,1 millones; Cuadro 5). Los mayores ingresos se obtienen con las maderas preciosas, no sólo porque su precio es mayor sino también porque el volumen total aprovechado se logra comercializar, en tanto que de las especies comunes tropicales blandas y duras se comercializa un 30% aproximadamente, por limitaciones de mercado.

El ingreso anual permite a los ejidos de la organización financiar el Servicio Técnico Forestal, el cual está integrado actualmente por ocho profesionales que, en su mayoría, son vecinos de los mismos ejidos. La clave para que los ejidos que integran esta organización hayan conservado en buenas condiciones sus selvas es que la actividad les genera empleos y es altamente rentable, en comparación con las actividades agropecuarias. Sin embargo, esta aparente riqueza económica ha hecho que los gobiernos limiten cada día más la inversión pública en el sector.

**Cuadro 4.**

Distribución de caoba en una hectárea tipo en los ejidos Petcacab y Chacchoben (basado en inventarios de las superficies residuales del primer ciclo de corta (14.000 ha y 2000 ha, respectivamente).

Categoría silvícola	No. de árboles		Área basal (m <sup>2</sup> )		Volumen de fuste limpio (m <sup>3</sup> )	
	Petcacab	Chacchoben	Petcacab	Chacchoben	Petcacab	Chacchoben
Replantado (10 – 24,9 cm)	6,469	2,422	0,254	0,089	2,552	0,890
Reserva (25 – 54,9 cm)	2,128	0,752	0,307	0,116	2,148	0,880
Cortable (> 55 cm)	0,468	0,334	0,161	0,100	1,084	0,791
<b>Total</b>	<b>9,066</b>	<b>3,507</b>	<b>0,721</b>	<b>0,304</b>	<b>5,784</b>	<b>2,562</b>

**Cuadro 5.**  
Volúmenes aprovechables anualmente y su valor económico

Ejido	Volúmenes anuales autorizados (m <sup>3</sup> )				Ingreso anual (millones de pesos)*			
	Preciosas	Blandas	Duras**	Total	Preciosas	Blandas	Duras**	Total
Petcacab	2.153	4.353	15.023	21.529	7	1,00	3,0	11,0
Tres Garantías	565	1.866	10.174	12.605	2	0,50	2,0	4,50
San Francisco Botes	341	1.403	2.075	3.819	1	0,35	0,4	1,75
Caoba	310	2.441	9.835	12.586	1	0,60	2,0	3,60
Chacchoben	280	1.849	6.289	8.418	0,9	0,45	1,3	2,65
<b>Total</b>	<b>3.649</b>	<b>11.912</b>	<b>43.396</b>	<b>58.957</b>	<b>11,9</b>	<b>2,90</b>	<b>8,7</b>	<b>23,50</b>

\* Al cambio de 11 pesos/US\$

\*\* Incluye palizada de diámetros menores

### Actividades para garantizar la sostenibilidad

La preocupación constante de la organización ha sido garantizar el buen uso de los recursos forestales. Así, en 1992 recibió un reconocimiento por parte de la Scientific Certification Systems por el buen manejo de los recursos naturales. De 1991 al 2000 se mantuvo un convenio de manejo forestal que le permitió a la organización y a los ejidos Petcacab, Tres Garantías y Caobas recibir la certificación del buen manejo forestal por parte del programa SmartWood de la Rainforest Alliance. Este organismo internacional certifica que los bosques evaluados son fuentes bien manejadas de productos maderables, que las prácticas de manejo forestal no contribuyen a la destrucción de los bosques sino que tienen un impacto mínimo sobre el medio ambiente, un impacto positivo sobre las comunidades y son económicamente viables. Actualmente se está esperando la firma de un nuevo convenio. Sin embargo, la certificación significa un costo bastante alto para los ejidatarios, ya que implica no solo el pago de las evaluaciones y de las revisiones, sino de las acciones necesarias para cumplir con las recomendaciones. Hasta la fecha, el certificado ecológico para los ejidatarios no significa más que el reconocimiento de sus políticas

de buen manejo, pero tienen la confianza de que con el paso del tiempo los gobiernos y los consumidores se integren a este gran esfuerzo de conservación, y apoyen y estimulen el uso de productos certificados.

A continuación se presenta un listado de las actividades que se están realizando para hacer un manejo sustentable de la selva:

- Inventarios forestales de especies maderables a partir de 10 cm de dap.
- Definición de áreas de reserva con superficies variables por decisión de los propios ejidatarios.
- Planificación de las áreas de corta conforme a las existencias comerciales de caoba (especie guía).
- Utilización de maquinaria de impacto reducido (tractores agrícolas modificados para la extracción de madera en rollo).
- Protección de la vegetación residual a través de la planificación del arrastre y la ubicación de bacardillas.
- El enriquecimiento de la superficie perturbada en las áreas de corta de cada anualidad a un espaciamiento de 3 m x 3 m.
- Establecimiento de áreas semilleras de acuerdo a los criterios establecidos por la CONAFOR y con apoyo de ésta (ya establecidas en los ejidos de Caoba, Tres Garantías y Petcacab).
- Manejo de recursos forestales no maderables para aumentar los

ingresos por hectárea sin presionar tanto a unas pocas especies.

- Establecimiento de parcelas agroforestales en áreas agrícolas fuera de las áreas de producción forestal permanente.
- Actividades de inspección y vigilancia.

### Problemática

Entre los diferentes problemas por los que atraviesa el sector forestal en estos momentos, podemos citar algunos que se derivan principalmente de que a los campesinos se les ha dejado solos con la responsabilidad de conservar las selvas.

- Desinterés de la administración pública (principalmente gobierno estatal) por fomentar y fortalecer el desarrollo de la actividad forestal.
- Ausencia de políticas públicas que impulsen el desarrollo forestal en el estado, a partir de las necesidades reales del sector y de las inquietudes de los productores.
- Poca comprensión de parte de muchos actores dentro de la administración pública, de la problemática que enfrenta el sector forestal, lo cual dificulta la toma de decisiones de manera eficiente y expedita.
- Falta de comunicación eficiente entre los ejidos forestales y el gobierno del estado, lo que se traduce en desconfianza y apatía.


- Conflicto de intereses entre los actores principales de la actividad forestal en el estado, lo cual impide el florecimiento de dicha actividad.
- Estructura organizacional deficiente; sistema administrativo inadecuado para las condiciones actuales de cada uno de los ejidos.
- Falta de liquidez ocasionada por la forma de pago por parte de los compradores.
- Ausencia de líderes.
- Incapacidad económica para la reinversión.
- Altos costos de producción.
- Uso de maquinaria obsoleta.
- Condiciones naturales de la zona que dificultan la extracción durante la temporada de lluvias, lo que limita la producción potencial de maderas duras.
- Mercado muy reducido para las maderas de especies duras y blandas, en comparación con el potencial productivo.
- Poca capacidad para la transformación de maderas duras.
- Introducción en el mercado de productos de importación con grandes facilidades.

- La certificación ecológica no es redituable económicamente, ni ha proporcionado ventajas comparativas importantes con otros productores, ante el mercado.
- Falta de tecnología apropiada para llevar a cabo un proceso productivo más eficiente, desde la extracción hasta la transformación de los productos.
- Poco impulso a la investigación aplicada.
- Limitado financiamiento de la asistencia técnica.
- Limitada inversión pública.

### Perspectivas del sector forestal

El manejo forestal comunitario y sostenible es un tema que ha emergido a raíz del creciente interés en la conservación de los recursos naturales. A lo largo de los años, los campesinos se han apropiado de las técnicas de manejo forestal; sin embargo, después del PPF los gobiernos han perdido el interés en el trabajo conjunto y han dejado solos a los campesinos en esta gran labor. Para fortalecer al sector forestal quintanarroense es necesario tener en cuenta que la conservación de las grandes extensiones de selvas no se

puede realizar sin los campesinos, pero que tampoco la pueden realizar solo ellos sino que debe ser una misión conjunta entre los ejidatarios y los gobernantes. Por ello, consideramos que lo primero que debe existir es una política pública sana, eficiente y acorde a las necesidades de la población y de las selvas. Entre las grandes tareas a resolver vemos las siguientes.

- Auto-financiamiento de los servicios técnicos forestales debido a que únicamente los ejidos grandes como Petcacab tienen la capacidad económica para financiar al 100% su asistencia técnica.
- Inversión en la industria forestal con especial énfasis y apoyo para el establecimiento de industrias dedicadas a la transformación de maderas comunes tropicales duras.
- Aliviar la presión en las selvas mediante el impulso a actividades que diversifiquen el uso del suelo con enfoques de sustentabilidad.
- Formulación de políticas públicas que impulsen al sector forestal estatal.
- Promoción de la investigación forestal aplicada. 

### Literatura citada

- Barrera de Jorgenson, A. 1994. La extracción del chicle y la conservación del chicozapote (*Manilkara zapota*) en las selvas de Quintana Roo, México. In Snook, L.; Barrera de Jorgenson eds. 1994. Madera, chicle, caza y milpa: contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México. Mérida, Yucatán, PROAFT, INIFAP, USAID, WWF-US. 135 p.
- Dirección Técnica Forestal. 1990. Estudio de manejo integral forestal (EMIF) de la Sociedad de Productores Forestales Ejidales de Quintana Roo, S.C. Chetumal, Quintana Roo, México. 543 p. (Mimeografiado).
- Flachsenberg, H; Galletti, H. 1999. El manejo forestal de la selva en Quintana Roo, México. In Primack RB; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. eds. La Selva Maya: conservación y desarrollo. México, DF, Siglo XXI Editores. p. 74-97.
- Galletti, H. 1999. La Selva Maya en Quintana Roo (1983-1996). Trece años de conservación y desarrollo comunal. In Primack RB; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. eds. La Selva Maya, conservación y desarrollo. México, DF, Siglo XXI Editores. p 53-73.
- Nolasco Morales, A; Carreón Mundo, M; Hernández Hernández, C; Ibarra, E; Snook, L. 2005. El manejo de la caoba en Quintana Roo, México. Legislación, responsabilidades y apoyo gubernamental. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:19-26.
- Santos Jiménez, V; Mas Kantún, P; López, C; Snook, L; Escobar Ruiz, C. 2005. El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la zona maya, México. Desarrollo histórico, condiciones actuales y perspectivas. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:27-36.
- Snook, L. 1999. Aprovechamiento sostenido de caoba (*Swietenia macrophylla* King) de las selvas de la península de Yucatán, México: pasado, presente y futuro. In Primack, RB; Bray, D; Galletti, HA; Ponciano, I. (eds) La Selva Maya: conservación y desarrollo. México, DF, Siglo Veintiuno Editores. p. 89-119
- Snook, L. 2000. Regeneración y crecimiento de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en las selvas naturales de Quintana Roo, México. Ciencia Forestal en México 25(87):59-76.
- Snook, L. 2005. Aprovechamiento sostenido de la caoba en la Selva Maya de México. De la conservación fortuita al manejo sostenible. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:9-18.
- Whigham, D F; Lynch, JF; Dickinson, MB. 1999. Dinámica y ecología de los bosques naturales y manejados en Quintana Roo, México. Capítulo 17. In Primack, R; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. eds. 1999. Selva Maya: conservación y desarrollo. México, DF, Siglo XXI Editores. p. 475.

# Regeneración y silvicultura de la caoba en la Selva Maya mexicana, Ejido de Noh Bec

**Luis Alfonso Argüelles**

*Tropical Rural Latinoamericana, A.C.,  
Chetumal, Quintana Roo, México;  
alfarguelles@prodigy.net.mx.*

**Timothy Synnott**

*Estudios Forestales Synnott, Saltillo,  
Coahuila, México*

**Salvador Gutiérrez**

*Trópica Rural Latinoamericana, A.C.,  
Chetumal, Quintana Roo, México*

**Bernabé del Angel**

*Ejido Noh Bec, Quintana Roo, México*

El reto de los productores es instrumentar prácticas silvícolas para la regeneración y crecimiento de la caoba en el marco de una operación forestal rentable. Esto es particularmente complejo en el contexto mexicano de las empresas sociales forestales, ya que las escasas utilidades que generan se dividen entre un numeroso grupo social; de hecho, los principales beneficios de la actividad forestal son empleos comunitarios.



## Resumen

CITES exige que los productores de caoba que quieren exportar deben desarrollar y aplicar prácticas silviculturales que aseguren la sostenibilidad. En el sur de Quintana Roo, México, se han probado varias técnicas, incluyendo la plantación de plántulas de caoba en carriles de arrime, claros producidos por la tumba y en patios de acopio (*bacadillas*). Quince años después, en el ejido de Noh Bec, se encontró que la caoba no había sobrevivido en los carriles ni en los claros; sin embargo, en bacadillas sobrevivían con una densidad promedio de 58 árboles/ha y habían crecido un promedio de 0,83 cm/año de diámetro. Para mejorar su forma y crecimiento, se ha aplicado corta de lianas, podas y aclareos. En 2001, se iniciaron ensayos para crear claros de >1000 m<sup>2</sup> al tumbar grupos de árboles. En los claros se plantan plántulas de caoba con un espaciamiento de 3 x 3 m. Se espera una tasa de supervivencia de 5%, para tener 10 árboles de caoba por claro. El ejido Noh Bec es líder en el diseño de técnicas para asegurar la producción sostenible de la caoba, en parte porque su producción anual de 1545 m<sup>3</sup> de caoba les rinde el 50% del ingreso líquido al ejido, que gana un millón de dólares por año con la producción de madera.

**Palabras claves:** Caoba; *Swietenia macrophylla*; regeneración; silvicultura; forestería social; sostenibilidad; México.

## Summary

### **Regeneration and silviculture of mahogany in Mexico's Maya Forest, ejido of Noh Bec.**

CITES listing requires that mahogany producers who seek to export must develop and apply silvicultural practices to ensure sustainability. In southern Quintana Roo, Mexico, several alternative regeneration techniques have been tested. Fifteen years after starting to plant mahogany seedlings in log yards, skid trails, and felling gaps, foresters and community members in the ejido of Noh Bec observed that mahogany seedlings had not survived in skidtrails or felling gaps. However, they had become successfully established in log yards (ca. ¼ ha), at densities averaging 58 mahogany trees/ha, that had grown an average of 0,83 cm/yr in diameter. Vine cutting, pruning, and thinning are now being applied to improve the growth and form of these trees. In 2001, initial trials were established to regenerate mahogany in gaps produced by felling trees in groups, to create clearings >1000 m<sup>2</sup>. There mahogany seedlings are planted at a density of 3 x 3 m. It is estimated that 5% of the seedlings will survive, yielding 10 mahogany trees in each gap. Noh Bec has been a leader in testing silvicultural techniques for ensuring sustainable production of mahogany, in part because their annual mahogany harvest of 1545 m<sup>3</sup> provides 50% of the income to this community, which earns \$1 million US/yr from timber sales.

**Keywords:** Mahogany; *Swietenia macrophylla*; regeneration; silviculture; social forestry; sustainability; Mexico.

En el 2002, la caoba (*Swietenia macrophylla* King) fue incluida en el apartado II del CITES<sup>1</sup>; esto significa que aquellos productores que pretenden exportar caoba deben introducir prácticas silvícolas que aseguren la sostenibilidad de la especie. El reto de los productores es, entonces, instrumentar prácticas silvícolas para la regeneración y crecimiento de la caoba en el marco de una operación forestal rentable. Esto es particularmente complejo en el contexto mexicano de las empresas sociales forestales, ya que las escasas utilidades que generan se dividen entre un numeroso grupo social; de hecho, los principales beneficios de la actividad forestal son empleos comunitarios. En el presente documento se describen algunas de las experiencias en la Selva Maya y los métodos usados para promover la regeneración y el crecimiento de la caoba. Con esto se pretende contribuir a entender la autoecología de la especie y a clarificar las entradas operativas silviculturales para abordar el reto silvícola de sostener la caoba en bosques de producción.

### Prácticas de reforestación que prevalecieron entre 1950 y 1983

La Ley Forestal Mexicana de 1960 exigía que por cada árbol cosechado se plantaran al menos diez arbolitos. Para cumplir con esta obligación, la empresa Maderas Industrializadas de Quintana Roo, S.A. (MIQRO), que tenía la concesión del aprovechamiento de caoba en los bosques del sur de Quintana Roo, reforestaba mediante el método denominado *plantaciones de enriquecimiento bajo dosel protector*. Este consistía en abrir brechas paralelas de 1,5 m de ancho con dirección E-O y sem-

brar una planta cada 2-3 m. Nunca se reforestaba en las áreas de corta; por el contrario, la plantación se establecía en áreas de fácil acceso, en zonas aledañas a las carreteras federales y caminos rurales. Esto se justificaba con el argumento de que en la temporada de lluvias no había acceso a las áreas forestales; también se decía que las plantaciones en brechas serían menos susceptibles al ataque del barrenador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella*) (Zapata 1966 citado por Villasalas 1981).

La forma de organización de la actividad maderera en el ejido ha evolucionado a través de dos décadas. En el año 2000, los ejidatarios constituyeron la empresa Noh Bec SPR, que tiene a su cargo el desarrollo industrial forestal. Las operaciones de manejo forestal y la cadena de custodia de Noh Bec han sido certificadas mediante el sistema del FSC.

Mientras tanto, en los campos experimentales forestales del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF, luego INIFAP), tanto en San Felipe Bacalar<sup>2</sup>, Quintana Roo como en El Tormento, Campeche, se habían establecido con éxito plantaciones experimentales mediante el sistema *taungya* (en combinación con cultivos agrícolas). Esta situación contrastaba con las

plantaciones bajo dosel protector que nunca se desarrollaron; no obstante, a pesar de la evidencia, no hubo cambios en el método de reforestación de la empresa MIQRO.

### Prácticas de reforestación en el Plan Piloto Forestal (1983-2000)

En 1983 terminó la concesión forestal a la empresa MIQRO. A partir de esa fecha, los ejidos forestales<sup>3</sup> se convierten en el sujeto social responsable del aprovechamiento forestal en Quintana Roo, y adquieren el compromiso de reforestación que marcaba la ley forestal vigente. Lo primero que hicieron fue demostrar que las plantaciones bajo dosel protector no servían, y que la regeneración natural era evidente en los caminos forestales abandonados y en algunos patios de almacenamiento y carga de troncos (*bacadillas*), que se habían limpiado con maquinaria.

Los grupos campesinos no creían que valiera la pena establecer plantaciones de enriquecimiento, pero estaban conscientes de su obligación de cumplir con la ley forestal. Por lo tanto, aceptaron reforestar mediante siembra directa con semillas de caoba en los claros que abría la operación forestal (huecos al pie de tocón, carriles de arrime, caminos y bacadillas). Por primera vez se invertía para regenerar el sitio sujeto a un aprovechamiento forestal.

En los primeros años los resultados fueron alentadores; sin embargo, en algunos ejidos la semilla no germinó, sin que hubiera una explicación clara (ver también Negreros-Castillo *et al.* -pag. 84- en este mismo número). Se argumentó que la semilla perdió viabilidad por la demora de las lluvias, porque hubo infestación por

<sup>1</sup> Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre.

<sup>2</sup> Carlos Moreno Ongay (técnico forestal-investigador del INIF de 1974 a 1989) menciona que la entonces Secretaría de Agricultura y Ganadería, en lo que hoy es el Centro Experimental Forestal San Felipe Bacalar Quintana Roo, México, estableció en 1964 una plantación de 16 ha utilizando el sistema *taungya* (caoba con maíz). El éxito fue evidente y la plantación se convirtió en rodal demostrativo.

<sup>3</sup> Un ejido es un sistema de tenencia colectiva de la tierra en México, a través del cual un grupo de personas tiene derechos de uso y beneficio de un área de terreno cedido por el gobierno. Los terrenos forestales ejidales no se pueden subdividir ni vender.

hongos, e inclusive porque los animales se habían comido las semillas. Esta situación obligó a las comunidades a reforestar con plantas producidas en los viveros oficiales. Se hizo costumbre plantar con arbolitos cuando no funcionaba la siembra directa.

Por otro lado, se continuó con observaciones de campo en aquellos sitios donde la regeneración natural era abundante. Para sistematizar estas observaciones, se localizaron bacadillas de edades más o menos conocidas en Noh Bec, donde se midieron los árboles para evaluar las tasas de regeneración y crecimiento (Álvarez 1987, Snook 2000). Las investigaciones confirmaron que había una relación directa entre la regeneración de caoba y la presencia de árboles semilleros cercanos a claros suficientemente grandes (de ¼ a 1 ha). Por esta razón, se promovió que los ejidos construyeran las bacadillas en lugares cercanos a árboles semilleros. También se intentó que los caminos secundarios se orientaran de este a oeste para que recibieran mayor cantidad de horas luz; no obstante, por el aumento en los costos, esto no se convirtió en una práctica regional.

Prevalció la práctica de plantar caoba en carriles de arrime, huecos a pie de tocón y bacadillas. Estas actividades se fortalecieron en la década de 1990, con las inversiones del Programa Nacional de Reforestación que financió el establecimiento de viveros. Así, se abandonó la práctica de siembra directa y se optó por plantar plantas de caoba producidas en los viveros ejidales.

### **Nuevas prácticas para la regeneración de la caoba en el Ejido Noh Bec**

#### **El caso del Ejido Noh Bec**

El Ejido Noh Bec se ubica en el centro del estado de Quintana Roo; fue fundado en 1936 por un grupo de familias que, en la década de 1940,

se constituyeron en cooperativa para aprovechar el chicle (látex del árbol *Manilkara zapota*, usado para producir goma de mascar). En 1957, el territorio del ejido quedó dentro de la concesión forestal que el gobierno mexicano otorgó a la empresa MIQRO (ver Galletti 1994 y Snook 1999 y 2005 – pag. 9 – en este número, para la historia forestal de Quintana Roo). Durante más de dos décadas, el chicle, bajo control de la cooperativa ejidal, coexistió con la explotación maderera en manos de la MIQRO. Recién en 1983 el Ejido Noh Bec tuvo la libertad de asumir su propio proceso de autogestión para el manejo forestal con finalidades maderables.

La comunidad de Noh Bec se caracteriza por su economía eminentemente forestal: el ingreso anual por venta de madera es del orden de un millón de dólares y el de chicle es de aproximadamente US\$52.000. La actividad forestal genera alrededor de 150 empleos permanentes y permite un reparto anual de utilidades de US\$1.800 por socio.

Noh Bec está formado por 216 socios. Su territorio es de 24.120 hectáreas, de las cuales 18.000 ha de selva mediana constituyen el área de producción forestal permanente y 700 ha el área de reserva (ver en este mismo número, Cámara-Cabrales y Snook -pag. 60-, Negreros-Castillo *et al.* -pag. 84- y Snook *et al.* -pag. 91-, para mayores detalles sobre este tipo de bosque). La gestión forestal está a cargo del Comisariado Ejidal

(conformado por un presidente, un secretario y un tesorero). Para ejecutar el plan de manejo, Noh Bec tiene una oficina de manejo forestal que cuenta con personal técnico de la propia comunidad. Cada año cosechan 1545 m<sup>3</sup> de caoba y 4500 m<sup>3</sup> de otras especies tropicales; de hecho, se aprovechan más de 20 especies maderables.

La forma de organización de la actividad maderera en el ejido ha evolucionado a través de dos décadas (Richards 1991, Kiernan y Freese 1997, Argüelles y Sánchez 1998, Flachsenberg y Galletti 1999, Galletti 1999). En el año 2000, los ejidatarios constituyeron la empresa Noh Bec SPR, que tiene a su cargo el desarrollo industrial forestal. Noh Bec SPR cuenta con un parque de maquinaria de extracción, dos aserraderos y una carpintería. Las operaciones de manejo forestal y la cadena de custodia de Noh Bec han sido certificadas mediante el sistema del FSC (Forest Stewardship Council), tanto para madera como para chicle.

En la organización administrativa de Noh Bec, la Asamblea General<sup>4</sup> es la máxima autoridad de gobierno, la cual nombra al Comisariado Ejidal, al administrador de la oficina de manejo forestal, al consejo de administración de Noh Bec SPR y al contador general, quien proporciona servicios tanto al ejido como a Noh Bec SPR. Sólo la cooperativa chiclera tiene autonomía en su consejo de administración. Sin embargo, todos los sectores rinden cuentas, cada primer domingo del mes, ante la Asamblea General Ejidal. Noh Bec SPR y la cooperativa chiclera mantienen relaciones de compra-venta con el ejido: la primera paga al ejido la madera al pie del tocón y la segunda paga al ejido el “derecho de monte” por el aprovechamiento del chicle.

<sup>4</sup> La Asamblea General de un ejido es una reunión formal de todos los hombres miembros del ejido y mujeres viudas que representan a sus difuntos maridos.

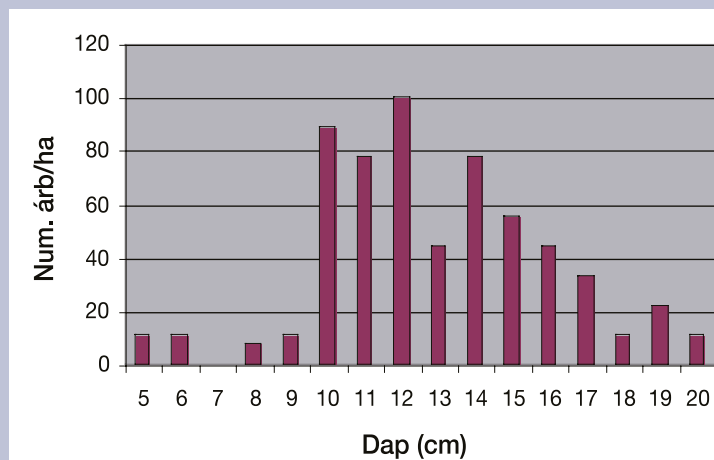


La comunidad de Noh Bec se caracteriza por su economía eminentemente forestal: el ingreso anual por venta de madera es del orden de un millón de dólares y el de chicle es de aproximadamente US\$52.000. La actividad forestal genera alrededor de 150 empleos permanentes y permite un reparto anual de utilidades de US\$1.800 por socio. Para destacar la importancia de la caoba, basta señalar que representa aproximadamente el 50% del ingreso líquido del ejido. El resto corresponde al aprovechamiento de maderas blandas y duras tropicales y al chicle.

#### Prácticas de regeneración de la caoba en Noh Bec

Quince años después de iniciadas las plantaciones de enriquecimiento, se hicieron observaciones de campo para evaluar qué había pasado en las áreas reforestadas. Se encontró que en los carriles de arrime y en los huecos al pie de tocón el dosel se había cerrado y, por consiguiente, las plantas de caoba habían muerto o no se habían desarrollado (Argüelles y del Ángel 1999). Por el contrario, en las bacadillas el éxito era evidente: los árboles de caoba crecían, formando un bosque coetáneo. También se encontraron bosquetes en donde la caoba plantada era dominada por especies como el tzalam (*Lysiloma latisiliqua*) y el chakteviga (*Caesalpinia platyloba*). En algunas bacadillas sobrevivieron pocos árboles de caoba, sin que haya una explicación clara al respecto; pudiera deberse a que no se plantó toda la bacadilla, o a la mortalidad causada por bejucos, maleza o alguna plaga.

Para dar una idea respecto al estado de estos bosquetes, se tomó una muestra de 900 m<sup>2</sup> en una bacadilla que se había plantado hace 15 años, en donde el éxito de la plantación era evidente. Se calculó que



**Figura 1.** Distribución diamétrica de árboles de caoba en un bosque de árboles 15 años después de plantados en una bacadilla

había unos 600 árboles de caoba por hectárea con un dap promedio de 13,4 cm y una altura total promedio de 13,1 m (Fig. 1, Fig. 2). El bosque se definió como mixto porque se encontraron especies comerciales como chacá rojo (*Bursera simaruba*), sac-chacá (*Dendropanax arboreus*), chechen (*Metopium brownei*) y yax-nik (*Vitex gaumeri*), derivadas de la regeneración natural. Además se registró regeneración de chicozapote (*Manilkara zapota*) con más de un metro de altura. Otro aspecto notable era la gran cantidad de bejucos que entrelazaban las copas; inclusive hubo casos de copas completamente envueltas.

Argüelles y del Ángel (1999) adaptaron el método de muestreo diagnóstico<sup>5</sup> para cuantificar el número de árboles prometedores (sanos, con fuste derecho y bien conformado y copa con luz plena) en cinco bosquetes de caoba con edades entre 10 y 15 años; tales bosquetes provienen de las plantaciones de enriquecimiento en las bacadillas. El número de árboles de caoba prometedores tuvo un rango de 47 a 75/ha,

con un promedio de 58/ha. El dap promedio variaba entre 8,8 y 14,4 cm, con un crecimiento diamétrico promedio anual de 8,3 mm. La altura de fuste limpio variaba entre 6,9 y 7,9 m. A pesar de que no se aplicaron tratamientos silvícolas, el número de árboles prometedores de caoba por hectárea fue superior al número encontrado en rodales derivados de la regeneración natural, como en 'El Pozo Comenzado' (12 árboles/ha) y 'El Remate' (28 árboles/ha), los cuales son reconocidos por su abundancia de caoba.

Los resultados de las evaluaciones de los bosquetes animaron a los socios del Ejido a aplicar ensayos de raleo y poda para favorecer a los árboles prometedores. Así, se pudo demostrar que la poda puede aumentar hasta en 2 m el fuste limpio en los árboles de caoba. También se comprobó que los bejucos deben ser eliminados seis meses antes de efectuar un tratamiento de raleo y/o poda, ya que esto permite evaluar la forma y calidad de los árboles y evita que un árbol arrastre o dañe a otros al ser derribado.

<sup>5</sup> Se dividió el bosque en cuadros de 10 x 10 m y en cada uno de ellos se eligió el árbol prometedor (sano, buen fuste, dominante o codominante).

Foto:



Figura 2. Rodal de árboles de caoba plantados hace 15 años

Localización de grupos de árboles-claros potenciales

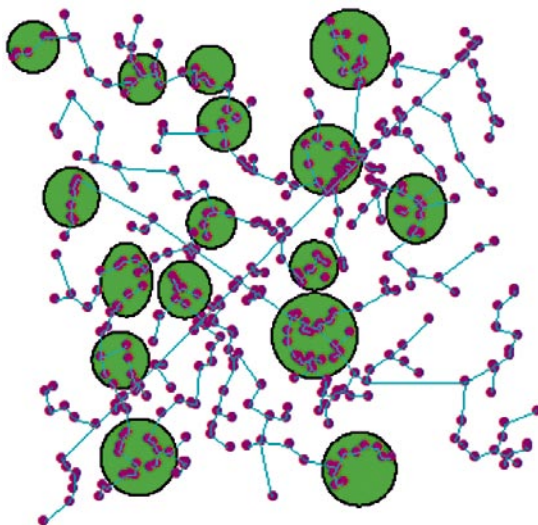


Figura 3. Mapa de árboles comerciales y vías de extracción

Además, se estudió el tamaño de las aperturas en el dosel producidas por la cosecha de cinco o más árboles en grupo. En el año 2000 se midieron cinco claros, de los cuales el tamaño mínimo fue de 1000 m<sup>2</sup>. Para limpiar los claros hubo que cosechar los árboles que quedaron en pie en el interior del claro, principalmente de chicozapote (*Manilkara zapota*) y zapotillo (*Pouteria unilocularis*). Fue necesario derribar árboles con diámetros inferiores al mínimo de corta en la región, lo cual está previsto en el Programa de Manejo Forestal (PMF) de Noh Bec (Argüelles y Sánchez 1998) y se tiene la autorización de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Además, es económicamente factible porque existe mercado para la madera rolliza (llamada *palizada* en la región) que se utiliza en construcciones rústicas de la zona turística del Caribe. Esto permite recuperar parte de los costos de la limpieza de claros.

En el año 2001 se iniciaron las plantaciones de enriquecimiento en grupo. Con este fin, mediante el método de rumbo y distancia se mapearon los árboles comerciales en el área anual de corta (ACA) y se integraron a un Sistema de Información Geográfica (Fig. 3). Esto permitía localizar los sitios en donde, previsiblemente, habría cosecha de árboles en grupo. Se localizaron 71 claros en las 468 ha del área de corta del 2001. El tamaño promedio fue de 1800 m<sup>2</sup>, con una variación entre 900 y 3150 m<sup>2</sup>.

A continuación, en cada claro se cosecharon los árboles que quedaron en pie y se retiró el ramaje hasta dejar completamente limpio el sitio (Fig. 4). Luego, se plantó caoba a una distancia de 3 x 3 m; se sembraron aproximadamente 200 arbolitos por claro (equivalente a 1.111/ha). De acuerdo con los resultados del muestreo diagnóstico realizado en los bosquetes, se calculó que sólo el 5,4% de los arbolitos plantados llegarían a ser parte de la cosecha futura; o sea que aproximadamente 10 árboles prometedores sobrevivirán y



**Figura 4.** Limpia de un claro mediante la tumba de árboles residuales

crecerán por claro. Indudablemente habrá más árboles, pero su crecimiento será muy lento, o podrían morir antes de llegar a adultos, sobre todo si no se invierte en raleos y podas. La expectativa, entonces, es tener 710 árboles de caoba cosechables como resultado de plantar los 71 claros en el ACA 2001.

Para tener una idea acerca del aporte de las plantaciones de enriquecimiento en grupo, cabe señalar que del ACA 2001 se cosecharon 772 árboles de caoba. Por tanto, se espera que el método de plantaciones en grupo prácticamente logre reponer el número de árboles que fueron aprovechados. Sin embargo, no se logrará reponer el volumen cosechado, porque el volumen promedio por árbol cosechado fue de 2 m<sup>3</sup>; en contraste, los árboles plantados se cosecharán cuando alcancen el diámetro meta de 55 cm, cuando tendrán 1 m<sup>3</sup>/árbol. La expectativa es que se obtendrán 701 m<sup>3</sup>, en vez de los 1545 m<sup>3</sup> que se cosecharon en el 2001.

En el 2002 se ensayó otra innovación en la operación forestal de Noh Bec<sup>6</sup>. Mediante el Sistema de

Información Geográfica se ubicaron los árboles de caoba de la próxima cosecha (categoría de 42 a 54 cm de dap), denominados en el PMF “primera reserva” (Argüelles y Sánchez 1998). Algunos de los 796 árboles de reserva ubicados coincidieron geográficamente con los claros ya abiertos por el aprovechamiento de árboles en grupos. Esto obliga a reflexionar acerca de la necesidad de liberar las copas de estos árboles para que se conviertan en árboles semilleros productivos.

**Condiciones que permitieron abordar el problema de la regeneración de la caoba**

¿Cuáles fueron las condiciones que les permitieron a Noh Bec probar un rango de tratamientos silvícolas para regenerar la caoba? Entre los elementos que influyeron están los siguientes:

- Se desarrolló la capacidad técnica ejidal para mejorar el manejo forestal. Se creó la oficina de manejo forestal como una institución ejidal

encargada de asegurar el buen uso del bosque; por tanto, en el interior del ejido existe un grupo técnico (formado por cuatro técnicos prácticos y un profesional forestal) interesado en la regeneración de la caoba.

- El PMF prevé la remoción del arbolado sin restricción de diámetros cuando se trata de tratamientos silvícolas. La operación forestal se planifica y, como parte de ella, se ubican en un mapa los árboles que serán cosechados, lo cual facilita planificar los claros y localizarlos en el campo antes y después de la cosecha.
- Se comercializan diez especies del estrato emergente y más de diez especies del estrato intermedio. Las primeras se destinan al aserrío y las segundas al mercado de madera rolliza para las construcciones rústicas de la zona turística.
- El interés por mantener la autorización de su PMF y el ingreso económico derivado del aprovechamiento forestal ha permitido, en primer

<sup>6</sup> Los inventarios de Noh Bec ubican el arbolado en las áreas de corta. Un ejidatario con nivel escolar de secundaria fue entrenado para usar Arc View, así la planificación la realizan los propios ejidatarios.

lugar, que la Asamblea General Ejidal destine presupuesto para la silvicultura y, en segundo lugar, que los chicleros toleren la cosecha de los árboles de chicozapote que quedan en medio de los claros.

En resumen, introducir prácticas silvícolas en la operación de las empresas sociales forestales no puede verse tan solo como un problema de generación de conocimientos. También implica abordar el tema desde una perspectiva holística que considere las diferentes aristas del manejo forestal entendido como proceso social. Esto, por supuesto, escapa a las tareas clásicas del servicio técnico forestal. El problema tiene que abordarse como un proceso de investigación-acción en el contexto de la empresa forestal campesina, de manera que los dueños del monte estén involucrados en el diseño y seguimiento de los experimentos, y en la toma de decisiones sobre la marcha para mejorar el manejo forestal.

El problema tiene que abordarse como un proceso de investigación-acción en el contexto de la empresa forestal campesina, de manera que los dueños del monte estén involucrados en el diseño y seguimiento de los experimentos, y en la toma de decisiones sobre la marcha para mejorar el manejo forestal.

### Consideraciones finales

Durante la última década, varios estudios han comprobado en forma amplia y científica la escasez de regeneración de caoba, lo inútil de plantarla bajo el dosel del bosque y lo exitoso de plantarla en aperturas de tamaño adecuado

(ver Snook *et al.* -pag. 76 y 91- y Toledo-Sotillo y Snook, -pag. 68- en este mismo número). De la misma manera, se ha observado que las plantaciones de enriquecimiento en carriles de arrime y huecos al pie de tocón no han tenido éxito (Argüelles y del Ángel 1999). Sin embargo, en la región prevalecen estas prácticas desde hace 20 años. Los recursos, la planificación de la operación forestal y el nivel de organización comunitaria de Noh Bec han posibilitado un cierto liderazgo en los ensayos y pruebas silvícolas, tanto en bosquetes (en bacadillas) como de árboles en grupos (en claros producidos por los aprovechamientos). Las técnicas probadas en Noh Bec y los beneficios evidentes de aumentar las existencias de caoba

son realistas y alcanzables por todas las comunidades de la región.

Ante la ausencia de estudios que justifiquen inversiones más fuertes en la regeneración, las experiencias previas de Noh Bec sugieren que limpiar los claros y plantar caoba en grupos dará resultados satisfactorios. Si futuras mediciones de las pruebas iniciadas en 2001 confirman estas expectativas, no será necesario invertir en operaciones costosas para producir disturbios que permitan crear lugares favorables para la regeneración natural y artificial de la caoba. Es necesario investigar cómo mantener el ritmo de crecimiento de la caoba en los claros plantados, considerando la rentabilidad de los tratamientos. 🌱

### Literatura citada

- Álvarez A, A. 1987. Perspectivas de la regeneración natural y de plantaciones de enriquecimiento en las áreas de aprovechamiento de los ejidos del Plan Piloto Forestal de Quintana Roo, México. Presentado en: Taller Internacional sobre Silvicultura y Manejo de Selvas. México, SARH-FAO.
- Argüelles S, LA; Ángel, B. del. 1999. Reporte técnico del proyecto raleos PRODEFOR 1999. Ejido Noh Bec, México.
- Argüelles S, LA; Sánchez Román, F. 1998. Programa de manejo forestal para el bosque tropical de la empresa ejidal Noh Bec. Ejido Noh Bec, México. 97 p.
- Cámara-Cabrales, L; Snook, LK. 2005. Producción de semillas de caoba. Patrones de variación e implicaciones para la sostenibilidad. Recursos Naturales y Ambiente no.44:60-67.
- Flachsenberg, H; Galletti, H. 1999. El manejo forestal de la selva en Quintana Roo, Mexico. *In* Primack, R; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. eds. La Selva Maya: conservación y desarrollo. México, DF, Siglo XXI. p. 74-97.
- Galletti, H. 1994. Las actividades forestales y su desarrollo histórico. *In* Estudio integral de la frontera México-Belice. Chetumal, Quintana Roo, CIORO. v. 1, p. 109-171.
- Galletti, H. 1999. La Selva Maya en Quintana Roo 1983-1996: Trece años de conservación y desarrollo comunal. *In* Primack, R; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. eds. La Selva Maya: conservación y desarrollo. México, DF, Siglo XXI. pp. 53-73.
- Kiernan, MJ; Freese, CH. 1997. Mexico's Plan Piloto Forestal: the search for balance between socioeconomic and ecological sustainability. *In* Freese, CH. ed. Harvesting wild species: implications for biodiversity conservation. Baltimore, Johns Hopkins University Press. 703 p.
- Negreros-Castillo, P; Snook, LK; Mize, CW. 2005. Regeneración de caoba a partir de siembra directa en aperturas creadas en un bosque natural en México. Recursos Naturales y Ambiente no.44:84-90.
- Richards, EM. 1991. The forest ejidos of south-east Mexico: a case study of community based sustained yield management. *Commonwealth Forestry Review*. 70(4): 290-311.
- Snook, LK. 1999. Aprovechamiento sostenido de caoba de las selvas de la península de Yucatán, México: pasado, presente y futuro. *In* Primack, R; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. eds. La Selva Maya: conservación y desarrollo. México, DF, Siglo XXI. p. 98- 119.
- Snook, LK. 2000. Regeneración y crecimiento de la caoba en las selvas naturales de Quintana Roo. *Ciencia Forestal en México* 86: 59-76.
- Snook, LK. 2005. Aprovechamiento sostenido de caoba en la selva maya de México. De la conservación fortuita al manejo sostenible. *Recursos Naturales y Ambiente* no. 44:9-18.
- Snook, LK; Iskandar, H; Chow, J; Cohen, J; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de caoba en claros post-extracción a partir de semillas y plántulas. *Recursos Naturales y Ambiente* no.44:76-83.
- Snook, LK; Negreros-Castillo, P; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de plántulas de caoba en aperturas creadas en la Selva Maya de Belice y México. *Recursos Naturales y Ambiente* no.44:91-99.
- Toledo-Sotillo, M; Snook, LK. 2005. Efectos de la dispersión de semillas y tratamientos silviculturales en la regeneración natural de caoba en Belice. *Recursos Naturales y Ambiente* no.44:68-75.
- Villasalas, A. 1981. Memoria de la Séptima Convención del Sureste y Resumen de las seis anteriores. México, Subsecretaría Forestal y de la Fauna. 460 p.

# La caoba y el manejo forestal sostenible en Belice

**Wilber Sabido**

*Programme for Belize, Belize  
pfbel@btinternet.com*

**Darrell Novelo**

*Dirección actual: Programme for Belize*

*Yo Creek Village, Belize  
dnovelo9@hotmail.com*



El futuro del manejo forestal en el RBCMA y en Belice radica en el manejo adecuado de las existencias actuales de caoba y en la restauración de existencias agotadas para uso futuro. Asimismo, una mayor conciencia de las características de las especies valiosas menos utilizadas, especialmente en el sector manufacturero, podría añadir más valor al manejo forestal.

## Resumen

La producción y exportación de caoba fue la base de la economía de Belice hasta la década de 1950, pero ha disminuido en importancia desde entonces; actualmente representa solo el 0,6% del PIB del país. Recientemente, para estimular la economía local mediante la elaboración de productos con valor agregado, se promulgaron medidas para regular la exportación de madera no procesada y se empezó a emitir licencias de aprovechamiento por 20-40 años a empresas madereras que muestren interés en la extracción sostenible. Uno de los líderes en el manejo forestal sostenible en Belice es el Programa para Belice (PFB), organización no gubernamental cuya producción forestal ha sido certificada por SmartWood (Rainforest Alliance de EE.UU.) y por Woodmark (Soil Association del Reino Unido). El PFB es propietario y maneja una extensión de 105.000 hectáreas de tierras en el noroeste de Belice; 24.000 ha se encuentran bajo sistemas de manejo forestal. El SIG se emplea para censos completos que permiten planificar la corta anual y determinar el potencial de aprovechamiento. Investigaciones sobre la regeneración de caoba brindan valiosa información acerca de posibles tratamientos silviculturales para favorecer la regeneración de esta especie, cuya producción rinde las mayores ganancias.

**Palabras claves:** Caoba, *Swietenia macrophylla*; manejo forestal; certificación forestal; concesiones forestales; Belice.

## Summary

**Mahogany and sustainable forest management in Belize.** The production and export of mahogany was the foundation of Belize's economy until the 1950's, but it has become less important since then, currently accounting for only 0,6% of the GNP of the country. Recently, to stimulate the local economy through added-value processing, measures have been implemented to regulate the export of unprocessed timber, and licenses have been granted for 20-40 years to timber companies interested in sustainable extraction. One of the leaders of sustainable forest management in Belize is the Programme have been granted for Belize (PFB), an NGO whose forestry production has been certified by both SmartWood (Rainforest Alliance, USA) and Woodmark (Soil Association, UK). The PFB owns and manages 260,000 acres (105,000 ha) of land in the northwest of Belize, where they demonstrate forest management methods on 59,400 acres (24,000 ha). They use a GIS system and complete stock surveys to quantify and plan their annual harvests. Research including regeneration studies on mahogany provides important information about possible silvicultural treatments to favor regeneration of this species, which yields the highest economic returns.

**Keywords:** Mahogany; *Swietenia macrophylla*; forest management; forest certification; forest concessions; Belize.

La caoba hondureña o caoba de hoja ancha (*Swietenia macrophylla* King) es el árbol nacional de Belice, ya que forma parte integral de la historia y el desarrollo del país. A partir del siglo XVIII, durante el periodo colonial, esta madera se convirtió en la mercancía más valiosa que los colonizadores británicos explotaron y exportaron a Europa desde la entonces llamada Honduras Británica (Lamb 1966, Weaver y Sabido 1997). Desde mediados del siglo XIX hasta fines de la década de 1980, la empresa productora de caoba

más importante fue la Belize Estate Company (BEC), propietaria de más de un millón de acres (500.000 ha) de bosques tropicales en el país (Weaver y Sabido 1997).

En la década de 1920, la Administración Forestal, que luego pasó a ser el Departamento Forestal (Weaver y Sabido 1997), creó la primera reserva forestal y un programa de actividades e investigaciones sobre la extracción y manejo del recurso forestal. De hecho, los primeros estudios sobre la dinámica de los bosques de la región y sobre la rege-

neración y silvicultura de la caoba se llevaron a cabo en Belice (Stevenson 1927; Wolffsohn 1961, 1967; Lamb 1966; Weaver y Sabido 1997).

Históricamente, la madera ha sido el principal recurso de los bosques de Belice, los cuales tienen una larga historia de uso y, frecuentemente, de abuso. La producción total de caoba evidenció una disminución desde principios de la década de 1950 hasta mediados de 1980, con un resurgimiento moderado en la producción desde entonces (Smith 1991, Weaver y Sabido 1997).

Recién en la década de 1950, la agricultura sobrepasó a la madera como principal sector económico. La industria maderera, que fue una de las principales fuentes de ingresos para el país durante siglos, ha disminuido en importancia y ahora sólo representa el 0,6% del PIB (CSO 2004).

### **Políticas que inciden en el manejo forestal**

En 1958 se aprobó una política forestal que fue la base de la Ley Forestal promulgada en 1990 (Programme for Belize 1995). La Ley Forestal estipula la creación de reservas forestales con el propósito de garantizar el manejo adecuado y la sostenibilidad para los consumidores y la industria maderera. Asimismo, la Ley Forestal otorga al Departamento Forestal los derechos jurídicos y administrativos para la administración de las reservas forestales.

La Estrategia Nacional de Desarrollo conforma el marco general de políticas estratégicas del país y pretende lograr el crecimiento económico en el contexto del manejo sostenible. Los bosques tienen un papel importante, y por lo tanto, los diferentes aspectos de su manejo y conservación se expresan mediante una gama de políticas sectoriales e intersectoriales. La Estrategia y Plan de Acción Nacional para la Biodiversidad (NBSAP, por sus siglas en inglés) resaltan el uso sostenible de los recursos biológicos de Belice y promueven la participación activa de los sectores comunitario y privado, a fin de descentralizar el manejo de estos recursos. El turismo se ha convertido en un factor importante de la economía nacional; actualmente contribuye con el 15,6% del PIB, equivalente a US\$265 millones de dólares belicenses (US\$132,5 millones) (Belize Tourism Board 2002). Los bosques constituyen un recurso fundamental puesto que en sí mismos son un atractivo y además prestan servi-

cios ambientales para mantener la calidad de los ecosistemas aledaños. Asimismo, la conservación, rehabilitación y manejo sostenible de bosques son componentes clave de la estrategia nacional para enfrentar el cambio climático.

Belice firmó la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES) en 1981 y votó para transferir la caoba del Anexo III al Anexo II del CITES. Desde entonces, ha limitado las exportaciones de caoba no procesada para promover la manufactura de productos con valor agregado. Esto ha tenido un impacto positivo en la economía del país y parece haber revitalizado la industria maderera.

### **La situación forestal actual**

Los bosques naturales de especies latifoliadas cubren aproximadamente 65% de la superficie de Belice (CSO 1999). La existencia de poblaciones de una variedad de grandes depredadores como el jaguar, es un buen indicador del bienestar y la integridad básica del ecosistema forestal. La actual cobertura boscosa refleja la historia de un país con población relativamente baja, economía basada en el bosque y en servicios y un modelo de asentamiento concentrado principalmente en un número reducido de poblaciones costeras con acceso limitado al interior. En el año 2001, Belice reportó una población de 240.204 habitantes, una densidad de solamente 9,2 hab./km<sup>2</sup> en total y cerca de 5 hab./km<sup>2</sup> en áreas rurales, aunque la tasa anual de crecimiento demográfico es de 2,7% (CSO 2001).

Actualmente, existen 18 reservas forestales que abarcan el 17,7% de la superficie territorial de Belice. Todas están en tierras fiscales a cargo del Departamento Forestal. Sin embargo, se estima que sólo un 5,6% de la superficie total de las reservas forestales es productivo (Smith 1991, Plumpre 1993) y es

en estas áreas que el Departamento Forestal otorga licencias de aprovechamiento a concesionarios locales que cuentan con algún tipo de plan de manejo forestal. En el pasado, el Departamento Forestal otorgaba licencias de corto plazo (1-5 años); sin embargo, entre 2002 y 2003 se otorgaron tres licencias de largo plazo (20-40 años) a administradores comprometidos con la aplicación de regímenes de manejo forestal sostenible.

Se han efectuado ejercicios conjuntos de planificación forestal entre el Departamento Forestal y la Administración de Desarrollo Internacional del Reino Unido (ahora Departamento de Desarrollo Internacional, DfID), a fin de elaborar planes de manejo forestal para las reservas más grandes a cargo del Departamento Forestal y con miras a garantizar la sostenibilidad del recurso maderable. No obstante, la implementación de los planes no ha tenido mucho éxito debido a la carencia de recursos económicos y humanos en el Departamento Forestal.

### **El aprovechamiento y manejo forestal en la actualidad**

El modelo tradicional de explotación forestal, basado en la extracción selectiva hasta un diámetro mínimo de 55 cm de las especies más valiosas -principalmente caoba y cedro (*Cedrela odorata*) - sigue siendo el más utilizado. Las extracciones generalmente son ejecutadas por cuadrillas madereras mal equipadas, mediante contratos y concesiones de corto plazo. La madera se aprovecha en intervenciones sucesivas, sin aplicar (y sin incentivos por la aplicación de) prácticas de manejo necesarias que aseguren una regeneración adecuada. Esta forma de "minería" de la madera, si bien deja grandes extensiones de bosque en pie y supone daños relativamente leves a su estructura (Whitman *et al.* 1997), a la larga elimina la cobertura boscosa y degrada

da el valor comercial del bosque. El proceso ha llegado a un punto en el que el futuro de la mayoría de las empresas forestales, que ahora constituyen una parte importante de la economía rural, es incierto.

Actualmente, el Departamento Forestal promueve activamente el manejo forestal, como consecuencia de continuas recomendaciones recibidas en el pasado (ODA 1989, Smith 1991, Hone 1993, Rosado 1998). El curso de acción consiste ahora en comprometer a los administradores de bosques para que apliquen regímenes de manejo forestal sostenible, basados en la extracción de recursos maderables a largo plazo y enfocados en especies menos utilizadas (en comparación con la caoba). La caoba continúa siendo la base de la industria maderera, pero se requiere la aplicación de regímenes de aprovechamiento que garanticen condiciones adecuadas para su regeneración. Sin embargo, los reglamentos están apenas en proceso de elaboración. Se reconoce plenamente que la caoba necesita disturbios para regenerarse. En Centroamérica los disturbios naturales como huracanes e incendios dejan grandes superficies abiertas, donde la caoba se regenera sin competencia con otras plantas (Lamb 1966; Snook 1996, 2000, 2003; Weaver y Sabido 1997).

Hasta ahora, se han establecido pocas plantaciones comerciales de caoba en Belice, aunque el Departamento Forestal hizo varios experimentos en décadas pasadas (Ennion 2003). Las razones se basan en costos de inversión, costos de mano de obra y daños por plagas.

### Producción maderera

Actualmente, la industria maderera se sostiene mediante especies valiosas que se extraen de reservas forestales nacionales, a cargo de empresas madereras locales que funcionan con licencias otorgadas por el Departamento Forestal. La producción de caoba y cedro ha venido disminuyendo desde los años 40 (Weaver y Sabido 1997); actualmente, representa una tercera parte de los niveles alcanzados a principios de la década de 1950. Aun entre 1997 y 2001 hubo una disminución considerable de la producción maderera de especies valiosas (Smith 1991; Cuadro 1). Hasta fines de 1980, la mayor parte de la producción maderera, especialmente la de caoba, provenía de propiedades privadas; cantidades significativas salían de las grandes extensiones de la BEC, en el noroeste del país.

### La experiencia del Programa para Belice

A mediados de la década de 1980, las tierras de la BEC fueron vendidas. Una parte fue adquirida por la empresa Coca Cola Foods, que la donó para la conservación. A fines de 1988, se fundó el Programa para Belice con apoyo de donantes internacionales del Reino Unido y de los Estados Unidos, para manejar esas tierras que recibieron el nombre de 'Río Bravo Conservation and Management Area', RBCMA; Fig. 1). En 1993 y 1997, el Programa para Belice compró dos extensiones adicionales de los terrenos de la BEC con fondos obtenidos mediante el Programa Piloto de Fijación de Carbono Río Bravo (RBCSPP). Así, se consolidó la

RBCMA con 260.000 acres (105.000 ha), o sea, el 4% del territorio nacional de Belice (PFB 1996).

El PFB es una organización no gubernamental dedicada a la conservación forestal y el desarrollo sostenible mediante el uso de los recursos forestales. El RBCMA es uno de los bosques protegidos más importantes de Belice, con lo que se complementan las políticas gubernamentales en esta área. El PFB ha evaluado una serie de estrategias para generar ingresos en forma compatible con la conservación del bosque. Entre estas están el turismo, la producción maderable, la venta de productos no maderables y la venta de carbono para la mitigación del cambio climático. El aprovechamiento maderable se lleva a cabo en una zona de 24.000 ha identificada a través de un ejercicio de ordenamiento territorial, como parte del área de amortiguamiento al área núcleo de protección (PFB 1996).

### Manejo de bosques naturales en la RBCMA

En 1996, el PFB, con apoyo de la Unión Europea y a partir de una evaluación de la viabilidad de la extracción sostenible de madera en la RBCMA, creó un régimen para el manejo sostenible de sus bosques y lo aplicó en la zona de aprovechamiento maderable. Este régimen se ha basado en lineamientos de aprovechamiento diseñados para asegurar el mantenimiento de la diversidad del bosque y una metodología de inventarios completos, la cual se deriva de un sistema creado por el Instituto de Recursos Naturales

**Cuadro 1.**

Producción de las principales especies maderables valiosas (en pies cúbicos; 35,3145 pies cúbicos = 1 m<sup>3</sup>)

	1989	1990	1997	1998	1999	2000	2001
Maderas valiosas	1.872.000	1.646.000	1.173.774	1.107.010	810.663	488.960	788.717
Caoba	453.000*	406.000*	274.584	226.641	140.320	81.289	126.814

\* son estimaciones. La baja producción en 2000 de debió a una combinación de condiciones climáticas adversas y la suspensión de producción por parte de PFB.

Fuentes: Hone 1993, Comunicación personal Tanya Santos, Oficial Forestal, Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente, Belmopan, Belice, 2004.



(IRN) a través del Proyecto de Planificación y Manejo Forestal (1992-1998). Por medio del sistema de información geográfica (SIG), se elaboran cuadros de rodales y mapas de existencias de todos los árboles con dap mayor a 30 cm dentro de cada compartimiento (Fig. 2). Las actividades de aprovechamiento se complementan con actividades de investigación que permiten evaluar y desarrollar prácticas silviculturales para asegurar la sostenibilidad; mucha de la investigación se enfoca en la caoba (Brokaw *et al.* 1999, Bird 1998, Toledo-Sotillo y Snook -pag. 68-, Snook, Iskandar, Chow, Cohen y O'Connor -pag. 76- y Snook, Negreros-Castillo y O'Connor, -pag. 91- en este mismo número).

Con base en el sistema creado por el IRN, el programa ha adoptado un ciclo de corta de 40 años, lo que brinda un área anual de aprovechamiento de 450 hectáreas. El PFB usa contratistas locales para la corta y el transporte de madera a un aserradero local que opera con supervisión del programa y que procesa las trozas identificadas y aprobadas por un profesional forestal del programa. La operación de manejo forestal del PFB fue certificada por SmartWood (Rainforest Alliance, USA) mediante el sistema del FSC y por Woodmark (Soil Association, Reino Unido).

PFB llevó a cabo extracciones comerciales entre 1997 y 1999. En 1997 se extrajeron once especies maderables, diez en 1998 y cinco en 1999. La caoba aportó <50% del volumen total y 66% de la madera exportada durante los tres años de aprovechamiento (Cuadro 2), pero sólo esta especie ha producido ganancias (Sills *et al.* 2002), ya que se comercializa en mercados locales y de exportación. La demanda de caoba ha excedido, con mucho, a la oferta. En consecuencia, la estrategia a finales del 1999 fue vender caoba en paquetes con especies menos conocidas y promocionar productos con valor agregado.

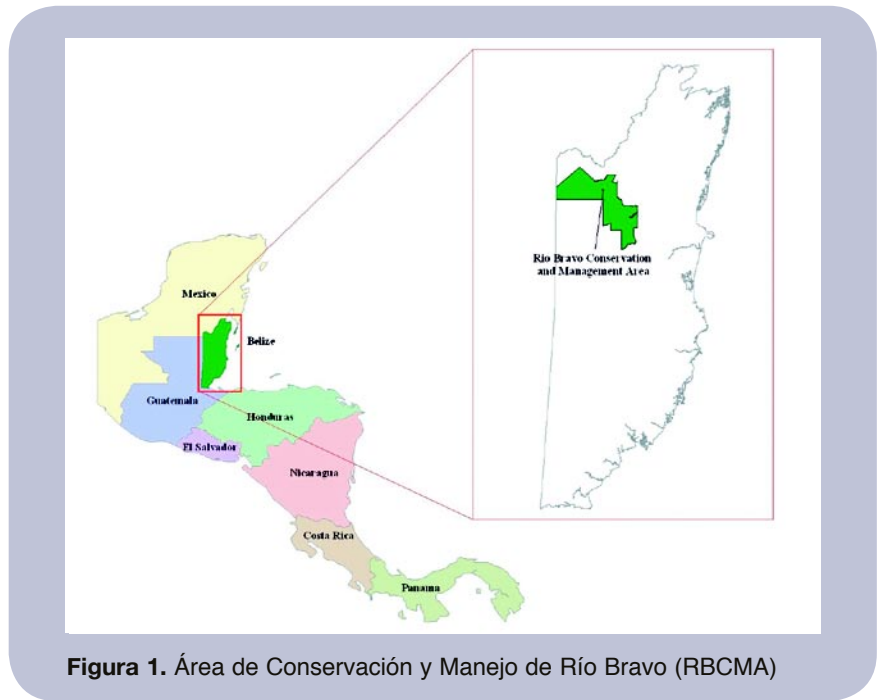


Figura 1. Área de Conservación y Manejo de Río Bravo (RBCMA)

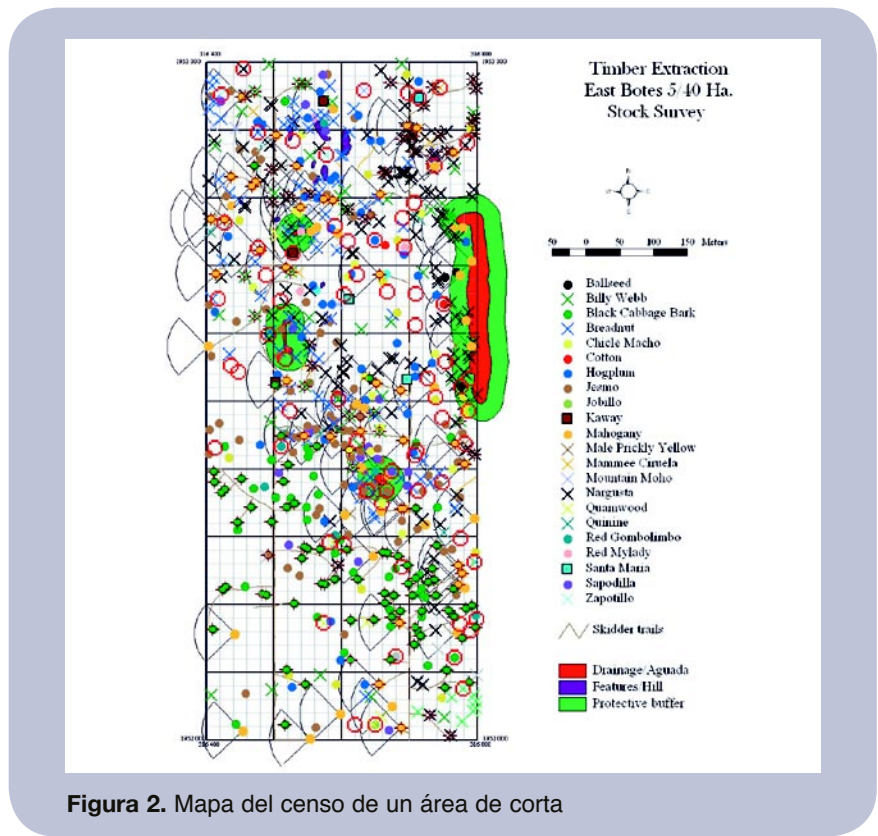


Figura 2. Mapa del censo de un área de corta

Con esto se pretendía aumentar las ganancias del productor. Las experiencias de estos tres años indican que el PFB puede vender caoba clasificada como FAS y Seleccionada.

También ha habido mucho interés en dos especies maderables menos conocidas: billywebb (*Acosimum panamense*) y black cabbage bark (*Lonchocarpus castilloi*), que se ha

traducido en demandas reducidas pero crecientes en los EE.UU. Hay demanda por otras especies de la RBCMA, pero en volúmenes muy bajos. El PfB no ha tenido mucho éxito en hacer que el interés inicial se concretice en órdenes por otras maderas de especies como nargusta (*Terminalia amazonia*) y chicle macho (*Manilkara chicle*), de las cuales hay buenas existencias en la RBCMA.

Tanto la demanda como el valor de la caoba destacan la importancia de asegurar la sostenibilidad de las posibilidades de aprovechamiento de esta especie y su regeneración para acrecentar el valor del bosque y del recurso forestal. Esta especie tan apreciada puede ser la tabla de salvación de otras especies maderables que también podrían regenerarse en respuesta a la aplicación de tratamientos silviculturales enfocados en la caoba. Los estudios de regeneración de caoba que se vienen efectuando por ocho años consecutivos, bajo la dirección de Laura Snook del CIFOR, figuran entre las prácticas de manejo forestal que el PfB está implementando en la RBCMA. Estas investigaciones han indicado claramente que los tratamientos silviculturales que imitan disturbios catastróficos, como huracanes seguidos por incendios, crean condiciones favorables para la regeneración de esta especie (ver Snook *et al.* -pag. 76 y 91- en este mismo número).

### Aspectos económicos de este método de manejo forestal sostenible

Desde el punto de vista financiero, el régimen de aprovechamiento implementado por el Programa para Belice ha sido problemático, ya que se incurre en costos operativos y administrativos que aumentan el precio de la madera y, por ende, disminuyen su competitividad frente a madera extraída de forma no sostenible. Por esta razón, el régimen es inviable, especialmente en la RBCMA, donde los volúmenes de madera comercial, y

**Cuadro 2.**  
Producción y exportaciones de especies de la RBCMA

	1997	1998	1999	Exportaciones (%)
Área (ha)	100	360	350	
Volumen (pies Doyle)	42.700	156.700	148.300	105.650
Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> ) (%)	49	34	42	66
Billy Webb ( <i>Acosimum panamense</i> ) (%)	5	17	17	8
Chicle macho ( <i>Manilkara chicle</i> ) (%)	25	1	10	0
Bl. cabbage bark ( <i>Lonchocarpus castilloi</i> ) (%)	2	25	5	23
Bullet ( <i>Bucida buceras</i> ) (%)	9	3	18	<1
Nargusta ( <i>Terminalia amazonia</i> ) (%)	4	12	1	<1

\* Además, de ramas se obtuvieron 7500 pies Doyle que rindieron un incremento de 15% en el volumen aprovechado en estas áreas.

Fuente: Sills *et al.* 2002

de caoba en especial, son bajos debido a la intensidad de las actividades de extracción que se efectuaron en el pasado. La combinación de costos elevados y precios locales bajos se acentúa debido a las dificultades de acceder a mercados de exportación con prohibiciones que buscan evitar el agotamiento de especies por la extracción no sostenible; sin embargo, tales prohibiciones se aplican por igual a la madera aprovechada de manera sostenible. Otras limitaciones a la exportación de madera son los altos costos y la baja calidad de procesamiento en Belice, los cuales obstaculizan el acceso a mercados externos para productos procesados. El resultado neto es que los métodos silviculturales no se han podido aplicar más allá de las áreas experimentales.

### ¿Hacia dónde se dirige el manejo forestal promovido por el PfB?

En vista de las limitaciones mencionadas, el PfB está superando barreras constantemente, en su esfuerzo por demostrar la viabilidad del manejo forestal sostenible en Belice. Actualmente, los esfuerzos del pro-


grama se concentran en el desarrollo de actividades complementarias a la extracción maderera. La lógica de estas acciones radica en que hoy en día, ninguna actividad extractiva por sí sola tiene la capacidad de generar beneficios económicos sustanciales ni para los propietarios o administradores de bosques, ni para las comunidades. Al implementarse un sistema integrado se disminuye el incentivo para buscar ganancias a corto plazo que conlleven a la degradación del bosque, y se aumenta la probabilidad de que otros encargados del manejo forestal se interesen y lo adopten. Este sistema integrado tiene que mantenerse por sí mismo, brindar al PfB un flujo de ingresos que alimenten sus otras actividades y crear la oportunidad para la investigación sobre prácticas sostenibles de manejo forestal.

El mercado para el carbono ofrece oportunidades complementarias a la extracción de madera. Actualmente, el PfB maneja un programa piloto para la fijación de carbono (RBCSPP) mediante el cual se previene el desmonte y se somete a prueba el manejo de bosques naturales para aumentar la biomasa aérea, y así evitar la libe-

ración de gases que contribuyen al efecto invernadero. El manejo forestal y la cuantificación de existencias de carbono almacenadas por el bosque en pie se efectúan con financiamiento de un grupo de empresas norteamericanas del sector energético.

Los productos forestales no maderables también complementan el régimen de aprovechamiento maderable. Se han realizado estudios acerca de la producción del látex de chicle (*Manilkara zapota*) y la producción de hojas de la palma sabal (*Sabal mauritiformis*); además, se han elaborado planes de manejo para estas especies (O'Hara 1998). Actualmente, el Pfb no extrae estos productos por la dificultad de acceso a los mercados y los bajos precios que la hacen una opción inviable.

### Conclusión: el futuro de la caoba para el Pfb y para Belice

El futuro del manejo forestal en el RBCMA y en Belice radica en el manejo adecuado de las existencias actuales de caoba y en la restauración de existencias agotadas para uso futuro. Asimismo, una mayor conciencia de las características de las especies valiosas menos utilizadas, especialmente en el sector manufacturero, podría añadir más valor al manejo forestal. De gran ayuda sería también la revitalización de la debilitada industria forestal. Las iniciativas de manejo forestal, como las desarrolladas e implementadas por el Pfb, sirven como ejemplo de que el manejo forestal sostenible puede aplicarse en Belice; sin embargo, es necesario contar con mecanismos de apoyo en el ámbito local para garantizar el éxito. El comercio de caoba es un tema muy controvertido a nivel internacional. Esta especie es emblemática debido a la gran demanda global y a los efectos negativos asociados con su explotación; por eso mismo, se la podría usar para lograr apoyo para la investigación y prácticas de manejo forestal, que a la larga puedan mejorar el estado de los bosques. 

### Literatura citada

- Belize Tourism Board. 2002. Belize Tourism. Consulted August 2004. Available at [www.belizetourism.org](http://www.belizetourism.org)
- Bird, NM. 1998. Sustaining the yield: improved timber harvesting practices in Belize 1992-1998. Kent, Reino Unido, Natural Resources Institute, University of Greenwich. 179 p.
- Brokaw, NVL; Whitman, AA; Wilson, R; Hagan, JM; Bird, N; Mallory, EL; Snook, LK; Martins, PJ; Novelo, D; White, D; Losos, E. 1999. Hacia una silvicultura sustentable en Belice. In Primack, RB; Bray, D; Galletti, HA; Ponciano, I. eds. La Selva Maya: conservación y desarrollo. México, DF., Siglo Veintiuno. p. 267-284.
- Central Statistical Office (CSO). 1999. Environmental Statistics for Belize. Belmopan, Ministry of Finance.
- \_\_\_\_\_. (CSO). 2001. Environmental Statistics for Belize. Belmopan, Ministry of Finance.
- \_\_\_\_\_. (CSO). 2004. Environmental Statistics for Belize. Belmopan, Ministry of Finance.
- Ennion, RC. 2003. Evaluation of four taungya permanent big-leaf mahogany plots, aged 36 to 38 years in Belize. In Lugo, A; Figueroa-Colon, J; Alayon, M. eds. Big-leaf mahogany ecology, genetics and management. New York, Springer-Verlag. p. 362-374. (Ecological Studies 159).
- Hone, A. 1993. A Survey of economic, financial and fiscal factors effecting the development of forest industries in Belize. Belmopan, Belize, Ministry of Natural Resources. (Consultancy Report No. 9).
- Lamb, FB. 1966. Mahogany of Tropical America: its ecology and management. Ann Arbor, University of Michigan Press. 220 p.
- O'Hara, J. 1998. Using an ecosystem approach to develop a monitoring protocol for the harvest of non-timber forest products: a case study using bayleaf palm (*Sabal mauritiformis*) in the Rio Bravo Conservation and Management Area. Ph. D. Thesis. Yale University. 94 p.
- Overseas Development Administration, UK (ODA). 1989. Belize Tropical Forestry Action Plan. 273 p.
- Plumptre, RA. 1993. A survey of sawmilling and related industries in Belize. Belmopan, Belize, Ministry of Natural Resources. (Consultancy Report No. 7).
- Programme for Belize. 1995. National Protected Areas System Plan for Belize. USAID/Natural Resources Management Project No. 001/94. 153 p.
- Programme for Belize. 1996. Rio Bravo Conservation and Management Area Management Plan. Belize, Pfb. 91 p. (Unpublished internal document).
- Rosado, O. 1998. Assessment and analysis of terrestrial biodiversity. Consultant's Report. National Biodiversity Strategy and Action Plan Project, (UNDP/GEF – Project No. BZE/97/G31).
- Sills, E; Romero, E; Sabido, W. 2002. Certified timber production in Belize; Proceedings of the 2002 Southern Forest Economics Workshop. eds. G. Amacher and J. Sullivan. Blacksburg, VA.
- Smith, CF. 1991. Economic aspects of forestry management in Belize. Rome, Italy, UNDP/FAO Project BZE/87/009.
- Snook, LK. 1996. Catastrophic disturbance, logging and the ecology of mahogany (*Swietenia macrophylla* King): grounds for listing a major tropical timber species in CITES. Botanical Journal of the Linnean Society 122: 35-46.
- Snook, LK. 2000. Regeneración y crecimiento de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en las selvas naturales de Quintana Roo, México. Ciencia Forestal en México 25(87):59-76.
- Snook, LK. 2003. Regeneration, growth and sustainability of mahogany in Mexico's Yucatan forests. In Lugo, A; Figueroa-Colon, J; Alayon, M. eds. Big-leaf mahogany ecology, genetics and management. New York, Springer-Verlag. p. 169-192. (Ecological Studies 159).
- Snook, LK; Iskandar, H; Chow, J; Cohen, J; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de caoba en claros post-extracción a partir de semillas y plántulas. Recursos Naturales y Ambiente no.44:76-83.
- Snook, LK; Negreros-Castillo, P; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de plántulas de caoba en aperturas creadas en la Selva Maya de Belice y México. Recursos Naturales y Ambiente no.44:91-99.
- Stevenson, NS. 1927. Silvicultural treatment of mahogany forests in British Honduras. Empire Forestry Journal. 6:219-227.
- Toledo-Sotillo, M; Snook, LK. 2005. Efectos de la dispersión de semillas y tratamientos silviculturales en la regeneración natural de caoba en Belice. Recursos Naturales y Ambiente no.44:68-75.
- Weaver, P; Sabido, O. 1997. Mahogany in Belize: A historical perspective. Asheville, NC, US. Department of Agriculture. Forest Service, Southern Research Station. 31p. (General Technical Report IITF-2).
- Whitman, A; Brokaw, N; Hagan, JM. 1997. Forest damage caused by selection logging of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in northern Belize. Forest Ecology and Management 92: 87-96.
- Wolffsohn, A. 1967. Post-hurricane forest fires in British Honduras. Commonwealth Forestry Review 46(3): 233-238.
- Wolffsohn, A. 1961. An experiment concerning mahogany germination. Empire Forestry Review. 40(1):71-72.

# Producción de semillas de caoba en México

## Patrones de variación e implicaciones para la sostenibilidad<sup>1</sup>

**Luisa Cámara-Cabrales**

*Estudiante de Doctorado Forestal,  
University of Massachusetts, EUA  
camaracabrales@forwild.umass.edu*

**Laura K. Snook**

*CIFOR, Bogor, Indonesia  
l.snook@cgiar.org*

*Dirección actual: IPGRI, Via dei Tre  
Denari 472/a, 00057 Maccarese, Roma,  
Italia.*

Los árboles de caoba más grandes ( $\geq 75$  cm) producen más semilla que los árboles pequeños y pocos de estos árboles producen cero frutos en un año dado. Además dispersan sus semillas a distancias mayores. Como consecuencia de estos patrones es conveniente dejar en el bosque los árboles grandes como fuente de semilla.



<sup>1</sup> Las perspectivas expresadas son de las autoras y no necesariamente las de CIFOR.

## Resumen

Durante seis años se cuantificó la producción anual de frutos de 82 árboles de caoba en la selva de Quintana Roo, México; para ello, se contaron los segmentos de frutos caídos debajo de las copas. Los árboles muestreados medían de <20 cm a  $\geq 100$  cm dap. Los árboles de  $\geq 75$  cm dap produjeron significativamente más frutos que los árboles más pequeños, hasta >700 frutos/árbol. Los árboles  $\geq 75$  cm también produjeron de manera más consistente; mientras que hasta 30% de los árboles de <75 cm produjeron 0 frutos en un año dado. En promedio, 90% de los árboles grandes produjeron frutos cada año. Durante los seis años, cada árbol de  $\geq 75$  cm dap produjo un total de  $367 \pm 34$  frutos, comparado con  $91 \pm 8$  frutos/árbol entre los árboles de <75 cm (un total de  $61 \pm 7$  y  $15 \pm 2$  frutos/árbol/año, respectivamente). La producción varió entre años; en 1998 se obtuvo la mayor producción y en 1999 y 2000 la más baja. Los árboles grandes produjeron cinco veces más frutos en los años de alta producción que en los años de menor producción. Para asegurar que haya fuentes de semilla para la regeneración de la caoba, ya sea natural o por siembra o plantación, hace falta proteger árboles semilleros grandes. Esto es un reto, ya que el diámetro mínimo de corta para la caoba en Quintana Roo es de 55 cm.

**Palabras claves:** Caoba; *Swietenia macrophylla*; semillas; fructificación; regeneración; sostenibilidad; México.

## Summary

**Production of mahogany seed in Mexico: patterns of variation and implication for sustainability.** Fruit production by 82 mahogany trees growing in natural forests was sampled by counting woody fruit capsule segments that fell below their crowns during each of 6 successive years. Sample trees growing in central Quintana Roo, Mexico, ranged from <20 cm to more than 100 cm DBH. Trees  $\geq 75$  cm produced significantly more fruits each year than did trees of smaller diameters. Large trees could produce more than 700 fruits/year. Trees  $\geq 75$  cm DBH were also more consistent producers: while up to 30% of trees <75 cm DBH produced <1 fruit/year in any year, an average of 90% of larger trees produced fruit every year. Over the 6 years, individual trees  $\geq 75$  cm produced a total of  $367 \pm 34$  fruits, as compared to  $91 \pm 8$  fruits among trees <75 cm (an average of  $61 \pm 7$  and  $15 \pm 2$  fruits/yr, respectively). Fruit production varied among years, with the highest production in 1998 and the lowest in 1999 and 2000. The largest trees produced 5 times more fruit in the year of highest production than in the lowest. To ensure that seed production potential is sustained, it is important to protect mahogany trees  $\geq 75$  cm DBH as seed sources. This represents a challenge, since the minimum cutting diameter in the production forests of the region is 55 cm DBH.

**Keywords:** Mahogany; *Swietenia macrophylla*; seeds; fruiting; regeneration; sustainability; México.

Desde la llegada de los europeos, la caoba (*Swietenia macrophylla* King) ha sido la especie maderable de mayor valor comercial en los neotrópicos (Lamb 1966, Blundell y Gullison 2003). Aun en la actualidad, en Quintana Roo, México, la caoba da mayores ganancias que cualquier otra especie maderable. En este estado, 127 ejidos (grupos de personas con derechos comunales de usufructo sobre

terrenos estatales) han establecido casi 800.000 ha de reservas forestales permanentes. Treinta y seis de ellos producen y venden casi 8000 m<sup>3</sup>/año de madera de caoba (Nolasco *et al.* -pag. 19- en este mismo número). Para sostener la cosecha, la regeneración de esta especie debe establecerse en las áreas de corta después de cada cosecha. Sin embargo, esto no ocurre fácilmente, ya que las condiciones producidas por

la extracción selectiva no favorecen la regeneración natural de esta especie heliófita (Snook 1996, 2000; Toledo-Sotillo y Snook -pag. 68-, en este mismo número). Para asegurar la regeneración de la caoba, desde hace años los ejidos forestales de Quintana Roo vienen colectando semilla de caoba de árboles tumbados en la cosecha anual o de árboles en pie, para producir plantas que después utilizan para establecer

plantaciones de enriquecimiento en las áreas de corta (Flachsenberg y Galletti 1999; Negreros-Castillo y Mize 2003; Argüelles *et al.* -pag. 45-, Santos *et al.* -pag. 27-, Chan, -pag. 37- en este mismo número).

Este estudio se llevó a cabo para: 1) conocer mejor la capacidad de producción de semillas de caoba en las selvas de Quintana Roo, 2) determinar variaciones en la producción de semillas entre árboles de diferentes tamaños, 3) analizar la variación anual en la producción de semilla y 4) determinar cómo asegurar la producción de semillas y por ende, la regeneración de la caoba y la sostenibilidad del manejo forestal.

#### Biología reproductiva de la caoba

La caoba es una especie emergente que ocurre a densidades de aproximadamente un árbol de tamaño comercial por hectárea en las selvas neotropicales desde México hasta la cuenca Amazónica (Lamb 1966). Es una especie monoica, con inflorescencias en panículas en la base de las hojas nuevas (Pennington *et al.* 1981). Sus flores son fragantes, verde-amarillentas y miden <1 cm de diámetro. No se conoce el vector de polinización de la caoba en Quintana Roo, donde florece entre abril y junio, poco antes de la producción de hojas nuevas, antes del inicio de la época de lluvias (Patiño 1997). Lamb (1966) sugiere el viento como posible agente polinizador. Según Styles (1972), la estructura floral de las meliáceas indica que son polinizadas por insectos; de hecho, Styles y Khosla (1976) observaron que las abejas y las mariposas nocturnas polinizan varias especies en la familia. En Florida, Howard *et al.* (1995) encontraron que solamente *trips* (del orden Thysanoptera) visitaban las flores de *S. mahogany*. Típicamente, sólo una flor de cada inflorescencia se convierte en fruto (Schmidt y Joker 2000). Los frutos se desarrollan en unos 10-12 meses



**Figura 1.** Copa de caoba sin hojas, con cápsulas cerradas

Foto: L. Snook



**Figura 2.** Fruto y semillas de caoba; son evidentes los segmentos de la cápsula

Foto: L. Snook

(Pennington *et al.* 1981); son cápsulas leñosas de 12 a 18 cm de largo que maduran durante la época seca, cuando el árbol está sin hojas (Pennington y Sarukhan 1968) (Fig. 1). En Quintana Roo, esto ocurre entre febrero y abril. Las cápsulas maduras se abren en el árbol, dejando caer al suelo sus cinco segmentos leñosos. Cada cápsula contiene 45-49 semillas desarrolla-

das (Rodríguez *et al.* 1994, Niembro 1995) de 1 cm de largo y con una ala de 6-7 cm (Pennington y Sarukhan 1968; Fig. 2). Las semillas se quedan pegadas a la columela, expuestas al viento que las dispersa. En esta región, las semillas pesan en promedio 0,66 gramos (Niembro 1995). Son amargas, pero pueden sufrir predación en el árbol por loros, o en el suelo, por insectos y roedores

(Lamb 1966). La distancia media reportada de dispersión de semilla de caoba es de 36 metros en bosque cerrado en Bolivia (Gullison *et al.* 1996), pero algunas semillas fueron dispersadas 60 metros o más en campo limpio en Quintana Roo (Rodríguez *et al.* 1994).

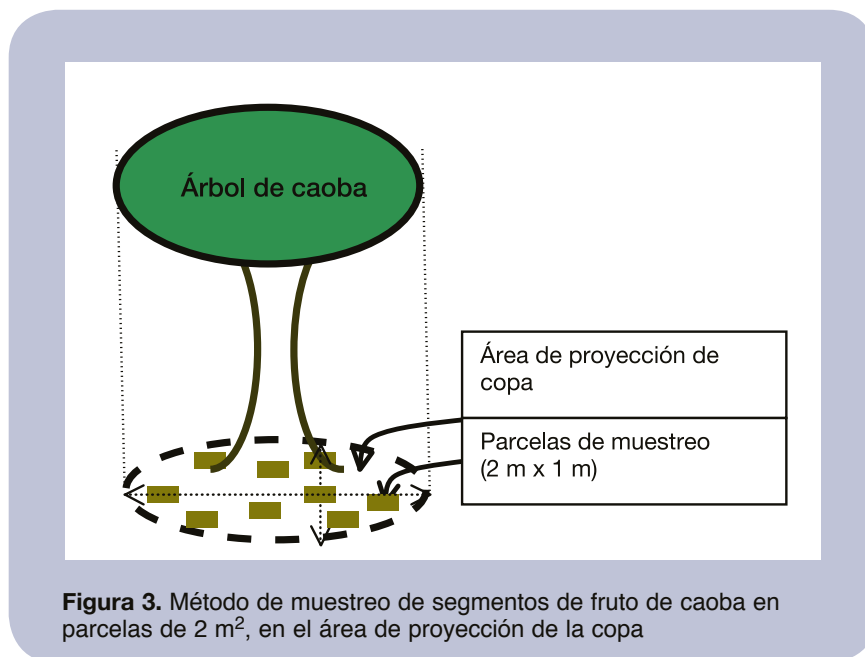
## Metodología

### Área de estudio

La producción de semilla se evaluó durante seis años en árboles de caoba que crecen en la selva entre 18°40' y 19°45' N y 88°00' y 88°40' O, en el estado de Quintana Roo, México. La vegetación es de selva mediana subperennifolia, con un dosel principal compuesto por más de 100 especies de árboles; entre los más abundantes actualmente están *Manilkara zapota*, *Brosimum alicastrum*, *Alseis yucatanenses*, *Dendropanax arboreus* y *Pouteria unicolocularis* (Snook 1993, Argüelles *et al.* 1998, Cairns *et al.* 2003). La precipitación varía entre 1100 y 1500 mm/año, concentrada entre mayo y octubre. La temperatura media es de 25°C (CNA 2002). La topografía es plana con altura media de 10 msnm (Escobar 1986). Los suelos son derivados de material calcáreo, inceptisoles según la clasificación de USDA (Brady y Weil 1998, USDA 2000).

### Método

Se seleccionaron 94 árboles de caoba distribuidos en cinco clases de diámetro (dap) para contar con un amplio rango de tamaños. Dos de esas clases (15-34,9 cm y 35-54,9 cm) se derivaron de la clasificación utilizada en los planes de manejo: árboles de 'regeneración' y de 'reserva', respectivamente. Los árboles de tamaño comercial ( $\geq 55$  cm) se dividieron en tres clases: 55-74,9 cm, 75-94,9 cm y  $\geq 95$  cm. Al inicio del estudio se eligió un mínimo de 15 árboles por clase diamétrica, pero conforme los árboles crecían en diámetro pasaron de una clase menor a la siguiente mayor.



**Figura 3.** Método de muestreo de segmentos de fruto de caoba en parcelas de 2 m<sup>2</sup>, en el área de proyección de la copa

Cada año se midió el diámetro de cada árbol muestreado con cinta diamétrica a la altura del pecho (1,3 m) o a 20 cm por encima de los contrafuertes. Con cinta métrica, se tomaron dos mediciones perpendiculares del diámetro de la copa para calcular el área de proyección de la copa (APC) con la fórmula de la elipse  $[(DC1/2 + DC2/2) \pi]$  (Fig. 3). Con clinómetro y cinta se midió también la altura total y la altura de la base de la copa, lo que permitió calcular el volumen de la copa de cada árbol con la ecuación  $Vol. Copa = ((APC * altura de la copa) * 0,5)$  (Seymour y Smith 1987).

Para estimar la producción de frutos y semillas se contaron los segmentos de los frutos en parcelas de muestreo de 2 m x 1 m ubicadas al azar abajo del dosel de cada árbol muestreado (Fig. 3). Los muestreos se hicieron cada año entre mayo y junio, cuando era fácil diferenciar entre los segmentos frescos y duros de los frutos del presente año y los del año anterior en proceso de descomposición. En total se muestreó entre el 10% y el 20% del APC debajo de cada árbol. Para calcular el número de frutos por árbol la media del número de segmentos de fruto

por metro cuadrado muestreado se dividió entre 5 (el número de segmentos/fruto) y se multiplicó por la media, entre los 6 años de mediciones del APC del árbol. No se contabilizaron los frutos enteros, abortados o caídos antes de madurar.

Se observó que 12 árboles tenían copas muy pequeñas en comparación con sus diámetros y que no estaban produciendo frutos. Cinco árboles habían sido dañados por el viento y siete por la corta de ramas para cosechar frutos. Estos árboles fueron eliminados del estudio, con lo que quedaron 82. La producción de frutos por árbol se transformó al logaritmo y se analizó usando ANOVA en JMP (Sall y Lehman 1996) y GLM en Systat 7.01 (SPSS 1997).

## Resultados

### Dimensiones de los árboles

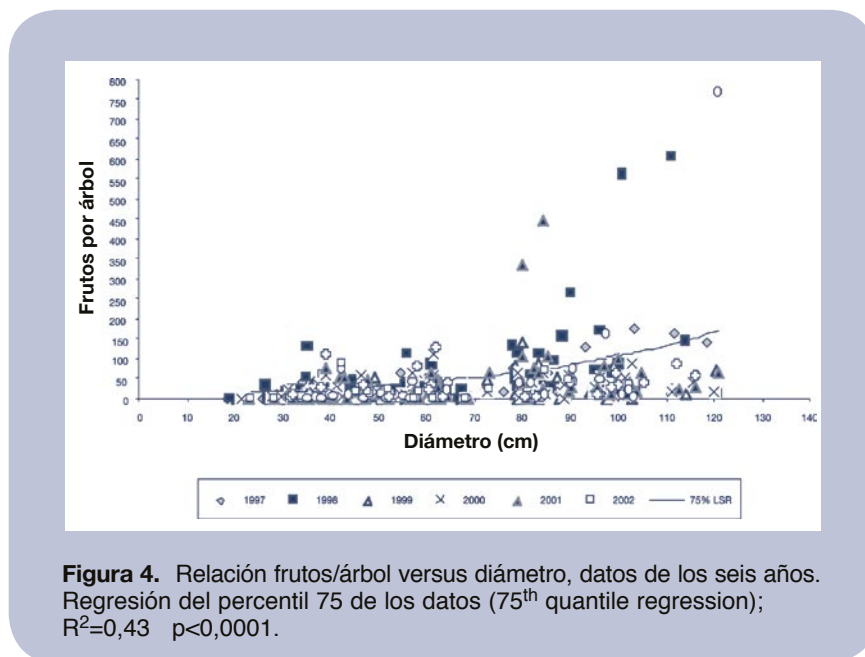
La altura de los árboles, sus APC y el volumen de las copas se incrementaron al aumentar el diámetro. Los árboles de  $\geq 75$  cm alcanzaron hasta 31 m de altura. La altura de la copa fue mayor en los árboles  $\geq 75$  cm dap ( $16 \pm 0,3$  m) que en árboles  $< 75$  cm ( $10 \pm 0,2$  m), mientras que el APC se incrementó casi tres veces (de  $63 \pm 3$  m<sup>2</sup> a  $180 \pm 4$  m<sup>2</sup>) entre

árboles de <75 cm y  $\geq 75$  cm dap, respectivamente. Como consecuencia, el volumen promedio de las copas de los árboles con  $\geq 75$  cm dap fue cuatro veces mayor que las copas de árboles menores ( $1430 \pm 35 \text{ m}^3$  comparado con  $345 \pm 26 \text{ m}^3$ ).

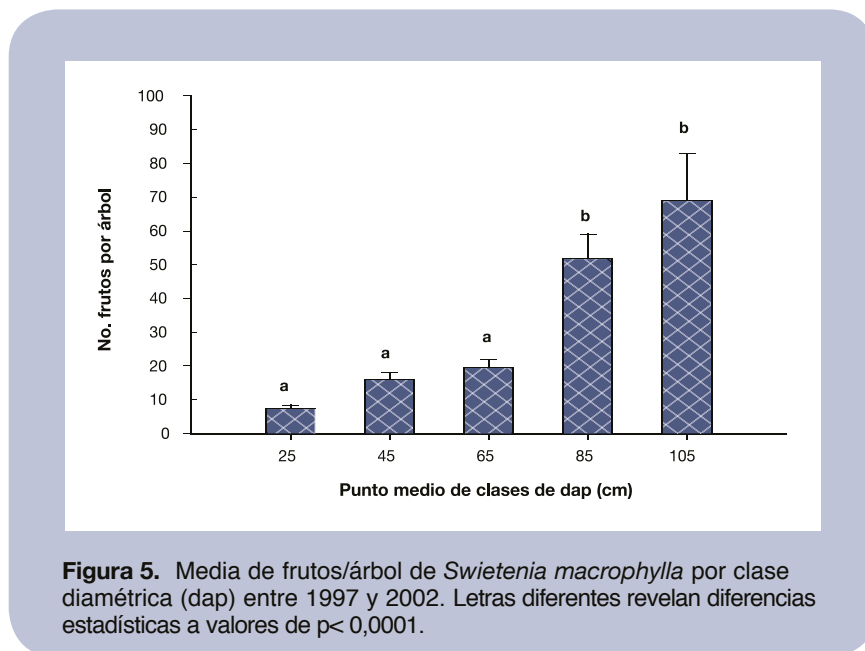
#### Variación en producción de frutos por tamaño de árboles y entre individuos

Se encontraron variaciones en la asociación entre dap y producción a nivel de clases diamétricas, dentro de ellas y anualmente. Por esto se decidió hacer una regresión (*quantile regression*) en el percentil 75 de los datos de cada clase de tamaño de diámetro; esta regresión es más robusta que la regresión normal, ya que evita el efecto de los datos con grandes variaciones (demasiado bajos o demasiado altos) (Scharf *et al.* 1998). En la Fig. 4 se ve claramente que la fecundidad aumenta en los diámetros grandes: a partir de diámetros de  $\geq 75$  cm se incrementa la relación de diámetro con fecundidad, por lo que la asociación de dap y producción fue altamente significativa ( $r^2 0.43$   $p < 0.0001$ ), aunque es evidente la variación reproductiva entre individuos y entre años.

La Fig. 5 muestra claramente cómo la producción de frutos varió según las categorías diamétricas de los árboles muestreados: fue significativamente mayor en los árboles de las dos clases mayores de dap  $\geq 75$  cm, comparada con la producción de árboles de clases menores ( $p < 0.0001$ , *post hoc* comparación de medias Tukey-Kramer alpha 0.01). La media anual de producción de los árboles  $\geq 75$  cm fue tres veces mayor que la producción de los árboles <75 cm; dap:  $61 \pm 8$  frutos/año; un total de  $367 \pm 34$  frutos o 16.515 semillas (7,5 kg) por árbol comparado con  $15 \pm 1$  frutos/año, un total de  $91 \pm 12$  frutos/árbol, durante los seis años muestreados. La producción de árboles  $\geq 75$  cm fue estadísticamente diferente ( $p < 0.0001$ ) que la producción de árboles menores en los años



**Figura 4.** Relación frutos/árbol versus diámetro, datos de los seis años. Regresión del percentil 75 de los datos (75<sup>th</sup> quantile regression);  $R^2=0,43$   $p < 0,0001$ .



**Figura 5.** Media de frutos/árbol de *Swietenia macrophylla* por clase diamétrica (dap) entre 1997 y 2002. Letras diferentes revelan diferencias estadísticas a valores de  $p < 0,0001$ .

1997, 1998, 1999 y 2001, con análisis de medias de alpha de 0.001, y en 2000 y 2002 con alpha de 0.05.

Cuando se analizó la producción de frutos por metro cúbico volumen de la copa, se encontró que no había diferencias entre árboles menores y mayores de 75 cm dap ( $p = 0,560$ ): los árboles mayores producen más frutos porque la copa es más grande, no porque invierten una mayor proporción de sus recursos en la producción

semillera. Gran parte de la diferencia entre la tasa de producción de frutos por parte de árboles grandes, comparada con árboles menores, se debía al número de árboles que no produjeron frutos. En cada uno de los seis años muestreados, entre 10 y 30% de los árboles con <75 cm dap no produjeron frutos (Fig. 6), mientras que 86 a 94% de los árboles con  $\geq 75$  cm dap produjeron frutos todos los años. Hubo gran variación



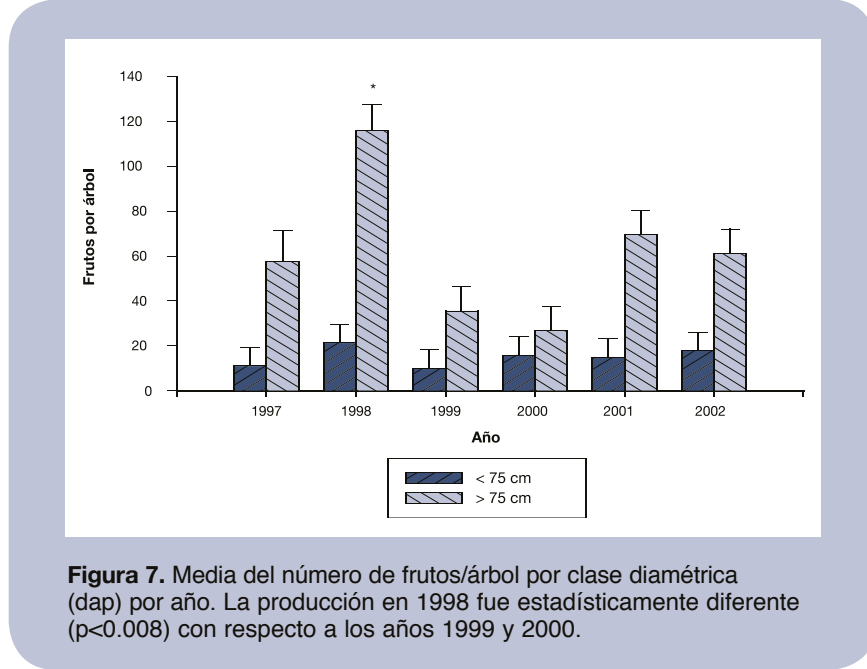
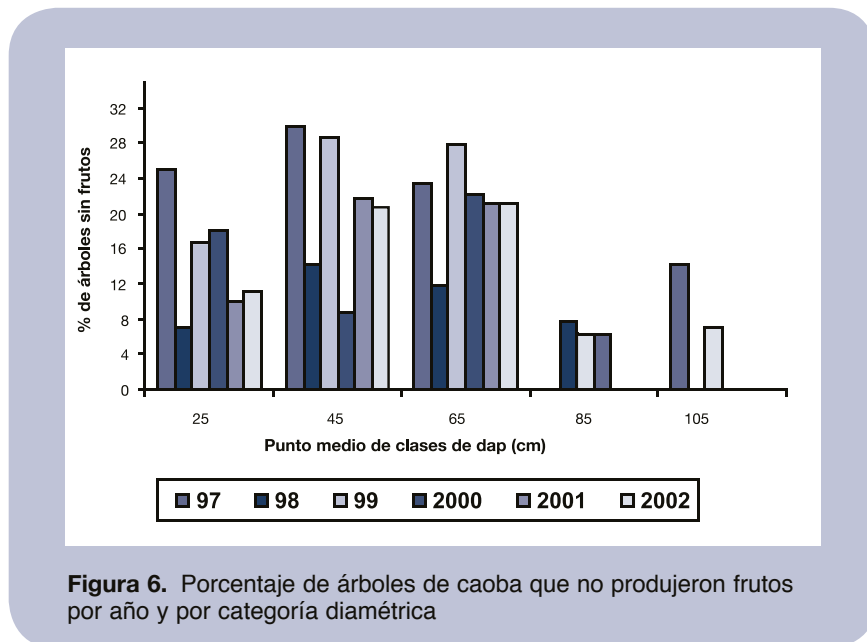
entre individuos en la cantidad de frutos producidos por año, sobre todo entre los árboles grandes. Por ejemplo, en 1998 un árbol  $\geq 75$  cm dap produjo 607 frutos y en el 2002 otro produjo 767 frutos, pero en los mismos años algunos árboles  $\geq 75$  cm tuvieron muy baja producción. En 1998, el 4% no produjo frutos, y un árbol produjo 11 frutos; en el 2002, cuatro árboles produjeron en promedio tres frutos solamente.

### Producción de frutos: variación entre años

La producción de frutos varió entre años, sobre todo para árboles grandes (Fig. 7). La producción/árbol fue significativamente mayor en 1998 que en 1999 y 2000 ( $p < 0.008$ , Tukey alpha de 0.05). En 1998 los árboles  $\geq 75$  cm produjeron un promedio de  $116 \pm 30$  frutos; o sea, cinco veces más que su producción en el 2000 y cuatro veces más que en 1999. La producción de frutos por metro cúbico volumen de copa también fue diferente en 1998, en comparación con los años 1997 y 1999 ( $p < 0.003$ , Tukey alpha de 0.05). Sin embargo, al hacer análisis estadísticos de los coeficientes de variación definidos por Kelly y Sork (2002) para evaluar si una especie presenta ciclos de producción de semillas, o años semilleros, correspondientes a “normal masting”, se encontró que la caoba no presentaba los valores correspondientes a una especie con tales ciclos, por la baja sincronización entre individuos (correlación de Pearson  $xPCC = 0.02$ ) (Snook *et al.* 2005).

### Discusión y conclusiones

Los resultados de este estudio confirman observaciones previas en cuanto a que los árboles de caoba más grandes producen más semilla que los árboles pequeños (Gullison *et al.* 1996, Grogan 2001). También, aunque la producción semillera varía de un año a otro, pocos de los árboles grandes produjeron cero frutos en un año dado, por lo que



árboles grandes aseguran la producción de semillas, inclusive en años con baja producción. Además de ser los mejores productores de semilla, los árboles con  $\geq 75$  cm fueron también los más altos (30 m). Esto permite que sus semillas sean dispersadas a distancias mayores que las semillas de árboles más pequeños. Cámara-Cabrales y Kelty (datos no publicados) encontraron la sombra de semillas en los cuadrantes O

y S-SE del árbol madre. El área de dispersión de semillas fue de 0,6 ha para árboles  $< 75$  cm y el doble (1,3 ha) para árboles de  $\geq 75$  cm.

Como consecuencia de estos patrones, es muy importante dejar en el bosque árboles grandes como fuentes de semillas, tanto para la regeneración natural como para la colecta para siembra o producción de plantas. Mantener en pie árboles de  $\geq 75$  cm dap significa un reto,

porque estas selvas están manejadas según un ciclo de corta de 25 años, con un diámetro mínimo de corta de 55 cm dap. Cada año, en alguna de las 25 áreas de corta se extraen todos los árboles de caoba de  $\geq 55$  cm dap. En ciertos ejidos de Quintana Roo quedan apenas 5-8 anualidades del primer ciclo de corta. Esto implica que ya no quedan árboles de caoba con más de 55 cm dap en 70-80% de sus áreas forestales (17-20 de las 25 áreas de corta). A estos ejidos les queda apenas 20 - 30% de su reserva forestal con posibilidades de mantener árboles semilleros grandes.

Varios de los árboles de caoba muy grandes están ‘sámagos’ (podridos adentro)<sup>2</sup>. Estos se podrían dejar como semilleros sin un gran costo de oportunidad; de hecho, a veces estos se tumban y luego se quedan tirados en el monte porque no es rentable sacarlos. No hay evidencia de que exista mayor germinación de semillas provenientes de árboles chicos que de árboles grandes (Cámara-Cabrales y Kelty, datos no publicados); no obstante, sería conveniente llevar a cabo un estudio de calidad de semilla y germinación y vigor de plántulas provenientes de fuentes de semilla de árboles de diferentes tamaños y características. Dejar árboles de caoba grandes no solamente mantendría las fuentes de semillas, sino que también contribuiría a sostener la biodiversidad de la selva. Estos árboles muchas veces tienen cavidades utilizadas como nidos por tucanes y loros.


Actualmente, a través del Programa de Desarrollo Forestal (PRODEFOR) de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), el gobierno está apoyando el establecimiento de áreas semilleras entre los ejidos forestales. Esto es muy importante y valioso. Sin embargo, entre los criterios para seleccionar árboles semilleros están que los árboles ten-

gan entre 35 y 60 cm dap y que no estén ni sámagos ni huecos (Álvarez y Nava 2001). Los seis años de datos colectados con este estudio demuestran que los árboles de caoba con esas dimensiones producen poca semilla y permiten definir lineamientos específicos para seleccionar árboles semilleros de caoba: de preferencia,  $\geq 75$  cm dap y con copas grandes y sanas.

Dejar árboles de caoba grandes no solamente mantendría las fuentes de semillas, sino que también contribuiría a sostener la biodiversidad de la selva. Estos árboles muchas veces tienen cavidades utilizadas como nidos por tucanes y loros.

La variación en la producción de semilla de un año al otro, y entre un árbol y otro, implica que sería arriesgado depender de la regeneración natural para asegurar la sostenibilidad de la producción de caoba año con año, en cada área de corta. Para asegurar un máximo rendimiento de plántulas de una cantidad dada de semilla, conviene colectarla y ponerla a germinar en un vivero antes de plantar las plántulas en lugares favorables para su supervivencia (Parraguirre *et al.* 1994; Negreros-Castillo *et al.* -pag. 84-, Snook *et al.* -pag. 76-, Toledo-Sotillo y Snook, -pag. 68-, en este mismo número). Es muy importante que la colecta de semilla se haga escalando el árbol y usando una tijera telescópica para cortar los frutos, para así evitar dañar la copa del árbol, ya que los árboles muestreados de los cuales se habían cortado las ramas para obtener los frutos no habían recuperado su capa-

cidad de producir semillas aún 15 años después.

Al terminar el primer ciclo de corta, es probable que la escasez de árboles de caoba grandes vaya a resultar en una reducción en la disponibilidad de semilla para llevar a cabo las plantaciones de enriquecimiento. Como consecuencia, la venta de semilla representará una fuente de ingresos cada vez más importante para los ejidos forestales que protegen sus árboles como fuentes de semilla de caoba. 

### Agradecimientos

Este estudio se llevó a cabo con apoyo de la Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya (OEPFZM). Agradecemos particularmente a la Ing. Victoria Santos, Directora Técnica de la Organización y a los ejidos de Naranja Poniente, Xpichil y Cafetal/Limonos y al Campo Experimental Forestal San Felipe Bacalar del INIFAP, por permitirnos estudiar los árboles en sus bosques. Apoyos financieros fueron aportados por el CIFOR, el Tropical Resources Institute del Yale School of Forestry & Environmental Studies, la Dirección de Ecosistemas Tropicales del Programa del Hombre y la Biosfera de los Estados Unidos (USMAB), el Vice Provost para Asuntos Académicos e Internacionales de la Universidad de Duke, USA; el Consejo Nacional para Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria/Secretaría de Educación Pública (DGETA-SEP), México. Agradecemos a Douglas Sheil y a Matthew Kelty sus sugerencias en cuanto a los análisis estadísticos y a Manuel Guariguata por sus comentarios al manuscrito. Este estudio fue publicado originalmente en inglés en *Forest Ecology and Management* 206: 222-235. Agradecemos a Elsevier el permiso para el permiso para publicar esta versión en español.

<sup>2</sup> A. Argüelles. 2001. Tropical Rural Latinoamérica, Chetumal, Quintana Roo. Comunicación personal.  
M. Carreón. 2001. Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya. Comunicación personal.

## Literatura citada

- Álvarez-Torres, A; Nava-Escamilla, A. 2001. Experiencia sobre el establecimiento de fuentes semilleras en el Estado de Campeche. Red Mexicana de Germoplasma Forestal PRONARE (Programa Nacional de Reforestación). Gaceta 6:77-80.
- Argüelles-S, LA; Sánchez, FR; Caballero-R, A; Ramírez, S. 1998. Programa de manejo forestal para el bosque tropical del Ejido Noh Bec. Quintana Roo, México.
- Argüelles, LA; Synnott, T; Gutiérrez, S; Del Angel, B. 2005. Regeneración y silvicultura de la caoba en la Selva Maya mexicana. Ejido de Noh Bec. Recursos Naturales y Ambiente no.44:45-52.
- Blundell, A; Gullison, RE. 2003. Poor regulatory capacity limits the ability of science to influence the management of mahogany. Forest Policy and Economics 5:395-405.
- Brady, NC; Weil, R. 1998. The nature and property of soils. 12 ed. New York, Prentice Hall. 881 p.
- Cairns, MA; Olmsted, I; Granados, J; Argaez, J. 2003. Composition and above-ground tree biomass of a dry semi-evergreen forest on Mexico's Yucatan peninsula. Forest Ecology and Management 186:125-132.
- Chan Rivas, CV. 2005. El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la SPFEQR, Quintana Roo, México. Recursos Naturales y Ambiente no.44:37-44.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002. Datos meteorológicos de las estaciones Vallehermoso, Reforma, Limones y Xpichil. Coordinación Regional Chetumal, Quintana Roo.
- Escobar Nava, A. 1986. Geografía general del Estado de Quintana Roo. 2 ed. Fondo de Fomento Editorial del Estado de Quintana Roo. 141 p.
- Flachsenberg, H; Galletti, H. 1999. El manejo forestal de la selva en Quintana Roo, México. Primack, R; Bray, D; Galletti, H; Ponciano, I. La Selva Maya: conservación y desarrollo. México, DF, Siglo Veintiuno. p. 74-97.
- Grogan, JE. 2001. Big leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in Southeast Pará, Brazil: a life history study with management guidelines for sustained production from natural forests. Ph.D. Dissertation, Yale University. 422 p.
- Gullison, RE; Panfil S, N; Strouse, JJ; Hubbell, SP. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes forest, Beni, Bolivia. Botanical Journal of the Linnean Society 122(1):9-34.
- Howard, FW; Nakahara, S; Williams, DS. 1995. Thysanoptera as apparent pollinators of West Indies mahogany, *Swietenia mahoganii* (Meliaceae). Ann Sci For 52:283-286.
- Kelly, D; Sork, VL. 2002. Mast seeding in perennial plants: why, how, where? Annual-Review of Ecology and Systematics 33: 427-447.
- Lamb, FB. 1966. Mahogany of Tropical America: its ecology and management. University of Michigan Press. 220 p.
- Negreros-Castillo, P; Mize, C. 2003. Enrichment planning of Big-leaf mahogany and Spanish Cedar in Quintana Roo, México. In Lugo, AE; Figueroa Colón, JC; Alayón, M. eds. Big-leaf mahogany genetics, ecology and management. New York, Springer-Verlag. p. 278-287.
- Negreros-Castillo, P; Snook, L; Mize, C. 2003. Regenerating mahogany (*Swietenia macrophylla*) from seed in Quintana Roo, Mexico: the effects of sowing method and clearing treatment. Forest Ecology and Management 183: 351-362.
- Negreros-Castillo, P; Snook, LK; Mize, CW. 2005. Regeneración de caoba a partir de siembra directa en aperturas creadas en un bosque natural en México. Recursos Naturales y Ambiente no.44:84-90.
- Nolasco Morales, A; Carreón Mundo, M; Hernández Hernández, C; Ibarra, E; Snook, L. 2005. El manejo de la caoba en Quintana Roo, México. Legislación, responsabilidades y apoyo gubernamental. Recursos Naturales y Ambiente no.44:19-26.
- Niembro, A. 1995. Producción de semilla de caoba (*Swietenia macrophylla* King) bajo condiciones naturales en Campeche, México. In Avances en la producción de semillas forestales en América Latina: memoria del Simposio. Turrialba, CR, CATIE. p. 249-263.
- Patiño V, F. 1997. Genetic Resources of *Swietenia* and *Cedrela* in the Neotropics: Proposals for coordinated action. Rome, FAO. 58 p.
- Pennington, TD; Sarukhan, J. 1968. Árboles tropicales de México. México, INIF/FAO. 413 p.
- Pennington, TD; Styles, BT; Tayler, DAH. 1981. Meliaceae: Flora Neotropica. The New York Botanical Garden. 472 p. (Monograph 28).
- Rodríguez-Santiago, B; Chavelas-Polito, J; García-Cuevas, X. 1994. Dispersión de semillas y establecimiento de caoba (*Swietenia macrophylla* King) después de un tratamiento mecánico del sitio. In Snook, LK; Barrera de Jorgenson, A. eds. Madera, chicle, caza y milpa; contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México. México, PROAFAT, INIFAP, USAID, WWF-US. p.81-90.
- Sall, J; Lehman, A. 1996. JMP. The SAS Institute. Duxbury Press.
- Santos Jiménez, V; Mas Kantún, P; López, C; Snook, LK. 2005. El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la Zona Maya, México. Desarrollo histórico, condiciones actuales y perspectivas. Recursos Naturales y Ambiente no.44:27-36.
- Scharf, FS; Juanes, F; Sutherland, M. 1998. Inferring ecological relationships from the edges of scatter diagrams: Comparison of regression techniques. Ecology 79(2):448-460.
- Schmidt, L; Joker, D. 2000. *Swietenia macrophylla* King. Denmark, Danida Forest Seed Centre (Seed Leaflet Bulletin no. 30).
- Seymour, RS; Smith, DM. 1987. A new stocking guide formulation applied to eastern white pine. Forest Science 33(2):469-484.
- Snook, L. 1993. Stand dynamics of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and associated species after fire and hurricane in the tropical forests of the Yucatan peninsula. Ph D Thesis, Yale School of Forestry & Environmental Studies.
- Snook, L. 2000. Regeneración y crecimiento de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en las selvas naturales de Quintana Roo, México. Ciencia Forestal en México 25(87):59-76.
- Snook, LK. 1996. Catastrophic disturbance, logging and the ecology of mahogany (*Swietenia macrophylla* King): grounds for listing a major tropical timber species in CITES. Botanical Journal of the Linnean Society 122: 35-46.
- Snook, LK; Cámara-Cabral, L; Kelty, M. 2005. Six years of seed production by mahogany trees (*Swietenia macrophylla* King). Forest Ecology and Management 206:221-235.
- Snook, LK; Iskandar, H; Chow, J; Cohen, J; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de caoba en aperturas post-extracción a partir de semillas y plántulas. Recursos Naturales y Ambiente no.44:76-83.
- Snook, LK; Negreros-Castillo, P; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de plántulas de caoba en aperturas creadas en la Selva Maya de Belice y México. Recursos Naturales y Ambiente no.44:91-99.
- SPSS. 1997. Systat for Windows 7.01. Chicago, USA.
- Styles, BT. 1972. The flower biology of Meliaceae and its bearing on tree breeding. Silvae Genetica 21(5):175-182.
- Styles, BT; Khosla, PK. 1976. Citology and reproductive biology of Meliaceae. In Burley, J; Styles, BT. eds. Tropical trees: variation, breeding and conservation. Linnean Society Symposium Series 2. p. 61-68.
- Toledo-Sotillo, M; Snook, LK. 2005. Efectos de la dispersión de semillas y tratamientos silviculturales en la regeneración natural de caoba en Belice. Recursos Naturales y Ambiente no.44:68-75.
- USDA. 2000. Soil orders map. Natural Resource Conservation Service, Soil Survey Division. World Soil Resources.

# Efectos de la dispersión de semillas y tratamientos silviculturales en la regeneración natural de caoba en Belice<sup>1</sup>

**Marcia Toledo-Sotillo**

*Office of Economic Growth and Environment, United States Agency for International Development  
Lima, Perú  
mtoledo@usaid.gov*

**Laura K. Snook**

*CIFOR, Bogor, Indonesia  
Dirección actual: IPGRI, Via dei Tre Denari 472/a, 00057 Maccarese, Roma, Italia.  
l.snook@cgiar.org*

Se ha comprobado también que dejar árboles semilleros no es suficiente para asegurar el establecimiento de la regeneración natural de caoba, sino que se requieren tratamientos silviculturales de apertura del dosel para garantizar las condiciones adecuadas para el establecimiento de las plántulas.



<sup>1</sup> Esta publicación representa los puntos de vista de los autores y no necesariamente los del CIFOR.

## Resumen

En el año 2000 se cuantificó la lluvia de semillas y la densidad de la regeneración natural de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en 20 áreas de regeneración de 2712 m<sup>2</sup> a sotavento de árboles semilleros de caoba en un área de corta de 100 ha en bosque natural del noroeste de Belice. En cada área de regeneración se realizó uno de los siguientes tratamientos silviculturales, con cinco réplicas por tratamiento: roza del sotobosque, anillamiento de los árboles residuales, roza y tumba de los árboles residuales y apertura total con tractor de oruga. Se contabilizó la producción de frutos de 57 árboles de caoba mediante el conteo del número de segmentos de las cápsulas que cayeron debajo de la copa en parcelas equivalente al 20% del área de proyección de la copa. La producción varió entre individuos; 47% de los árboles no produjeron frutos. Los árboles con dap >55 cm produjeron 405±90 semillas (9 ± 2 frutos/árbol); los árboles con dap <55 cm produjeron 180±45 semillas (4 ± 1 frutos/árbol). No hubo diferencias en la producción de semillas entre tratamientos silviculturales. Para calcular cuánta semilla cayó en cada área de regeneración, se multiplicó la producción semillera de cada árbol de caoba por la proporción de semillas (30%, 50% o 70%) que se estimaba caería en el área según su ubicación y se sumaron todas para cuantificar la "lluvia de semillas" por área. La regeneración natural de caoba se cuantificó contando el número de plántulas en nueve parcelas de muestreo de 14 m<sup>2</sup> c/u dentro de cada área de regeneración. La densidad de regeneración natural fue significativamente mayor donde se había abierto completamente el dosel por tumba o con maquinaria (p= 0,006). En estas áreas, 37 a 40% de las semillas dieron lugar a plántulas, en comparación con 10% en áreas con anillamiento de árboles residuales y 2% en áreas con roza del sotobosque.

**Palabras claves:** Caoba; *Swietenia macrophylla*; semillas; regeneración natural; producción de semillas; Belice.

## Summary

**Effects of seed dispersal and silvicultural treatments on the natural regeneration of mahogany in Belize.** Seed rain and natural regeneration of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the year 2000 were calculated for 20 natural regeneration areas of 2712 m<sup>2</sup> each downwind of mahogany seed trees in a 100 ha felling compartment in natural forest in the northwest of Belize. In each regeneration area, one of the following silvicultural treatments was performed, with five replicates per treatment: underbrushing, girdling, felling, and bulldozing. Fruit production for 57 mapped mahogany trees was calculated by counting the number of capsule segments that fell in 2 m<sup>2</sup> sample plots equivalent to 20% of the crown projection area underneath the tree crown. Fruit production varied between individuals, and 47% of sampled trees did not produce fruits. Trees of dbh ≥55 cm produced 405 ± 90 seeds (9± 2 fruits/tree) and trees of dbh <55 cm produced 180 ± 45 seeds (4± 1 fruits/tree). There was no significant difference in seed production among silvicultural treatments. To estimate the seed rain on each regeneration area, the seed production of each mapped sample tree was multiplied by the proportion of seeds considered likely, in light of the location of each tree, to fall in the nearby regeneration area (30%, 50% or 70%). These quantities were summed for all the seed sources likely to contribute seed to a particular area. Natural regeneration of mahogany was determined by counting the number of seedlings that became established in nine sample plots of 14 m<sup>2</sup> in each regeneration area. Seedling densities were significantly higher where the canopy had been completely opened (p= 0.006). In these areas, 37 to 40% of the seeds that fell in the area produced seedlings, as compared to 10% in areas that had been subjected to girdling of residual trees, and 2% in areas that had been underbrushed.

**Keywords:** Mahogany; *Swietenia macrophylla*; fruiting; natural regeneration; seed production; Belize.

La caoba (*Swietenia macrophylla* King) es un árbol emergente de los bosques tropicales húmedos desde la Península de Yucatán en México hasta la Región Amazónica (Lamb 1966). Su madera es muy valiosa y reconocida en el mercado internacional; no obstante, el actual nivel de extracción está agotando las poblaciones comerciales de la especie (Blundell y Gullison 2003). Varios estudios indican que en Centroamérica la caoba se regenera naturalmente como respuesta a disturbios catastróficos (Snook 1996) como huracanes (Lamb 1966), seguidos por incendios (Snook 2000, 2003). En la Región Amazónica se han documentado patrones semejantes de regeneración a partir de disturbios catastróficos hidrológicos (Gullison *et al.* 1996). La extracción selectiva de árboles de caoba de rodales donde la mayoría de las especies no son comerciales, impide la regeneración de esta especie porque, por un lado, se extraen las fuentes de semilla y por el otro, no se producen las condiciones de apertura necesarias para la supervivencia de las plántulas (Snook 1996, Fearnside 1997). Como consecuencia, la especie pudiera estar amenazada por la extracción comercial (Rodan y Campbell 1996). En noviembre del 2002 la caoba fue enlistada en el Apéndice II de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (Rodan y Blundell 2003). Según los términos del CITES, a partir de noviembre de 2003 se requiere que los países productores de caoba implementen formas de manejo que aseguren la sostenibilidad de la especie en los bosques de los cuales forma parte. Este estudio sobre la producción de semillas y establecimiento de la regeneración natural de caoba como respuesta a tratamientos silviculturales, es una contribución al proceso que busca desarrollar sistemas sostenibles de manejo para esta especie.

La extracción selectiva de árboles de caoba de rodales donde la mayoría de las especies no son comerciales, impide la regeneración de esta especie porque, por un lado, se extraen las fuentes de semilla y por el otro, no se producen las condiciones de apertura necesarias para la supervivencia de las plántulas.

La caoba es un árbol monoico, de inflorescencias ramificadas unisexuales y florecimiento estacional y simultáneo, que varía con la región. Después de la fertilización (por mecanismos de polinización aun no conocidos), el fruto requiere 9-11 meses para madurar (Pennington *et al.* 1981, Gullison *et al.* 1996). Los frutos de caoba están conformados por cápsulas erguidas de 12-18 cm de largo, compuestos de cinco segmentos. Al madurar el fruto (entre febrero y marzo en Belice), estos segmentos caen directamente al suelo. Las semillas (45/fruto en promedio, según Rodríguez *et al.* 1994) quedan pegadas a la columela del fruto, en la copa del árbol, de donde son dispersadas gradualmente por el viento. El peso promedio de una semilla de caoba (sin alas) en Belice, es de 0,46 g (Whitmore e Hinojosa 1977). Los pocos estudios sobre dispersión de la semilla han documentado que en la selva, la mayoría caen alrededor de 36 m del árbol madre (Gullison *et al.* 1996), pero en áreas abiertas se esparcen a más de 60 m. En el vecino estado de Quintana Roo, México, más del 80% de las semillas cayeron en los cuadrantes NO y SO, a sotavento del árbol madre (Rodríguez *et al.* 1994). Las semillas de la caoba son amargas, pero son comidas por loros

en el árbol (Lamb 1966, Rodríguez *et al.* 1994) y en el suelo por insectos (Wolffsohn 1961, Lamb 1966).

El objetivo de este estudio fue evaluar formas de favorecer el establecimiento de la regeneración natural de caoba, comparando cuatro diferentes tratamientos silviculturales para preparar áreas a sotavento de árboles semilleros. El estudio amplía y complementa estudios previos sobre regeneración natural alrededor de un árbol en México (Rodríguez *et al.* 1994) y a sotavento de diez árboles en Belice (Wolffsohn 1961).

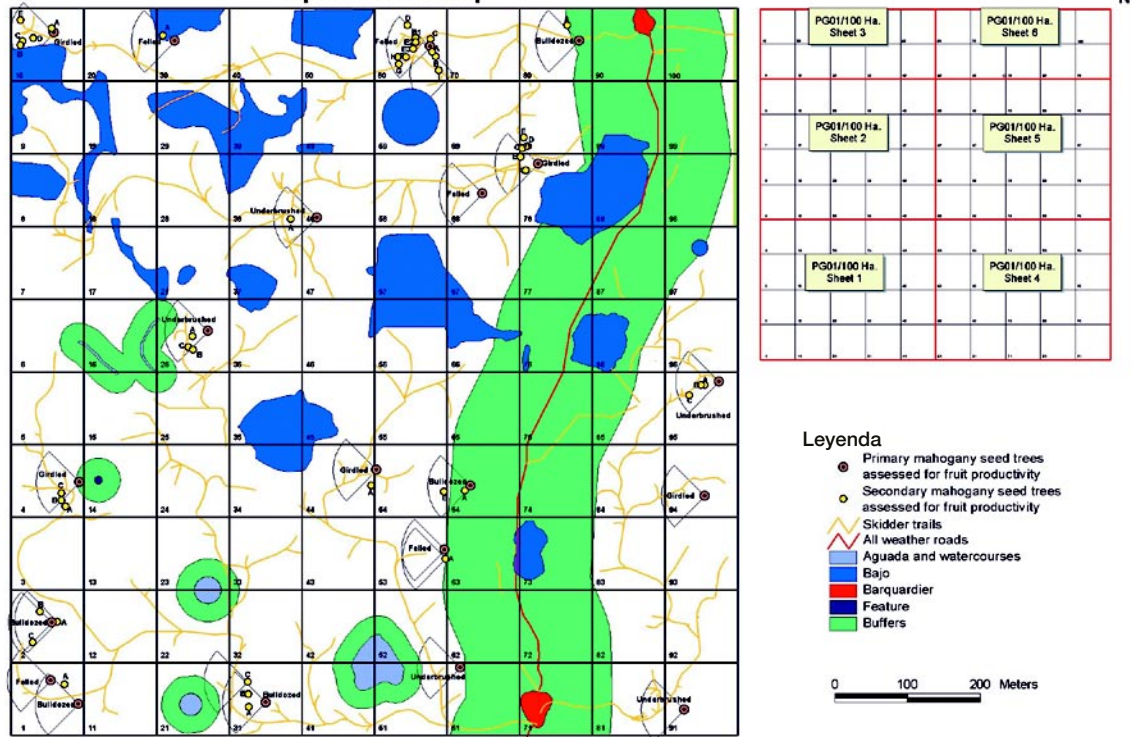
## Métodos

### Área y establecimiento del estudio

El estudio se realizó dentro de la Selva Maya, cerca de la Estación Hill Bank (88°42'O, 17°36'N), en el Área de Conservación y Manejo Río Bravo (RBCMA), Belice (ver Fig. 1 de Sabido y Novelo –pag. 53- en este número). La precipitación es de aproximadamente 1600 mm/año, aunque varía de un año a otro, con una época seca de enero o febrero a mayo. Es una zona donde los huracanes, los incendios y la agricultura han afectado a los bosques durante siglos (Weaver y Sabido 1997), lo que crea condiciones que favorecen la regeneración de la caoba (Lamb 1966, Snook 2003). Los suelos se derivan de materia calcárea y la elevación promedio es de unos 20 msnm. La selva en esta zona es clasificada como 'subtropical', dominada por especies como *Pouteria reticulata*, *Aspidosperma cruenta*, *Manilkara chicle*, *Sabal mauritiformis*, *Atalea cohune*, *Ampelocera hottlei* y *Terminalia amazonia*. La caoba es relativamente abundante, a pesar de una larga historia de aprovechamiento (Whitman *et al.* 1997, Brokaw *et al.* 1999, Weaver y Sabido 1997, Sabido y Novelo –pag. 53- en este número).

Los experimentos se establecieron en el área de corta llamada "Punta Gorda 01", dentro del área de manejo y extracción forestal de la RBCMA (Sabido y Novelo, –pag.

### PG-01 Timber Compartment/100 Ha. Operational Map



**Figura 1.** Porción del área de corta experimental Punta Gorda 01, Área de Conservación y Manejo Río Bravo, Belice. Los puntos rojos son árboles semilleros de caoba. Los cuartos de círculo representan las áreas de regeneración a sotavento de los árboles, donde se calculaba que iba a caer la mayor parte de la semilla. Los puntos amarillos son árboles de caoba cuyas semillas podrían caer en el área de regeneración. Los tratamientos representados en este mapa son: “bulldozed” (apertura mecánica con tractor de oruga), “felled” (tumbado), y “girdled” (anillamiento). Las líneas amarillentas son pistas de extracción. Las áreas verdes son áreas de protección.

53- en este número). En esta área de 100 ha, se registraron todos los árboles >30 cm (Sabido y Novelo –pag. 53- en este número). Además, mediante el SIG se registró el “área de regeneración” de todos los árboles de caoba en el área (Fig. 1). Estas son áreas de un cuarto de círculo de 60 m de radio (2826 m<sup>2</sup>) a sotavento (oeste) de cada árbol, en donde se espera que caigan las semillas, por ser esa la dirección de los vientos predominantes. Se seleccionaron 20 árboles de caoba comerciales como semilleros y se delimitaron en el bosque sus sombras de semillas (Fig. 2). En 1997, un aprovechamiento comercial que extrajo 183 árboles de 15 especies

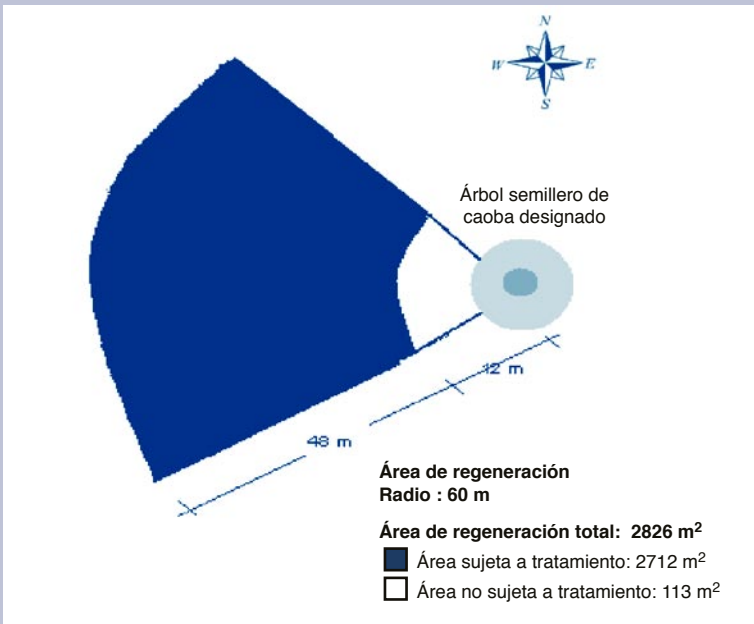
logró abrir solamente 6%, en promedio, de estas áreas (Robinson 1998), lo que se consideraba inadecuado para favorecer la regeneración de la caoba. Para crear condiciones más favorables, en 1998 se aplicaron cuatro diferentes tratamientos silviculturales (cinco áreas por tratamiento). Los tratamientos se aplicaron solamente a 2712 m<sup>2</sup> de cada área, y se iniciaron a un radio de 12 m del árbol semillero para evitar dañarlo (Fig. 2). Tales tratamientos fueron:

1) Roza del sotobosque: se cortaron a la base y con machete, todas las plantas de <10 cm dap; todos los árboles de mayores dimensiones quedaron en pie.

- 2) Anilla de todos los árboles residuales de ≥10 cm dap, sin tratamiento a los árboles menores.
- 3) Tumba: se rozaron las plantas del sotobosque (igual que en el tratamiento 1) y se tumbaron los árboles residuales, se extrajeron algunos y se amontonaron los demás (por ejemplo las palmas *Atelea*)
- 4) Mecánico: se realizó una limpieza total del área utilizando un tractor oruga para desenraizar todos los árboles residuales y empujarlos fuera del área (Fig. 3).

#### Colecta de datos

Uno de los árboles semilleros murió antes de la colecta de datos.



**Figura 2.** Representación esquemática del área de regeneración con 60 m de radio a sotavento del árbol semillero de caoba (no a escala).



Foto: L. Snook.

**Figura 3.** La apertura con maquinaria desenraizó los árboles residuales; el suelo quedó completamente limpio. Las hojas que se ven en la foto son de una caoba plantada, parte de otro experimento en la misma área.

En junio de 2000 se midieron y se cuantificó la producción de semillas a los 19 árboles semilleros restantes y de 38 árboles de caoba vecinos que se consideraba podrían dispersar semilla en alguna de las áreas de regeneración. Con cinta diamétrica se midió el diámetro del árbol, y con un clinómetro y cinta de medición se midió, desde una distancia de 30 m, la altura total y la altura de la base de la copa. Se midieron dos diámetros de la copa (ver Cámara-Cabrales y Snook –pag. 60- en este número, Snook *et al.* 2005) para calcular el área de proyección de la copa (APC) usando la fórmula de la elipse  $(L/2+W/2)^2 * \pi$ . La producción de frutos se calculó con base al número de segmentos de cápsulas encontrados debajo del árbol, en parcelas de muestreo de 2 x 1 m, sumando un área total equivalente al 15-20% del APC. Las parcelas se ubicaron dentro del APC mediante estratificación al azar. En agosto del 2000, dos meses después de iniciada la temporada de lluvias, se contabilizó la regeneración natural de caoba en nueve parcelas de muestreo preestablecidas de 7 m x 2 m ubicadas a lo largo de tres ejes (norte, oeste y sur) en cada área de regeneración (Fig. 4). Fue posible identificar las plántulas del año 2000 porque las del año anterior ya se habían marcado.

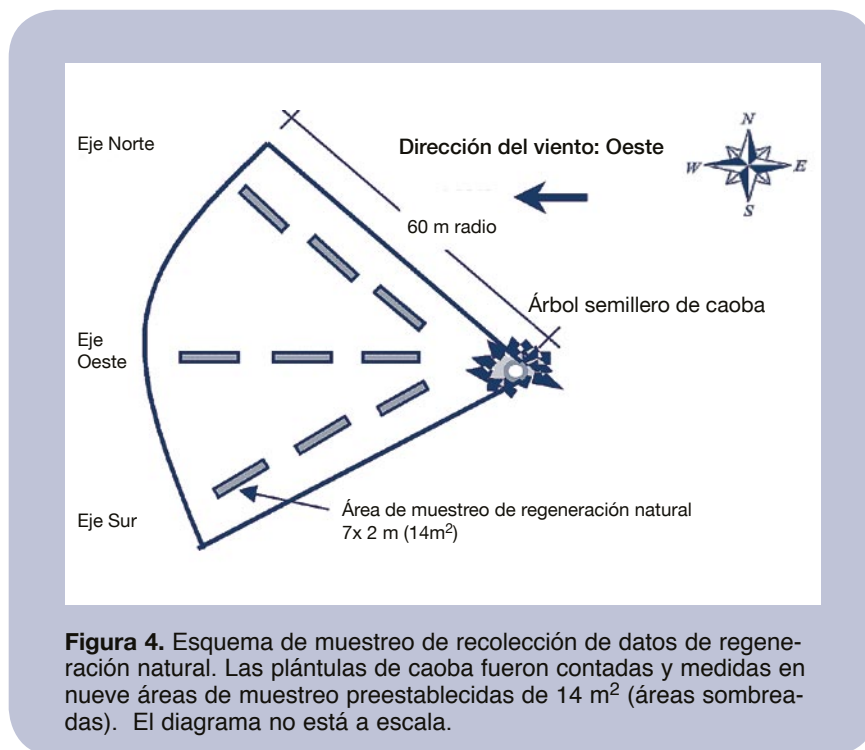
#### Análisis de datos

El número de segmentos por metro cuadrado muestreado se multiplicó por el APC para calcular el número total debajo de cada árbol. El número de frutos por árbol se calculó dividiendo el número total de segmentos entre los cinco segmentos por fruto; se estimó un promedio de 45 semillas por fruto (Rodríguez *et al.* 1994). Para estimar la lluvia de semillas que cayó en cada área de regeneración, se sumaron las cantidades de semillas producidas por el árbol semillero y los árboles vecinos que probablemente arrojaron semi-

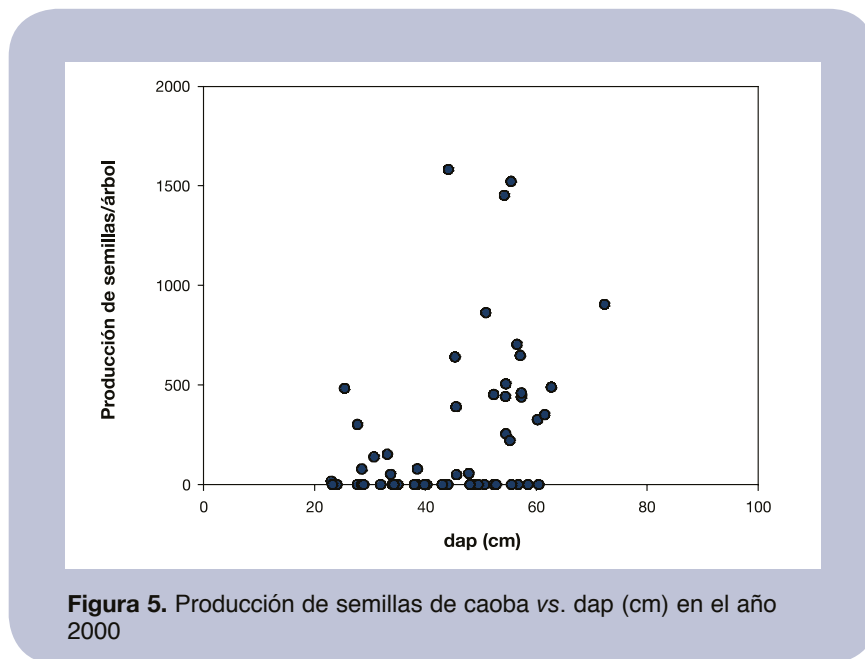


lla en el área. Con base en estudios existentes sobre la dispersión de semillas de caoba (Rodríguez *et al.* 1994, Gullison *et al.* 1996, Grogan *et al.* 2003), se estimó que en el área de regeneración ubicada a sotavento del árbol muestreado caerían 70% de las semillas del árbol semillero designado, 50% de las semillas de árboles vecinos ubicados al norte o al sur del área hasta 30 m al oeste del árbol semillero y solamente 30% de las semillas de árboles vecinos ubicados más hacia el oeste del área. En cinco áreas de regeneración no se registró lluvia de semillas; por lo tanto no hubo distribución normal de los datos. Se aplicaron análisis de Kruskal-Wallis para evaluar posibles diferencias en la lluvia de semillas según los tratamientos silviculturales.

Para estimar la densidad promedio de plántulas de caoba por metro cuadrado en cada área de regeneración se calculó, entre las nueve parcelas en cada área de regeneración, el promedio del número de plántulas por parcela de 14 m<sup>2</sup> y se extrapoló a la densidad por 100 m<sup>2</sup> multiplicándolo por 7,14. Luego se calculó la densidad media de regeneración natural de plántulas/100 m<sup>2</sup> entre las cinco áreas de regeneración de cada tratamiento. En siete áreas de regeneración no se encontraron plántulas de regeneración natural; como resultado, los datos no presentaron una distribución normal. Por lo tanto, se realizaron pruebas de Kruskal-Wallis para comparar la regeneración natural a partir de los diferentes tratamientos silviculturales. Todos los datos fueron transformados a sus logaritmos antes de analizarse, para igualar sus varianzas. Los análisis fueron realizados usando Systat 7.01 (SPSS 1997); Sigma Stat para Windows versión 2.03 SPSS Inc. 1992-1997; Sigma Plot para Windows versión 4.01 SPSS Inc. 2002; S-Plus 2000 de MathSoft Inc. y Microsoft Excel 2000.



**Figura 4.** Esquema de muestreo de recolección de datos de regeneración natural. Las plántulas de caoba fueron contadas y medidas en nueve áreas de muestreo preestablecidas de 14 m<sup>2</sup> (áreas sombreadas). El diagrama no está a escala.



**Figura 5.** Producción de semillas de caoba vs. dap (cm) en el año 2000

## Resultados

### Tamaño del árbol y producción de frutos

La altura media de los árboles de caoba muestreados fue de  $22 \pm 0,6$  m con un rango de 12 a 38 m. El rango del dap fue de 23 a 72 cm, con un promedio de  $45 \pm 2$  cm. Las copas presentaron un

área promedio de proyección de  $87 \pm 6$  m<sup>2</sup>. En el año 2000, la producción de frutos de los 57 árboles varió entre 0 y 35 (0 a 1575 semillas/árbol). Aunque los árboles desde 23 cm dap (0,04 m<sup>2</sup> área basal) ya producían semillas, casi la mitad de los árboles muestreados (47%) no produjeron ningún fruto. Los 19 árboles designados como semi-

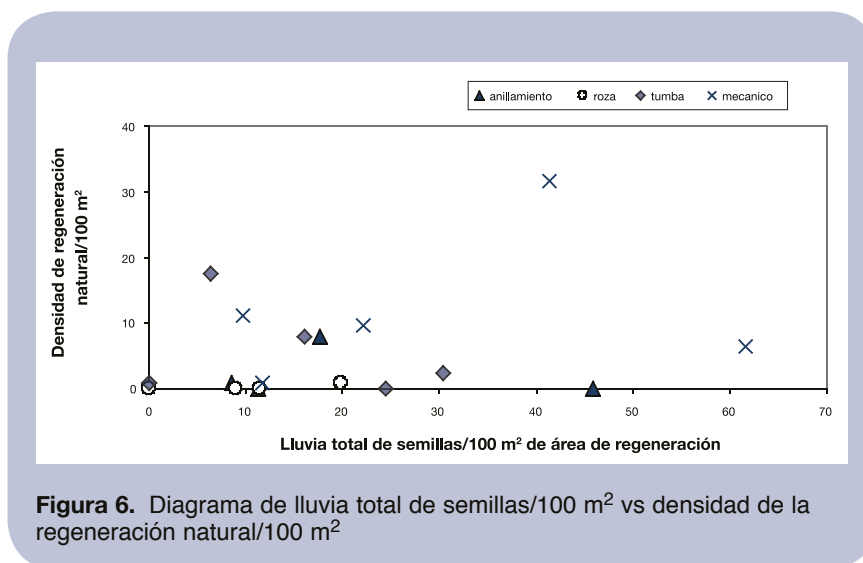
**Cuadro 1.**

Lluvia de semillas promedio y densidad de regeneración natural por tratamiento en el año 2000

Tratamiento	Lluvia total de semillas /100 m <sup>2</sup> (árbol semillero + árboles de caoba vecinos)	Lluvia de semillas del árbol semillero designado /100 m <sup>2</sup>	Promedio de la regeneración natural /100 m <sup>2</sup>	Proporción de semillas que rindieron plántulas (regeneración natural/lluvia total)
Roza del sotobosque	8 ± 4	6 ± 3	0 ± 0	2%
Anillamiento	21 ± 9	9 ± 3	2 ± 2	10%
Tumba	15 ± 6	7 ± 3	6 ± 3	37%
Mecánico	29 ± 10	18 ± 6	12 ± 5	41%

llos tenían un promedio de  $55 \pm 1$  cm dap, y produjeron en promedio  $391 \pm 87$  semillas en el 2000; los 38 árboles de caoba vecinos medían, en promedio,  $40 \pm 2$  cm dap, y produjeron  $177 \pm 61$  semillas. Las diferencias en productividad entre estos dos grupos fueron estadísticamente significativas ( $p=0,014$ ). Sin embargo, cuando se excluyeron del análisis los árboles que no produjeron frutos, se encontró que la diferencia en el número de frutos por árbol entre las dos clases de tamaño no era significativa ( $p=0,063$ ). La diferencia entre los dos grupos se debía más bien a una diferencia significativa ( $p=0,012$ ) entre las dos clases en la proporción de árboles que produjeron 0 frutos en el 2000 (59% de árboles  $<55$  cm dap en comparación con el 25% de árboles  $\geq 55$  cm).

El Cuadro 1 y la Fig. 6 indican la lluvia de semillas por 100 m<sup>2</sup> de área de regeneración tratada y la densidad de regeneración natural por tratamiento. La lluvia de semillas varió entre 0 y 62 semillas/100 m<sup>2</sup>. Cinco de los árboles semilleros no produjeron semillas; tres de las áreas de regeneración (dos áreas rozadas, un área tumbada) no recibieron semilla ni de los árboles semilleros designados, ni de árboles vecinos. Aunque se nota que la lluvia de semillas promedio fue mayor en las áreas sujetas al tratamiento más intensivo (apertura con tractor de orugas) y menor en áreas sujetas al tratamiento menos intensivo (roza del sotobosque), las pruebas Kruskal Wallis revelaron que las diferencias en lluvia de semillas entre tratamientos silviculturales, no eran

**Figura 6.** Diagrama de lluvia total de semillas/100 m<sup>2</sup> vs densidad de la regeneración natural/100 m<sup>2</sup>

estadísticamente significativas ( $p=0,248$ ,  $p=0,506$ , respectivamente), ni entre árboles semilleros designados o considerando todos los árboles fuente de semilla.

La densidad de plántulas de caoba en cada área de regeneración varió entre 0 y 32 plántulas/100 m<sup>2</sup>. No se encontró regeneración natural en siete (37%) de las 19 áreas de regeneración (incluyendo cuatro de las cinco que recibieron el tratamiento de roza del sotobosque, dos de las cuatro áreas donde se aplicó anillamiento, y una de las cinco donde se aplicó tumba), aunque habían caído semillas en el 84% de estas áreas (Fig. 6). La densidad de la regeneración natural varió de forma significativa entre las áreas de regeneración sujetas a los distintos tratamientos silviculturales ( $p=0,029$ ). La densidad de plántulas en áreas abiertas completamente mediante tumba y apertura mecánica fue significativa-

mente mayor a las densidades encontradas en áreas donde solo se aplicó anillamiento de los árboles residuales, o roza del sotobosque ( $p=0,006$ ). En áreas abiertas completamente, se calculó que 37-40% de las semillas dieron lugar a plántulas, en comparación con 10% en las áreas abiertas por anillamiento del arbolado residual y 2% en áreas sujetas solamente a la roza del sotobosque (Cuadro 1).

### Discusión y conclusiones


Al igual como se ha documentado en otros estudios (Snook *et al.* 2005, Cámara-Cabrales y Snook –pag. 60- en este número), es probable que los árboles con diámetros mayores sean los que produzcan más semillas al año. Esto revela lo positivo de la práctica actual del Programa para Belice, de dejar 20 árboles de caoba de tamaño comercial como semilleros en cada área de corta de 100 ha. Sin embargo,

se requieren más estudios para saber si esta densidad de árboles semilleros provee las semillas suficientes para asegurar la regeneración natural en un área de este tamaño. Por otra parte, la variabilidad entre árboles y

la proporción relativamente alta de árboles que no produjeron semillas en el año del estudio revela que no se puede estar seguro de la producción semillera de un árbol dado en un año en particular.

## Literatura citada

- Blundell, AG; Gullison; RE. 2003. Poor regulatory capacity limits the ability of science to influence the management of mahogany. *Forest Policy & Economics*. 5:395-405.
- Brokaw, NVL; Whitman, A; Wilson, R; Hagan, JM; Bird, N; Mallory, EL; Snook, LK; Martins, PJ; Novelo, D; White, D; Losos, E. 1999. Hacia una silvicultura sustentable en Belice. *In* Primack, RB; Bray, D; Galletti, HA; Ponciano, I. eds. *La Selva Maya: conservación y desarrollo*. México, DF, Siglo Veintiuno. p. 267-284.
- Cámara-Cabrales, L; Snook, LK. 2005. Producción de semillas de caoba. *Patrones de variación e implicaciones para la sostenibilidad*. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:60-67.
- Fearnside, P. 1997. Protection of mahogany: A catalytic species in the destruction of rain forests in the American tropics. *Environmental Conservation* 24(4): 303-306.
- Grogan, J; Galvao, J; Simoes, L; Verissimo, A. 2003. Regeneration of big-leaf mahogany in closed and logged forests of southeastern Para, Brazil. *In* Lugo, A; Figueroa-Colon, J; Alayon, M. eds. *Big-leaf mahogany ecology, genetics and management*. New York, Springer-Verlag. p. 193-208. (Ecological Studies 159).
- Gullison, RE; Panfil, SS; Strouse, JJ; Hubbell, SP. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. *Botanical Journal of the Linnaean Society* 122: 9-34.
- Lamb, FB. 1966. *Mahogany of Tropical America: its ecology and management*. Ann Arbor, University of Michigan Press.
- Pennington, TD; Styles, BT; Taylor, DAH. 1981. Meliaceae. *Flora Neotropica*. Monograph 28:472.
- Robinson, C. 1998. Selective logging and sustainable silviculture at the Rio Bravo Conservation and Management Area in Northwestern Belize. Master's project. Durham, NC., Duke University, Nicholas School of the Environment. 37 p.
- Rodríguez S, B; Chavelas P, J; García C, X. 1994. Dispersión de semillas y establecimiento de caoba (*Swietenia macrophylla* King) después de un tratamiento mecánico del sitio. *In* Snook, L; Barrera de Jorgenson, A. eds. *Madera, chicle, caza y milpa: contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo, México*. p. 81-90.
- Rodan, B; Campbell, F. 1996. CITES and the sustainable management of *Swietenia macrophylla* King. *Botanical Journal of the Linnaean Society* 122: 83-87.
- Rodan, B; Blundell, A. 2003. Can sustainable mahogany stem from CITES science? *Bioscience* 53(7): 619.
- Sabido, W; Novelo, D. La caoba y el manejo forestal sostenible en Belice. *Recursos Naturales y Ambiente* no. 44:53-59.
- Snook, L. 1996. Catastrophic disturbance, logging and the ecology of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) grounds for listing a major tropical timber species in CITES. *Botanical Journal of the Linnaean Society* 122: 35-46.
- Snook, L. 1999. Aprovechamiento sostenido de caoba (*Swietenia macrophylla* King) de las selvas de la península de Yucatán, México: pasado, presente y futuro. *In* Primack, RB; Bray, D; Galletti, HA; Ponciano, I. eds. *La Selva Maya: conservación y desarrollo*. México, DF, Siglo Veintiuno. p. 89-119.
- Snook, L. 2000. Regeneración y crecimiento de la caoba en las selvas naturales de Quintana Roo. *Ciencia Forestal en México* 86: 59-76.
- Snook, L. 2003. Regeneration, growth and sustainability of mahogany in Mexico's Yucatan forests. *In* Lugo, A; Figueroa-Colon, J; Alayon, M. eds. *Big-leaf mahogany ecology, genetics and management*. New York, Springer-Verlag. p. 169-192. (Ecological Studies 159).
- Snook, L; Cámara-Cabrales, L; Keltly, M. 2005. Six years of fruit production by mahogany trees (*Swietenia macrophylla* King): Patterns of variation and implications for sustainability. *Forest Ecology and Management* 206:221-235.
- Snook, LK; Negreiros-Castillo, P; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de plántulas de caoba en aperturas creadas en la Selva Maya de Belice y México. *Recursos Naturales y Ambiente* no.44:91-99.
- Weaver, P; Sabido, O. 1997. *Mahogany in Belize: A historical perspective*. Asheville, NC, US. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. General Technical Report IITF-2. 31p.
- Whitman, A; Brokaw, N; Hagan, JM. 1997. Forest damage caused by selection logging of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in northern Belize. *Forest Ecology and Management* 92: 87-96.
- Whitmore, J; Hinojosa, E. 1977. Mahogany (*Swietenia*) hybrids. *Forest Service Research Paper ITF* 23. 8 p.
- Wolffsohn, A. L. A. 1961. An experiment concerning mahogany germination. *Empire Forestry Review* 40(1): 71-72.

Se ha comprobado también que dejar árboles semilleros no es suficiente para asegurar el establecimiento de la regeneración natural de caoba, sino que se requieren tratamientos silviculturales de apertura del dosel para garantizar las condiciones adecuadas para el establecimiento de las plántulas. Estos resultados corresponden a observaciones previas de la abundante regeneración natural en áreas abiertas (Snook 2003). Cerca del 40% de las semillas lograron germinar y establecerse en áreas completamente abiertas aun dos años después de los tratamientos, cuando se había establecido una alta densidad de plántulas de regeneración natural de otras especies. En Belice, la limpieza con tractor de oruga es la manera más barata de crear aperturas, aunque se pueden generar condiciones similares con la roza-tumba-quema, que es más barata que el uso de maquinaria en los bosques de México (ver Snook *et al.* –pag. 91- en este número). 

## Agradecimientos

Este estudio se realizó con la ayuda del Programme for Belize (Pfb). El financiamiento para realizar los tratamientos silviculturales se obtuvo de una donación al Pfb de la Unión Europea. Muchas gracias a Joshua Cohen por supervisar el establecimiento de los tratamientos; y a Ram Oren y Dan Richter de la Nicholas School of the Environment, Duke University por su apoyo. El financiamiento para la recolección de los datos fue generosamente proporcionado por CIFOR, el Banco Interamericano de Desarrollo, Duke Latin American Studies Travel Award y Environmental Internship Fund de la Nicholas School of the Environment, Duke University. Muchas gracias a toda la gente del Pfb que ayudó con la recolección de datos, especialmente a Annel Matus e Indalecio Vallejos. Agradecemos también a Manuel Guariguata por sus valiosos comentarios y sugerencias.

# Supervivencia y crecimiento de caoba en claros post-extracción, en Belice a partir de semillas y plántulas<sup>1</sup>

**Laura K. Snook**

*CIFOR, Bogor, Indonesia*

*Dirección actual: IPGRI, Via dei Tre Denari 472/a, 00057 Maccarese, Roma, Italia.*

*l.snook@cgiar.org*

**Haris Iskandar**

*CIFOR, Bogor, Indonesia*

*h.iskandar@cgiar.org*

**Jeffrey Chow**

*Resources for the Future, Washington, DC, EUA*

*Chow@rff.org*

**Joshua Cohen**

*Michigan Natural Heritage Program, Michigan, EUA*

*cohenjo@michigan.gov*

**Jennifer O'Connor**

*Mt. Hood National Forest, USDA Forest Service, Oregon, EUA*

*jmoconnor@fs.fed.us*



Para asegurar el aprovechamiento sostenible de árboles de caoba, hay que asegurar el establecimiento de nuevos árboles que replacen a los que se extraen. La caoba requiere de luz para sobrevivir, pero no se sabe hasta qué grado los claros producidos por la extracción podrían brindar esas condiciones.

<sup>1</sup> Esta publicación representa los puntos de vista de los autores y no necesariamente los del CIFOR

## Resumen

Con el fin de evaluar la factibilidad de asegurar la regeneración de la caoba mediante el enriquecimiento de claros productivos por la extracción de árboles, se llevaron a cabo dos experimentos en 'Rio Bravo Conservation and Management Area', Belice. En uno, se sembraron 50 semillas de caoba en una parcela de 5 m x 5 m en el centro de cada uno de 30 claros unos meses después del aprovechamiento comercial. En el otro, se plantaron nueve plántulas de caoba en una parcela de 5 m x 5 m en el centro de cada uno de 60 claros a un año y unos meses después del aprovechamiento comercial. Se midieron las alturas de las plántulas de caoba a intervalos hasta 4 años después. Para los dos experimentos, se seleccionaron cinco claros en seis categorías de tamaño desde <math><100\text{ m}^2</math> hasta <math>>400\text{ m}^2</math>. El área de cada claro se calculó con base en mediciones de cuatro o más radios desde el centro hasta el borde. En 33 claros, las mediciones de área se hicieron en 1998, a pocos meses de su creación, y una segunda vez en 2002. Cuatro años después  $15 \pm 2\%$  de las semillas sembradas estaban representadas por plántulas de caoba, y  $41 \pm 4\%$  de las plántulas plantadas sobrevivían. La supervivencia no reflejaba el tamaño inicial del claro, pero el crecimiento sí ( $p = 0,002$ ;  $R^2 = 0,129$ ). En cuatro años, las plántulas derivadas de semilla en claros nuevos habían alcanzado un promedio de  $96 \pm 8$  cm; las plántulas plantadas en claros de >1 año alcanzaron  $97 \pm 5$  cm en claros <math><400\text{ m}^2</math> y  $138 \pm 17$  cm en claros <math>>400\text{ m}^2</math>. A los cuatro años, el tamaño de los claros remedidos se había reducido en un  $91 \pm 2\%$ , debido al crecimiento de ramas, árboles quebrados y plantas en el centro del claro, los cuales crearon un nuevo dosel de  $8 \pm 0,5$  m de altura. No es seguro que los arbolitos de caoba sobrevivan bajo estas condiciones.

**Palabras claves:** Caoba; *Swietenia macrophylla*; regeneración; crecimiento; claros; enriquecimiento; siembra; Belice.

## Summary

**Survival and growth of mahogany from seed and seedlings in post-harvest felling gaps.** To evaluate the feasibility of ensuring the regeneration of mahogany through enrichment of felling gaps after logging, two experiments were carried out in the Rio Bravo Conservation and Management Area in Belize. In one, 50 mahogany seeds were sown in a 5m x 5m plot in the center of each of 30 gaps, four months after a commercial harvesting operation. In another, nine mahogany seedlings were planted in a 5m x 5m plot in the center of each of 60 gaps, 1 year and 4 months after a commercial harvest. The heights of the mahogany seedlings were measured periodically to four years later. In both experiments, five felling gaps had been selected within each of 6 size classes from <math><100\text{ m}^2</math> to <math>>400\text{ m}^2</math>. The areas of the gaps were determined from measurements of four or more radii from the center to the edge. In 33 felling gaps, measurements were made in 1998, immediately after the harvesting operation, and repeated in 2002. Four years after sowing,  $15 \pm 2\%$  of the sown mahogany seed were represented by a mahogany seedling, while  $41 \pm 4\%$  of the planted seedlings survived. Rates of survival did not reflect the initial size of felling gaps, but growth did ( $p = 0.002$ ,  $R^2 = 0.129$ ). In four years, the seedlings grown from seed in new felling gaps had achieved average heights of  $96 \pm 8$  cm; seedlings planted in gaps >1 year old had achieved heights of  $97 \pm 5$  cm in gaps <math><400\text{ m}^2</math> y  $138 \pm 17$  cm in gaps <math>>400\text{ m}^2</math>. Over the four years, the size of re-measured clearings had been reduced by  $91 \pm 2\%$  due to the growth of branches, broken trees, and seedlings in the center of the clearing, which created a new canopy averaging  $8 \pm 0.5$  m in height. It is not clear that the mahogany seedlings will survive over the longer term under these conditions.

**Keywords:** Mahogany; *Swietenia macrophylla*; regeneration; growth; enrichment; seedling; gaps; Belize.

Para asegurar el aprovechamiento sostenible de árboles de caoba, hay que asegurar el establecimiento de nuevos árboles que replacen a los que se extraen. La forma más económica de asegurar la regeneración de la caoba es sembrar semillas o plantar plántulas en los claros que se abren al tumar y extraer árboles durante un aprovechamiento comercial, aunque típicamente estas aperturas no cubren más del 2-3% del área aprovechada (Whitman *et al.* 1997, Dickinson *et al.* 2000). En Quintana Roo, México, este tipo de plantación de enriquecimiento se ha llevado a cabo en las áreas de aprovechamiento desde décadas (ver Argüelles *et al.* -pag. 45-, Santos *et al.* -pag. 27-, Chan -pag. 37- en este número; además, Negreros-Castillo y Mize 2003). Los resultados de estas inversiones no se han monitoreado de forma sistemática; el único estudio que se conoce evaluó, unos años después de su plantación, la supervivencia de plántulas en áreas enriquecidas unos años antes. Los autores estimaron una tasa de supervivencia de 22% de las plántulas de caoba que calcularon, se habían plantado en estos sitios previamente (Negreros-Castillo y Mize 2003). Otras observaciones llevadas a cabo 10-15 años después de las plantaciones de enriquecimiento, se mencionan en Argüelles *et al.* -pag. 45- en este número.

Se reconoce que la caoba requiere de luz para sobrevivir (ver Snook, Negreros-Castillo y O'Connor -pag. 91-, en este número), pero no se sabe hasta qué grado los claros producidos por la extracción podrían brindar esas condiciones. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de sembrar semillas o plantar plántulas de caoba en los claros que resultan de la extracción comercial de árboles. Un segundo objetivo era ver si la supervivencia y crecimiento de la caoba variaba según el tamaño del claro.

## Métodos

### Área de estudio

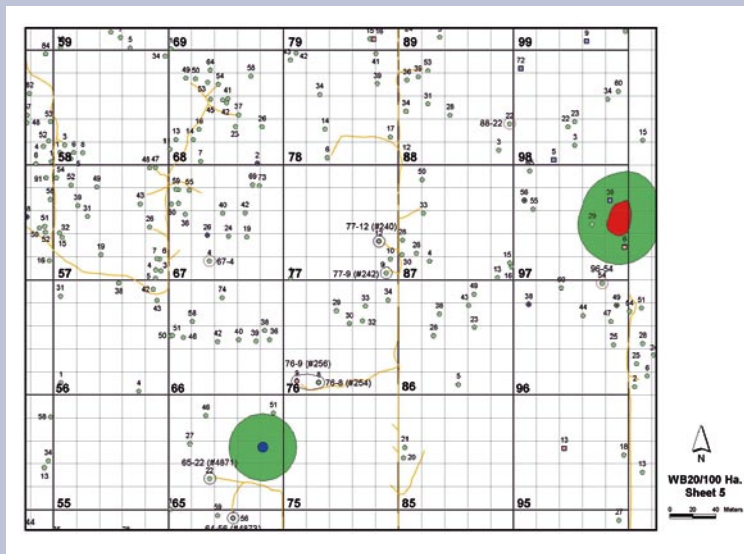
El estudio se llevó a cabo en dos áreas de aprovechamiento cerca de la estación de Hill Bank (88°2' O, 17°36' N) en la zona de aprovechamiento maderero de 'Rio Bravo Conservation and Management Area' (Área de Manejo y Conservación Río Bravo (RBCMA), Belice), la cual es manejada por el 'Programme for Belize' (Pfb) (ver Fig. 1 en Sabido y Novelo -pag. 53- en este número y Brokaw *et al.* 1999). En el área conocida como "West Botes -20 and Extension" (WB-20), durante los primeros meses de 1998 se aprovecharon 520 árboles de diez especies, los cuales se tumbaron y extrajeron con tractor (arrastradora) forestal de llantas. En el área conocida como "West Botes 01" (WB-01), a principios de 1999 se aprovecharon cinco especies; los troncos fueron arrastrados con tractor agrícola, o con caballos.

### Establecimiento de los experimentos

Después del aprovechamiento de 1998 en WB-20, se midieron 39 claros con el método de Brokaw (1982; ver

adelante). Se escogieron seis claros experimentales en cada una de cinco categorías de tamaño (<100 m<sup>2</sup>, 100-199 m<sup>2</sup>, 200-299 m<sup>2</sup>, 300-399 m<sup>2</sup> y ≥400 m<sup>2</sup>; Fig. 1). En agosto de 1998 se sembraron dos semillas cerca de la base de 25 estacas establecidas a intervalos de 1 m x 1 m en una parcela de 5 m x 5 m en el centro de cada claro. En junio de 1999 se visitaron los claros, pero no había salido ninguna plántula de caoba debido, probablemente, a que las semillas ya habían perdido su viabilidad cuando se sembraron (Morris *et al.* 2000).

Para el segundo intento se usaron plántulas de caoba producidas en 1999 de semillas caídas ese mismo año y sembradas en bolsas en vivero entre marzo y abril. Ese mismo año se aumentó a 60 el número de claros experimentales, pero se mantuvieron las mismas categorías de tamaño. Entre junio y julio 1999, se plantaron nueve plántulas en el centro de cada uno de los 60 claros en WB-20, en tres líneas de tres plántulas, a 2,5 m de distancia una de la otra, dentro de un cuadro de 5 m x 5 m. Después del transplante,



**Figura 1.** Parte del compartimiento WB-20 donde se aprecian los claros de uno o varios árboles extraídos (rodeados de líneas negras). Los puntos rojos son árboles de caoba. Círculos alrededor de los puntos rojos indican árboles sembrados.

cada plántula fue numerada y se midió con cinta métrica la altura hasta la base de la hoja más alta. Las plántulas tenían entre 6 cm y 30 cm de altura, con un promedio de 16 cm. No se hizo ningún tratamiento del sitio antes de plantarlas.

El mismo año, en el compartimiento WB-01 se midieron y seleccionaron 30 claros de los que se crearon con el aprovechamiento de 1999, seis en cada categoría de tamaño. En el centro de cada claro se estableció una parcela de 5 m x 5 m con 25 estacas a intervalos de 1 m x 1 m. Cerca de la base de cada estaca se sembraron dos semillas de caoba en junio de 1999 (Cuadro 1). No se hizo ningún tratamiento del sitio antes de sembrarlas.

Las alturas de todas las plántulas, hasta la base de la hoja más alta, se volvieron a medir con cinta métrica entre mayo y julio del 2000, 2001, 2002 y 2003.

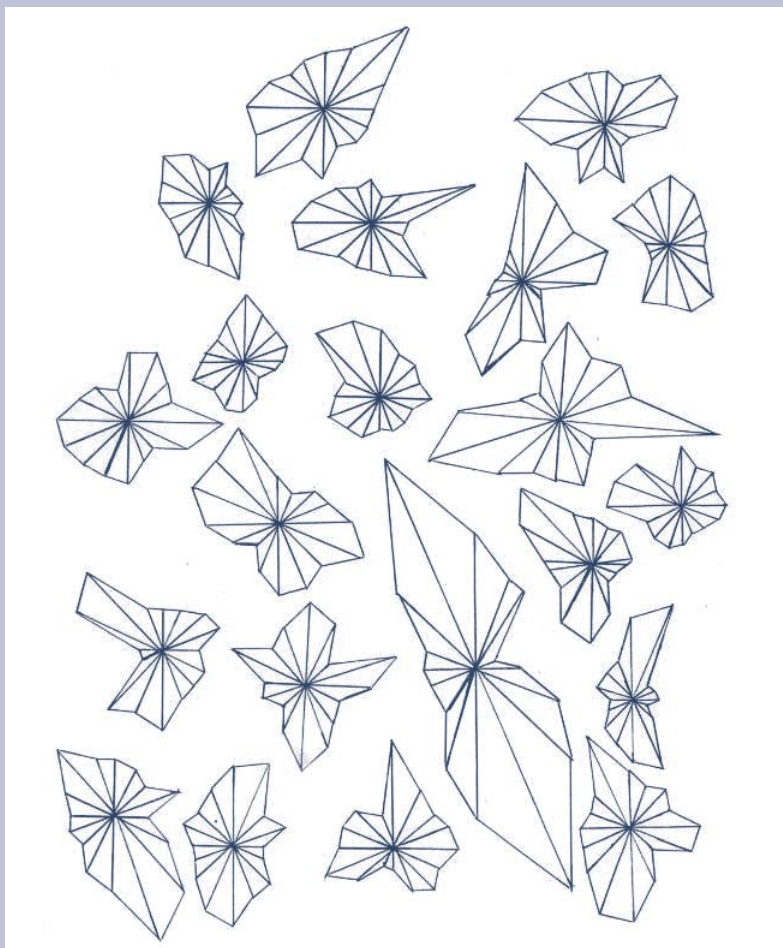
#### Medición del tamaño de los claros

En 1998 se midió el tamaño de 39 claros en WB-20 mediante la técnica descrita por Brokaw (1982). Desde un punto central en cada claro se midieron 16 radios, empezando hacia el norte, uno a cada 22,5 grados de brújula, alrededor del claro, con un 'laser range finder' Impulse®. Para asegurarse de medir hasta el borde mismo del claro, se ubicó una persona justo debajo del follaje que marcaba el fin del claro. Para calcular el área del claro, se dibujó cada uno a escala en papel gráfico con base en los 16 radios, conectando los puntos terminales de cada radio con el siguiente mediante líneas rectas (Fig. 2). Cada polígono de papel se recortó con una hoja de afeitar y se pesó en una escala con precisión de 1/100 g. Al conocer el área y el peso de una hoja de papel completa, se pudo calcular el área del polígono como una proporción del peso del polígono al peso de la

**Cuadro 1.**  
Claros post-extracción enriquecidos con caoba

Área de aprovechamiento	West Botes 1	West Botes 20
Fecha de aprovechamiento	1-2/1999	1-2/1998
Fecha de enriquecimiento	6-7/1999	6-7/1999
Tipo de enriquecimiento	50 semillas en 25 m <sup>2</sup>	9 plántulas en 25 m <sup>2</sup>
Categoría de tamaño (m <sup>2</sup> )	Número de claros	
0 - 100	6	11
100 - 200	6	13
200 - 300	6	13
300 - 400	8	11
400+	4*	12
Total	30	60

\* La extracción selectiva en esta área produjo pocos claros grandes.



**Figura 2.** Diagramas de claros post-extracción, dibujados a partir de 16 radios medidos en el campo.  
Fuente: Cohen (1999)



**Figura 3.** Claro post-extracción tres años después. La vegetación es más alta que las plántulas de caoba, por lo que éstas no se aprecian

hoja completa. En la medición de 1998 se usó el mismo aparato para medir, además, la altura del dosel alrededor del claro hacia el norte, sur, este y oeste. Los 30 claros seleccionados en 1998 para sembrar y los 30 claros adicionales seleccionados en 1999 se remidieron en 1999, a un año del aprovechamiento y antes de la plantación.

Mediante análisis estadísticos para comparar las estimaciones de área derivadas de los 16 radios, con estimaciones de área derivadas de 4 radios y usando la fórmula para una elipse ( $\text{Radio}_1 + \text{Radio}_2/2 * \pi$ ), se determinó que las diferencias en las estimaciones obtenidas con ambas metodologías no eran estadísticamente significativas a  $\alpha = 0,05$ . En consecuencia, en 1999

y en 2002, cuando se volvieron a medir los claros, se midieron solamente cuatro radios. Los claros de WB-01 se midieron solamente en 1999, unos cuatro meses después del aprovechamiento y antes de sembrarlos; se usaron cuatro radios y se calculó el área mediante la fórmula de la elipse. En las mediciones de 1998 y 1999 se siguió la definición de Brokaw (1982), quien describió un claro como un “hueco” en el dosel, que se extiende, en promedio, hasta 2 m por encima del suelo. En 2002, cuando los claros tenían cuatro años, la vegetación en el centro del claro había crecido tanto que decidimos levantar la base del “hueco” en el dosel principal hasta un promedio de 3 m sobre el suelo (Fig. 3).

### Análisis

Para las semillas, la tasa de establecimiento fue el porcentaje de semillas que dieron lugar a plántulas a los 11 meses de la siembra. La supervivencia fue el porcentaje de las plántulas establecidas que vivían a la última fecha de medición, mientras que el rendimiento fue la proporción de semillas sembradas representada por una plántula en la última medición. Para las plántulas, la supervivencia fue el porcentaje de plántulas plantadas que sobrevivían a la última medición y era equivalente al rendimiento para las semillas. Los porcentajes de supervivencia fueron transformados al arco seno antes de analizarse (Zar 1984).

Para las plántulas derivadas de semillas, el crecimiento se analizó a



partir de la altura. Para las plántulas plantadas, el crecimiento fue la diferencia entre la altura al momento de la plantación y la altura a la última fecha de medición. Alturas y crecimiento fueron transformados al logaritmo antes de analizarlas.

Para entender la dinámica de los claros, se compararon las áreas de los claros de WB-20 de 1998, con las áreas calculadas con base a una remediación de 33 de estos claros cuatro años después. Todos los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante procedimientos 'General Linear Models' usando Systat 7.01 (SPSS 1997).

## Resultados

### Establecimiento y supervivencia

En mayo del 2000, 11 meses después de la siembra de 50 semillas/parcela,  $26 \pm 3\%$  de las semillas habían nacido (un promedio de  $13 \pm 1,5$  plántulas/parcela). Tres años más tarde,  $57 \pm 6\%$  de estas plántulas aun sobrevivían. Análisis estadísticos revelaron que ni la variabilidad en la tasa de establecimiento observada en el 2000, ni la variabilidad en la tasa de supervivencia hasta el 2003 reflejaba diferencias entre los tamaños de claros en 1999, cuando se sembraron las semillas ( $p = 0,694$ ;  $p = 0,856$ , respectivamente). En otras palabras, cuatro años después de la siembra,  $15 \pm 2\%$  de las semillas sembradas estaban representadas por una plántula: de una densidad de siembra de 50 semillas por parcela, había una densidad promedio de 7,5 plántulas. De los 25 sitios/parcela donde en 1999 se habían sembrado dos semillas por sitio, un promedio de  $26 \pm 3\%$  (5 sitios) tenían por lo menos una plántula en el 2003.

La tasa de supervivencia de las plántulas del 2000 al 2003 fue de  $57 \pm 3\%$ ; exactamente la misma que la de las plántulas derivadas de semillas durante el mismo periodo. A cuatro años de la plantación de plántulas, sobrevivían en promedio

$41 \pm 4\%$  de las plántulas plantadas en 1999 (4 de 9). Al igual que sucedió con las plántulas derivadas de semillas sembradas, un análisis estadístico reveló que el tamaño del claro en 1999 no afectó de forma significativa la supervivencia de las plántulas ( $p = 0,722$ ).

### Crecimiento

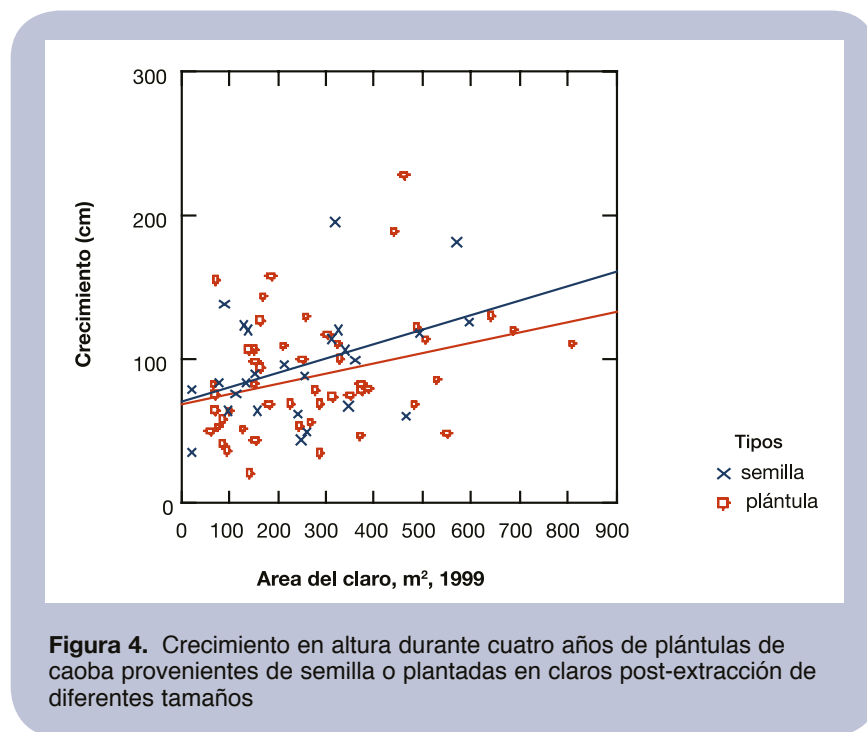
El crecimiento en altura durante los cuatro años de medición de las plántulas derivadas de semillas sembradas en claros del mismo año fue más sensible al tamaño inicial del claro que la supervivencia ( $p = 0,052$ ;  $R^2 = 0,148$ ). A los cuatro años de la siembra, la altura promedio de las plántulas derivadas de semillas fue de  $96 \pm 8$  cm, pero en claros  $<300 \text{ m}^2$ , la altura promedio fue de  $81 \pm 7$  cm, mientras que en claros  $>300 \text{ m}^2$  la altura promedio fue de  $119 \pm 14$  cm.

El efecto del tamaño del claro en el crecimiento en altura durante los primeros 11 meses después de la plantación de las plántulas en claros abiertos el año anterior fue significativo ( $p < 0,0001$ ,  $R^2 = 0,254$ ). Cuatro años después de la plantación, el

efecto del tamaño inicial del claro seguía significativo, aunque menos fuerte ( $p = 0,020$ ;  $R^2 = 0,108$ ). Durante los cuatro años, las plántulas crecieron, en promedio,  $88 \pm 6$  cm y alcanzaron alturas de  $105 \pm 6$  cm. En claros  $<400 \text{ m}^2$ , el crecimiento promedio fue de  $81 \pm 5$  cm, y la altura promedio fue de  $97 \pm 5$  cm; en claros  $>400 \text{ m}^2$ , el crecimiento fue de  $121 \pm 17$  cm, y la altura promedio fue de  $138 \pm 17$  cm. Cuando se combinaron los datos de crecimiento en altura a través de los cuatro años para los dos tipos de plántulas (derivadas de semillas y plantadas), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos, pero las diferencias en altura sí variaron de forma significativa en relación al tamaño del claro en el momento de la siembra o plantación ( $p = 0,230$ ,  $p = 0,002$ , respectivamente;  $R^2 = 0,129$ ) (Fig. 4).

### Tamaño y dinámica de los claros

El tamaño promedio de los 39 claros medidos en 1998 fue de  $332 \pm 38 \text{ m}^2$ , pero los claros derivados de la tumba de un solo árbol medían  $225 \pm 24 \text{ m}^2$ , mientras que los claros

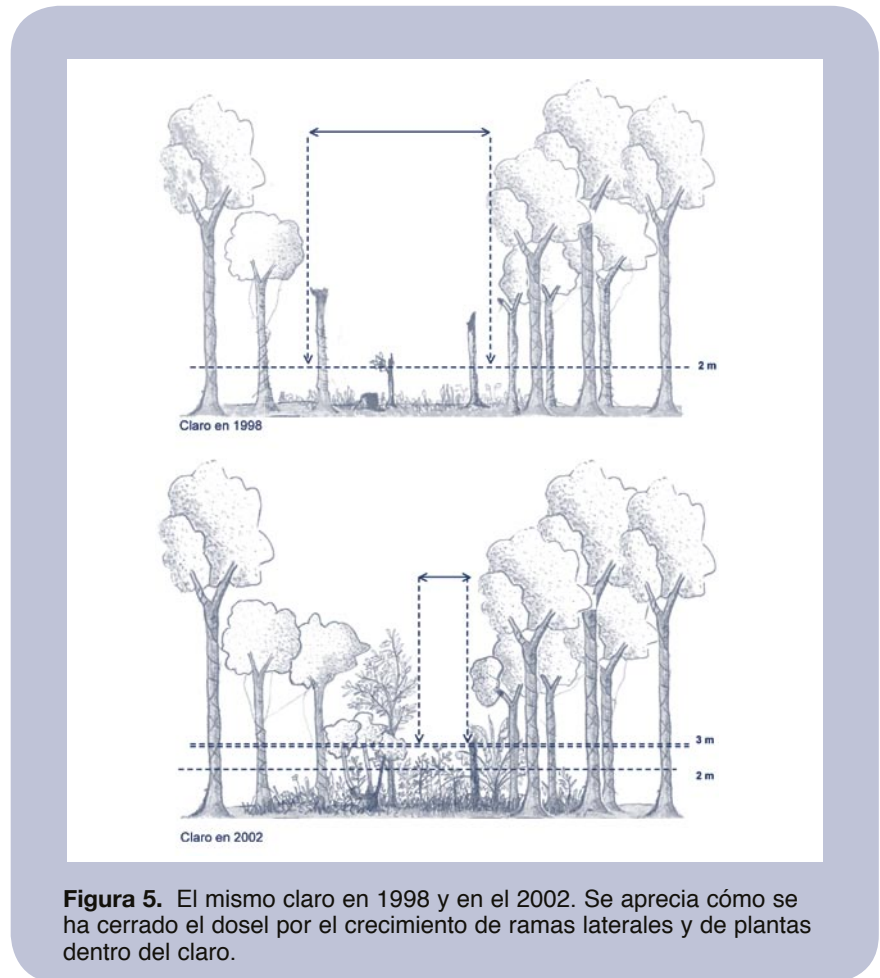


**Figura 4.** Crecimiento en altura durante cuatro años de plántulas de caoba provenientes de semilla o plantadas en claros post-extracción de diferentes tamaños

derivados de la tumba de múltiples árboles medían  $497 \pm 68 \text{ m}^2$ . La altura del dosel fue de  $20,5 \pm 4 \text{ m}$ . Cuatro años después, 80% de los 33 claros remedidos tenían  $<40 \text{ m}^2$ , en tanto que 18% de los claros ya se habían cerrado (en promedio su dosel era  $\geq 3 \text{ m}$  de altura). En promedio, los claros medidos en el 2002 tenían un área de  $26 \pm 4 \text{ m}^2$  (sus áreas iniciales se habían reducido en un  $91 \pm 2\%$ , Fig. 5). No había diferencia significativa entre el tamaño de claros derivados de la tumba de un solo árbol y los derivados de la tumba de varios árboles. La mayoría de los claros más grandes en 1998 ( $>600 \text{ m}^2$ ) se definieron como cerrados cuatro años después, mientras que la mayoría de los claros pequeños seguían abiertos, aunque de mucho menor tamaño que 4 años antes. En promedio, el nuevo dosel desarrollado en los claros tenía una altura de  $8,0 \pm 0,5 \text{ m}$ .

### Discusión y conclusiones

Este estudio confirmó que el establecimiento de plántulas de caoba a partir de semillas sembradas puede ser inseguro: en el primer intento ninguna semilla germinó; lo mismo ocurrió con el primer intento de siembra en grandes aperturas (Negreros-Castillo *et al.* -pag. 84-, en este número). Después de cuatro años, solamente 15% de las semillas sembradas en claros estaban representadas por una plántula, una cifra parecida a la tasa de 11-12% después del mismo intervalo en las aperturas grandes creadas por roza-tumba-quema y maquinaria (Negreros-Castillo *et al.*, -pag. 84-en este número). El mayor rendimiento de plántulas vivas después de cuatro años (41%) a partir de plántulas plantadas sugiere que si hay limitaciones en la disponibilidad de semillas, vale la pena considerar seriamente hacer las inversiones necesarias para producir en vivero y plantar plántulas. Al igual que en un experimento de aperturas de dife-



**Figura 5.** El mismo claro en 1998 y en el 2002. Se aprecia cómo se ha cerrado el dosel por el crecimiento de ramas laterales y de plantas dentro del claro.

rentes tamaños en Belice (Snook, Negreros-Castillo y O'Connor, -pag. 91- en este número), la supervivencia no varió de forma significativa entre claros de diferentes tamaños.

El crecimiento, sin embargo, sí fue más sensible a la disponibilidad de luz y otros recursos que la supervivencia: tanto las plántulas plantadas como las de semilla crecieron más rápidamente en claros grandes. Las plántulas derivadas de semillas crecieron a casi la misma tasa ( $96 \pm 8 \text{ cm}$  en cuatro años) que las plántulas plantadas ( $88 \pm 6 \text{ cm}$  en el mismo periodo). Esta semejanza contrasta marcadamente con los resultados en aperturas grandes, donde las semillas de caoba sembradas un año después de crear las aperturas crecieron  $74 \text{ cm}$  en cuatro años, en comparación con los  $146 \text{ cm}$  de crecimiento de las plántulas plantadas al mismo tiempo

en las mismas aperturas (Negreros-Castillo *et al.* 2003, Snook y Negreros-Castillo 2004). Esto probablemente se debe a que las semillas en este experimento fueron sembradas en los claros de extracción unos cuatro meses después de la apertura, en tanto que las plántulas fueron plantadas un año y 4 meses después de la apertura de los claros. La competencia por parte de plántulas y rebrotes de otras especies, que aprovecharon de la luz y otros recursos liberados por la tumba durante más de un año antes de la plantación de las plántulas de caoba, probablemente impidió su desarrollo. En el experimento de aperturas grandes, las plántulas plantadas a unos 2 - 3 meses después de la apertura del área crecieron 91% - 209% más rápidamente que las plántulas plantadas un año más tarde en las mismas aperturas experi-

Dibujo: Harris Iskandar

mentales (Snook, Negreros-Castillo y O'Connor, -pag. 91- en este número). Este patrón demuestra la importancia de sembrar o plantar lo más pronto posible después de la creación de una apertura para favorecer el crecimiento de la caoba. Es probable que si las plántulas se hubieran plantado en el mismo año en que se abrieron los claros, su crecimiento hubiera sido mayor (tal vez el doble o más) de lo que se observó.

La rapidez del cierre de los claros, por el crecimiento de otras plantas presentes (ver Figs. 3 y 5), fue inesperada. Ya a los cuatro años, los claros estaban casi cerrados. Esta probablemente es la razón por la cual la relación entre el crecimiento de las plántulas de caoba y el tamaño del claro fue más fuerte durante el primer año que después de cuatro años. Es notable que los claros grandes se cerraron con la misma o mayor rapidez que los menores. Esto puede deberse a la

mayor disponibilidad de luz en los primeros, lo cual favorece el rápido crecimiento de árboles y plántulas ya presentes dentro o alrededor del claro. Algunos de estos eran ramas o árboles quebrados o dañados por la tumba, que rebrotaron y crearon un nuevo dosel. Aunque este nuevo dosel era menos alto que el dosel original, impedía la llegada de luz a las plántulas de caoba. Es importante que las plántulas se vuelvan a medir en el futuro para confirmar su trayectoria, porque podría ser que la dinámica del cierre de estos claros lleve al estancamiento o muerte de las plántulas de caoba en los años venideros, como fue observado por Argüelles *et al.* -pag. 45- en este número. Convendría monitorear a través de más de 5 años una muestra de las plantaciones de enriquecimiento en cualquier bosque de producción, para averiguar si la inversión está asegurando el remplazo de los árboles extraídos. 🌱

## Reconocimientos

Este estudio se llevó a cabo a través de una colaboración entre el CIFOR y el Programme for Belize. Se agradece particularmente a las siguientes personas del Pfb: Darrell Novelo, Alfredo Leal, Ariseldo Awayo, Olegario Natividad, Henry Longworth, Víctor Alegría y Wilber Sabido. Los datos fueron colectados por los autores, junto con Ronadale Adolphus, Roger Arana, Nathaniel Alvaro, Greg Buppert, Susan Minnemeyer, Raquel Pernil, Andrew Spees, Ken Shono, Marcia Toledo y Carissa Wong. Se agradece también a Charles Robinson. Se recibieron apoyos financieros del CIFOR, del Gobierno de Japón, del Instituto para Recursos Tropicales de la Universidad de Yale, del Programa Hombre y la Biosfera (USMAB), del Programa para Estudios de Latinoamérica y el Caribe de Duke University y su Nicholas School of the Environment a través de la Fundación Lazar, el Fondo Kulzmier-Lee-Nikitine, la Fundación Mellon, la Fundación Tinker y el Centro de Estudios Internacionales.

## Literatura citada

- Argüelles, LA; Synnott, T; Gutiérrez, S; Del Angel, B. 2005. Regeneración y silvicultura de la caoba en la Selva Maya Mexicana, Ejido de Noh Bec. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:45-52.
- Brokaw, NVL. 1982. The definition of treefall gap and its effect on measures of forest dynamics. *Biotropica* 14(2): 158-160.
- Brokaw, NVL; Whitman, AA; Wilson, R; Hagan, JM; Bird, N; El Mallory; Snook, LK; Martins, PJ; Novelo, D; White, D; Losos, E. 1999. Hacia una silvicultura sustentable en Belice. *In* Primack, RB; Bray, D; Galletti, HA; Ponciano, I. Eds. *La Selva Maya: Conservación y Desarrollo*. México, DF, Siglo Veintiuno Editores. p. 267-284.
- Cohen, J.G. 1999. Silvicultural strides towards the sustainable management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Rio Bravo Conservation and Management Area of Belize. Master's Project. North Carolina, Duke University's Nicholas School of the Environment. 81 p.
- Chan Rivas, CV. 2005. El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la SPFEQR, Quintana Roo, México. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:37-44.
- Dickinson, M.B., Whigham, D.F., Herman, S.M., 2000. Tree regeneration in felling and natural treefall disturbances in a semideciduous tropical forest in Mexico. *Forest Ecology and Management* 134:137-151.
- Morris, M; Negreros-Castillo, P; Mize, CW. 2000. Sowing date, shade, and irrigation affect big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King). *Forest Ecology and Management* 132:173-181.
- Negreros-Castillo, P; Mize, C. 2003. Enrichment planting of *Swietenia macrophylla* (big leaf mahogany) and *Cedrela odorata* (Spanish cedar) in Quintana Roo, Mexico. *In* Lugo, AE; Figueroa Colón, JC; Alayon, M. Eds. *Big-Leaf Mahogany Ecology, Genetics and Management*. New York, Springer-Verlag. Ecological Studies vol. 159.
- Negreros-Castillo, P; Snook, LK; Mize, CW. 2003. Regenerating mahogany (*Swietenia macrophylla*) from seed in Quintana Roo, Mexico: the effects of sowing method and clearing treatment. *Forest Ecology and Management* 183(1-3):351-362.
- Negreros-Castillo, P; Snook, LK; Mize, CW. 2005. Regeneración de caoba a partir de siembra directa en aperturas creadas en un bosque natural en México. Recursos Naturales y Ambiente no.44:84-90.
- Sabido, W; Novelo, D. 2005. La caoba y el manejo forestal sostenible en Belice. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:53-59.
- Santos Jiménez, V; Mas Kantún, P; López, C; Snook, LK. 2005. El manejo forestal y la caoba en los ejidos de la Zona Maya, México. Desarrollo histórico, condiciones actuales y perspectivas. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:27-36.
- Snook, LK; Negreros-Castillo, P. 2004. Regenerating mahogany (*Swietenia macrophylla* King) on clearings in Mexico's Maya Forest: the effects of clearing treatment and cleaning on seedling survival and growth. *Forest Ecology and Management* 189:143-160.
- Snook, LK; Negreros-Castillo, P; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de plántulas de caoba en aperturas creadas en la Selva Maya de Belice y México. Recursos Naturales y Ambiente no. 44:91-99.
- SPSS. 1997. Systat for Windows 7.01. Chicago, USA.
- Whitman, A; Brokaw, N; Hagan, JM. 1997. Forest damage caused by selection logging of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in northern Belize. *Forest Ecology and Management* 92: 87-96.
- Zar, JH. 1984. Biostatistical analysis. 2 ed. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall. 718 p.

# Regeneración de caoba a partir de siembra directa en aperturas creadas en un bosque natural en México<sup>1</sup>

**Patricia Negreros-Castillo**

*Department of Natural Resource Ecology and Management, Iowa State University, EUA*

*Dirección actual: Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana, México  
pnegreros@uv.mx*

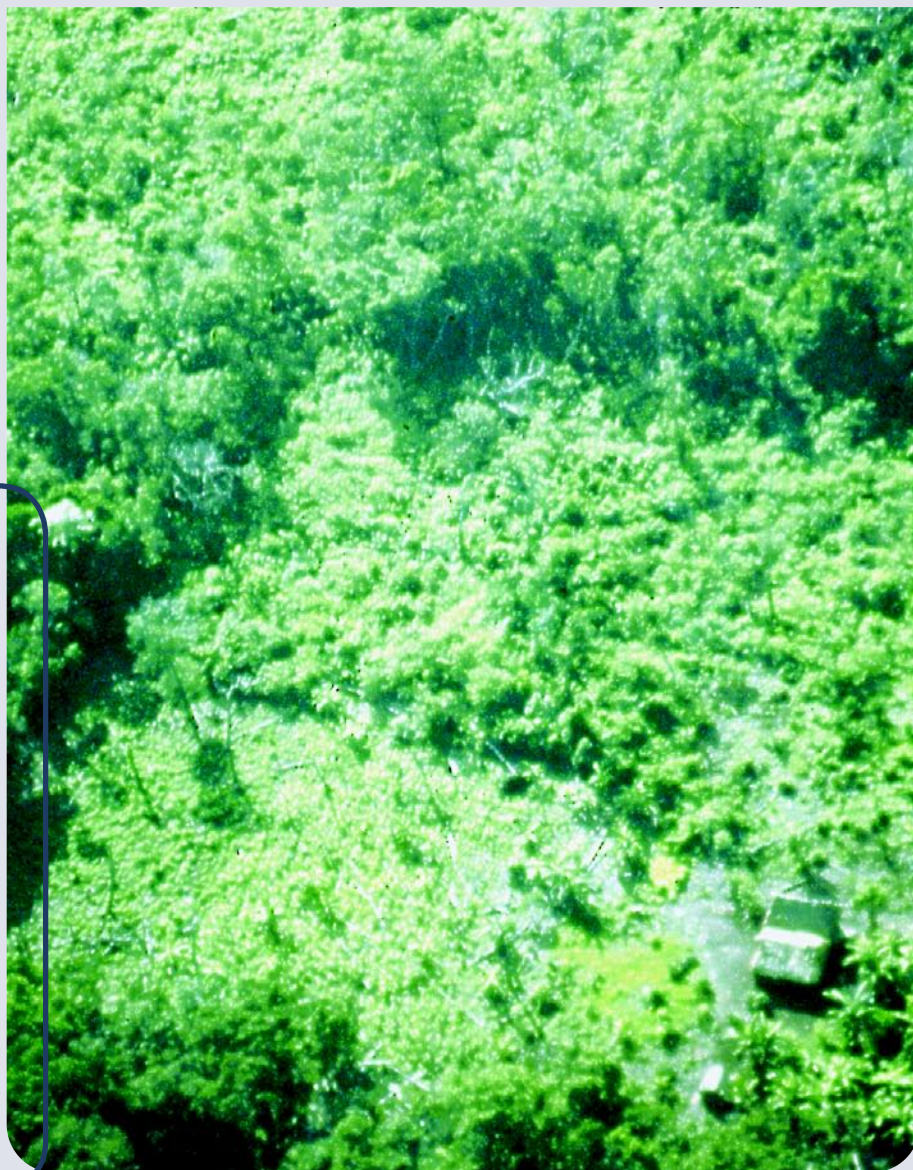
**Laura K. Snook**

*CIFOR, Bogor, Indonesia*

*Dirección actual: IPGRI, Via dei Tre Denari 472/a, 00057 Maccarese, Roma, Italia.  
l.snook@cgiar.org*

**Carl W. Mize**

*Department of Natural Resource Ecology and Management, Iowa State University, EUA  
cwmize@iastate.edu*



“La siembra directa de semillas puede ser una forma barata y efectiva para establecer árboles”  
¿Funciona con la caoba en bosques naturales?

La roza-tumba-quema, sistema agrícola tradicional en la región, crea buenas condiciones para sembrar semillas de caoba. Es, tal vez, tiempo de poner en consideración esta práctica tradicional como parte de los métodos para manejar las selvas en donde crece la caoba.

<sup>1</sup> Las perspectivas expresadas son de las autoras y no necesariamente las de CIFOR.

## Resumen

Mantener o restaurar los niveles de producción de caoba en los bosques de América Latina requiere de métodos efectivos de regeneración. Este estudio evalúa el efecto de tres tratamientos de apertura de dosel en la germinación, establecimiento, supervivencia y crecimiento inicial de caoba. Los tratamientos fueron: tumba mecánica (TM), roza-tumba-quema (TQ) y tumba y deja (TD), que se usaron para crear en la selva 24 aperturas de 0,5 ha (100 m x 50 m) y dos métodos de siembra de semilla (superficial y enterrada). El porcentaje de plantas establecidas a los 10 meses que sobrevivieron hasta los 49 meses varió significativamente entre tratamientos: TM = 54%, TQ = 53%, TD = 16% y testigo = 26%. A los 49 meses, la proporción de semilla enterrada que produjo planta por tratamiento fue de TM = 12%, TQ = 11%, TD = 3% y testigo = 6%, mientras que la proporción de semilla superficial que produjo planta fue de: TM = 3%, TQ = 6%, TD = 1% y testigos = 2%. La altura promedio de plántulas a los 49 meses (66 cm) no varió significativamente entre tratamientos, pero en los testigos el promedio de altura fue mucho menor (27 cm). Aunque los tratamientos TQ y TM generaron resultados similares, TQ sería preferible porque se ha usado en la región por cientos de años, por lo que no debería ser difícil incorporar el sistema al manejo forestal.

**Palabras claves:** Caoba; *Swietenia macrophylla*; bosque natural; semillas; siembra directa; regeneración; manejo forestal; México.

## Summary

**Regenerating mahogany using direct seedling in clearings created in natural forest in Mexico.** Effective regeneration methods are needed to sustain or restore mahogany yields. This study evaluated the effects on the germination, establishment, survival, and early growth of mahogany of three treatments used to create twenty-four 0,5 ha clearings [slash, fell and burn (SB); slash, fell and leave (FL); and uprooting and pushing away trees using machines (M)]; and two sowing methods (surface-sown seed and buried seed). The percentage of seedlings established at 10 months that survived at 49 months varied significantly among treatments: M = 54%, SB = 53%, FL = 16%, and control = 26%. At 49 months the percentage of buried seed represented by a live seedling was: M = 12%, SB = 11%, FL = 3% and control = 6%. The percentage of surface seed represented by a live seedling at 49 months was M = 3%, SB = 6%, FL = 1%, and control = 2%. Seedling height at 49 months (average = 66 cm) did not differ significantly among the clearing treatments or sowing methods, but on control plots the average height of the few surviving seedlings was only 27 cm. Although SB and M treatments rendered similar results, SB should be preferable because it has been used in the region for centuries and should not be difficult to incorporate it into forest management.

**Keywords:** Mahogany; *Swietenia macrophylla*; natural forests; seeds; direct sowing; regeneration; forest management; México.

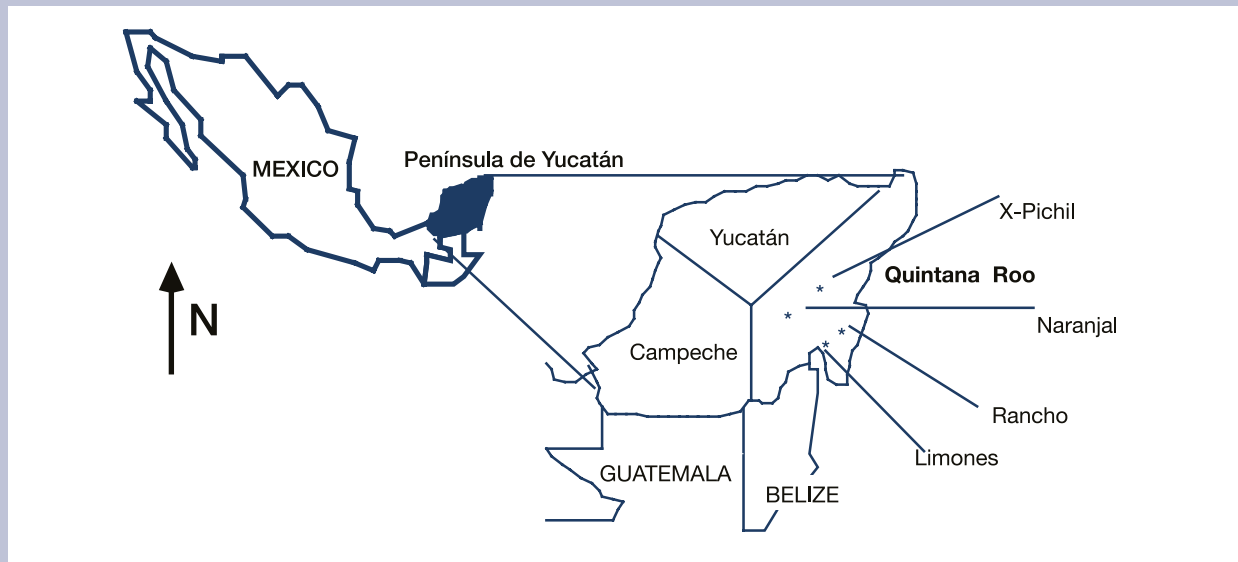
A pesar de que la caoba (*Swietenia macrophylla*) es una de las especies comerciales más importantes en América Latina, y una de las más explotadas, en la mayoría de los bosques de los cuales se extrae esta valiosa especie todavía no se aplican métodos de regeneración. En Quintana Roo, México se han identificado rodales ricos en caoba establecidos en forma natural en sitios en donde se prac-

ticó roza-tumba-quema (agricultura migratoria), o donde ocurrieron disturbios catastróficos como incendios (Snook 2000, Negreros-Castillo *et al.* 2003). En ambos casos seguramente había árboles de caoba maduros (productores de semillas) en las cercanías del sitio afectado. Este estudio se llevó a cabo para evaluar diferentes formas de crear condiciones semejantes, favorables para la regeneración de la caoba, usando técnicas controladas.

### Metodología

#### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en cuatro localidades (tres bosques de propiedad comunal y uno particular) en el centro y sur del estado de Quintana Roo, México (Fig. 1). Las selvas de Quintana Roo forman parte de lo que se conoce como la Selva Maya, que es un área de selva más o menos continua en la intersección entre Guatemala, Belice y México.



**Figura 1.** Localización de los sitios de estudio en Quintana Roo, México

Actualmente, las selvas de Quintana Roo representan el área de selva continua más grande de México (Toledo y Ordoñez 1993). La localización general de área de estudio se encuentra entre las coordenadas 88°04' y 88°32' longitud oeste y 19°06' y 19°43' latitud norte.

La vegetación de la región se conoce como “selva alta-mediana subperennifolia” (Pennington y Sarukhán 1968) característica de zonas cálidas y húmedas con precipitación entre 1100 y 1300 mm anuales y una época de sequía bien marcada que puede durar hasta cinco meses (García 1988). Los suelos se derivan de piedra caliza; la topografía es relativamente plana con relieve ondulado (INEGI 1994). Las selvas de esta región han sido sometidas por cientos de años a la agricultura de roza-tumba-quema (Gliessman *et al.* 1981, Edwards 1986).

#### Diseño, mediciones y análisis

En cada una de las cuatro localidades se establecieron seis parcelas de 100 m x 50 m en la selva, con el eje mayor orientado de oriente a poniente. En lo sucesivo, estas

parcelas serán llamadas ‘aperturas experimentales’ (Fig. 2). Cada uno de los tres tratamientos de apertura de dosel se asignó al azar a dos de las seis parcelas en cada localidad. Los tratamientos se aplicaron de abril a junio de 1996. Los bosques en los que se establecieron los estudios tenían por lo menos 50 años de edad. Dentro de cada apertura se sembró semilla de caoba usando dos diferentes métodos de siembra; luego se cuantificó la germinación, el establecimiento, la supervivencia y el crecimiento inicial de la caoba.

#### Tratamientos de apertura de dosel

1. Roza, tumba y quema. Este tratamiento corresponde al tipo de agricultura que tradicionalmente se practica en la región (Gliessman *et al.* 1981). Toda la vegetación se cortó, se dejó secar y luego se quemó. En dos localidades, después de la primera lluvia, se sembraron cultivos tradicionales (maíz, frijol, calabaza y chiles) durante una temporada. En este documento, este tratamiento será llamado ‘tumba y quema’ o TQ.

2. Roza, tumba y deja. Toda la vegetación se cortó y una pequeña parte se sacó de la parcela. El resto se dejó en el propio lugar de corta. En este documento, este tratamiento será llamado ‘tumba y deja’ o TD.
3. Tumba mecánica. Con maquinaria pesada (tractor forestal o de oruga) se derribó la vegetación y se amontonó en las orillas de la parcela. En dos localidades, después de la primera lluvia, se sembraron cultivos tradicionales (maíz, frijol, calabaza y chiles) durante una temporada. En este documento, este tratamiento será llamado ‘tumba mecánica’ o TM.
4. Testigo. No se aplicó ningún tipo de tratamiento.

Inmediatamente después de los tratamientos de apertura de dosel en 1996, se depositaron semillas de caoba en la superficie en todas las parcelas. La semilla prácticamente no germinó debido, posiblemente, a la pérdida de viabilidad por problemas de almacenamiento, a la intensa radiación solar directa sobre la semilla y/o por falta de lluvia. Se

decidió sembrar semilla nuevamente en 1997 usando dos métodos de siembra (enterrada y superficial). Para entonces las aperturas experimentales ya estaban cubiertas con vegetación de aproximadamente un año de edad y 1,5 m de altura.

Dentro de las aperturas experimentales se establecieron, a lo largo del eje de 100 m, seis parcelas de 5 m x 5 m ('parcelas semilleras'). En cada parcela semillera se marcó una cuadrícula con 25 puntos, a un metro de distancia cada uno. Cada punto se marcó con una estaca y alrededor de ésta se sembraron tres semillas más o menos en forma triangular (5 cm entre semilla y semilla), con un total de 75 semillas por parcela semillera. Al azar, se asignaron los métodos de siembra de semilla, resultando tres parcelas para semilla superficial y tres parcelas para semilla enterrada dentro de cada apertura experimental. En el tratamiento superficial las semillas se depositaron sobre el suelo, mientras que en el tratamiento enterrado se insertaron hasta 0,5 cm de profundidad.

Las parcelas testigo se establecieron a aproximadamente 10 m de la orilla de las aperturas experimentales y hacia el interior de la selva.

Debido a limitaciones de tiempo y recursos, sólo se establecieron 17 parcelas testigo a las que se les asignó al azar el método de siembra de semilla: nueve con semilla enterrada y ocho con semilla superficial. Desde la siembra de semilla en abril de 1997, cada sitio se evaluó a los 10, 15, 22, 27, 32 y 49 meses. Se midió la altura de cada planta viva y se hicieron anotaciones sobre evidencias de ataque de gusano barrenador (*Hypsipyla grandella*), hormiga arriera (*Atta* sp.), o ramoneo por otros animales.

Aunque el estudio no se diseñó específicamente para evaluar germinación, predación ni mortalidad después de la germinación, se tomaron algunos datos para evaluarlas. Para evaluar germinación, durante los cinco primeros meses se contaron cada 15-20 días las semillas germinadas. Para predación, en dos localidades y durante los cinco primeros meses, se revisó visualmente la semilla tanto superficial como enterrada aproximadamente cada dos semanas en cinco puntos de cada parcela semillera. Para evaluar la mortalidad después de germinación, se contaron las plantas que murieron durante los seis primeros meses.

Los datos se analizaron utilizando análisis de varianza (ANOVA). Para dos o más localidades, el diseño experimental fue factorial con repeticiones, en el que las localidades son los bloques y los tratamientos de apertura de dosel y métodos de siembra de semilla son los dos factores. Cuando se analizaron los datos de una sola localidad, el diseño experimental fue de parcelas divididas en el que los tratamientos de apertura de dosel son las parcelas y los métodos de siembra de la semilla son las subparcelas. Como los testigos no se establecieron siguiendo el mismo diseño espacial que se usó para las parcelas con tratamiento, estos se analizaron por separado usando ANOVA y como diseño, bloques al azar, en el que la localidad son los bloques y los métodos de siembra de semilla los tratamientos. Todos los análisis se llevaron a cabo usando el paquete estadístico SAS (1990).

## Resultados

Los resultados se presentan para tres periodos: 1) 0 a 6 meses: germinación, predación y mortalidad después de germinación; 2) a 10 meses: establecimiento (plantas vivas diez meses después de la siembra de la semilla), daños a las plantas; 3) a 49 meses (periodo de la última medición): supervivencia, daño a las plantas, altura.

### De 0 a 6 meses

**Germinación.-** El porcentaje acumulativo de las semillas que germinaron durante los primeros cinco meses después de la siembra no mostró diferencia entre los tres tratamientos de apertura de dosel (promedio = 13%) ( $P = 0,25$ ), pero la semilla enterrada tuvo una tasa de germinación mucho mayor (20%) que la de la semilla superficial (6%) ( $P < 0,001$ ; S.E. = 1.4%). La ANOVA para los testigos mostró un patrón similar: la germinación de la semilla enterrada (34%) fue mayor que la de la semilla superficial (15%) ( $P = 0,057$ ; S.E. = 4%).

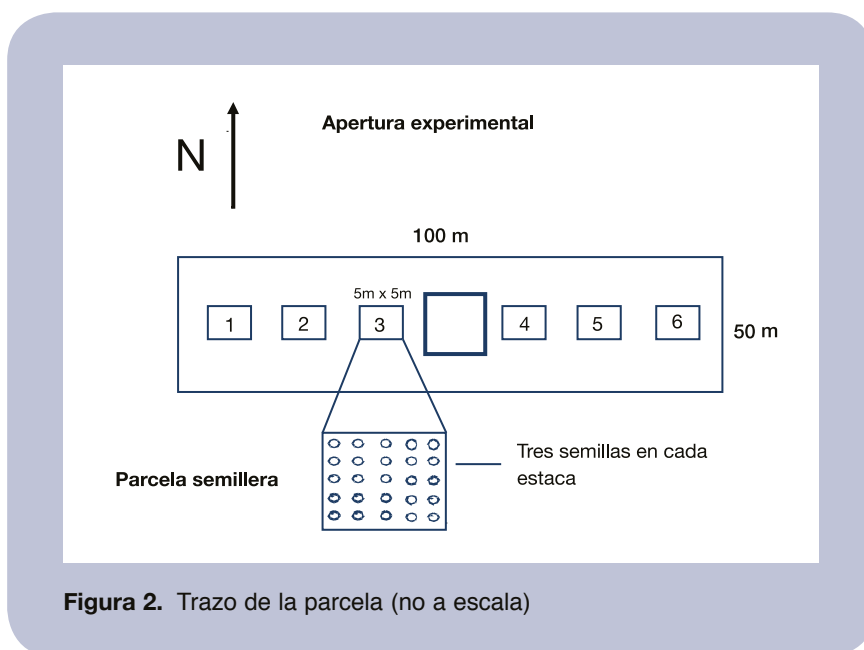


Figura 2. Trazo de la parcela (no a escala)

**Predación.-** En las dos localidades en donde se tomaron estos datos, un promedio del 20% de las semillas sembradas en cada parcela semillera se perdieron debido a predación durante los cinco primeros meses. No hubo diferencias significativas entre los tres tratamientos de apertura de dosel ( $P = 0,42$ ) o entre los métodos de siembra de la semilla ( $P = 1,0$ ). Las pérdidas en los testigos para las dos localidades tuvieron un promedio de 16 y 28% para las semillas enterradas y superficiales, respectivamente.

**Mortalidad después de la germinación.-** En promedio, el 24% de las semillas que germinaron murieron durante los primeros seis meses. El número total de semillas que germinaron y murieron no varió entre los tres tratamientos de apertura del dosel ( $P = 0,56$ ) o entre los métodos de siembra de semilla ( $P = 0,77$ ). Los testigos tuvieron un promedio de 27 y 23% de plantas muertas para la semilla enterrada y superficial, respectivamente.

#### Diez meses

**Establecimiento de plantas.-** A los diez meses, la tasa de establecimiento de la semilla enterrada (20%) fue significativamente mayor que la de la semilla superficial (9%) ( $P < 0,001$ , S.E. = 1), pero las diferencias entre los tratamientos de apertura de dosel no fueron significativas ( $P = 0,25$ ; S.E. = 2). Para los testigos, las tasas de establecimiento fueron similares a las de los tratamientos de apertura del dosel (Cuadro 1), pero la diferencia entre semilla enterrada y superficial no fue estadísticamente significativa. Al combinar los datos de todos los tratamientos de apertura de dosel y los testigos, no se encuentran plántulas establecidas en el 58% de los sitios con semilla enterrada y en el 79% de los sitios con semilla superficial (Cuadro 2).

**Daños a las plantas.-** A los diez meses ninguna de las 1808 plantas había sido atacada por el gusano barrenador, y sólo 2% habían sido ramoneadas. Cerca del 6% muestra-

**Cuadro 1.**

Porcentaje de semillas representadas por una planta viva diez meses después de la siembra y promedio en altura de las plantas por tratamiento de apertura de dosel y método de siembra [error estándar entre paréntesis]

Tratamiento	Porcentaje de semillas representadas por una planta viva		Altura (cm)	
	Enterrada	Superficial	Enterrada	Superficial
Tumba y quema	22 <sup>a,b</sup>	11 <sup>a,b</sup> (1)	27 <sup>a,b</sup>	25 <sup>a,b</sup> (1)
Tumba mecánica	22 <sup>a,b</sup>	7 <sup>a,b</sup> (1)	29 <sup>a,b</sup>	26 <sup>a,b</sup> (1)
Tumba y deja	16 <sup>a,b</sup>	8 <sup>a,b</sup> (1)	27 <sup>a,b</sup>	25 <sup>a,b</sup> (1)
Testigo	24 <sup>a</sup>	12 <sup>a</sup> (3)	19 <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup> (1)

<sup>a</sup> Diferencias no significativas debidas al método de siembra ( $P > 0,05$ ).

<sup>b</sup> Diferencias no significativas debidas al tratamiento de apertura de dosel ( $P > 0,05$ ).

**Cuadro 2.**

Frecuencia de establecimiento por punto de siembra a los diez meses de haber sembrado tres semillas, por tratamiento de apertura de dosel y método de siembra de semilla

Tratamiento	Porcentaje de sitios con:			
	0 plantas	1 planta	2 plantas	3 plantas
Tumba y quema	64	24	10	2
Tumba mecánica	69	21	7	3
Tumba y deja	73	18	7	2
Testigo	64	20	15	2
Todos combinados	68	21	9	2
Semilla enterrada	58	26	12	3
Semilla superficial	79	15	5	1

ron evidencia de ataque de hormigas arrieras. El análisis de ANOVA indicó que las diferencias entre los tres tratamientos de apertura de dosel y los dos métodos de siembra de la semilla en el nivel de daño no fueron significativas ( $P > 0,2$ ).

#### A los 49 meses

**Supervivencia y crecimiento a lo largo de 49 meses.-** La mortalidad fue severa entre los 10 y 15 meses (Fig. 3) y después decreció en forma lineal. Tomando como punto de partida el número de plantas vivas después de diez meses, la tasa de supervivencia hasta la última fecha de medición (49 meses) varió significativamente entre los tratamientos de apertura de dosel ( $P > 0,001$ ): 54% y 53% para las parcelas con tratamiento TM y TQ, respectivamente; para el tratamiento TD fue de 16%, y para los testigos de 26% (Cuadro 3). Las

diferencias debidas al método de siembra no fueron significativas ( $P = 0,51$  tratamientos;  $P = 0,60$  testigos). El porcentaje de semilla sembrada que produjo una planta viva a los 49 meses varió entre los métodos de siembra ( $P = 0,008$ ; E.E. = 1) (Cuadro 4); semilla enterrada del 3% en TD al 11% en TQ; semilla superficial del 1% en TD al 6% en TQ. En los testigos la diferencia entre semilla enterrada y superficial no fue significativa ( $P = 0,24$ ; E.E. = 2).

Durante los tres primeros periodos de medición, el crecimiento en altura fue casi idéntico en los tres tratamientos de apertura de dosel. Después, el crecimiento en TD decreció mucho más que en TQ y TM; sin embargo, ni el tratamiento ni el método de siembra tuvieron un efecto significativo en la altura a los 49 meses ( $P = 0,28$  tratamiento;  $P = 0,49$  método de siembra). La altura promedio de los testigos (27



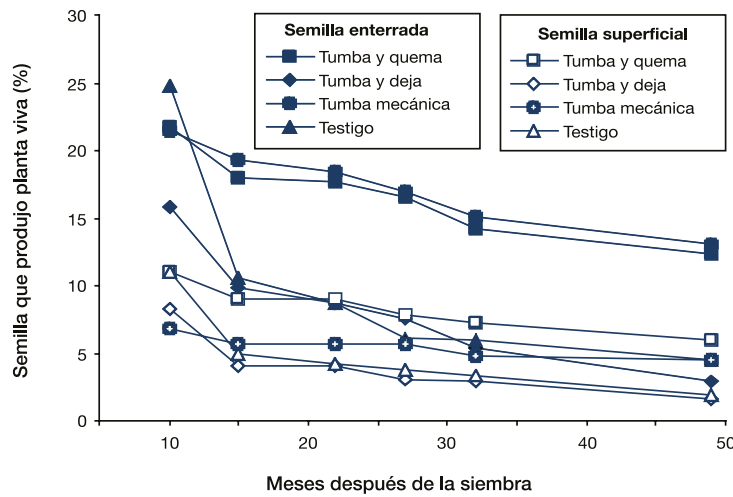
cm) fue sólo el 41% de la altura promedio (66 cm) de los tratamientos de apertura de dosel (Cuadro 4).

**Daño a las plantas.-** A los 49 meses, 12 de las 744 plantas sobrevivientes presentaron ataques del gusano barrenador y 31 presentaron daño por hormiga arriera. La intensidad de ataque fue similar para ambos métodos de siembra de la semilla. El tratamiento TQ tuvo la incidencia de ataque más alto (4%), en tanto que los otros tratamientos tuvieron 0,5%. El testigo presentó una incidencia de cero (en 31 sobrevivientes).

**Altura.-** Durante las tres primeras mediciones (10, 15 y 22 meses), la altura fue casi la misma en los tres tratamientos de apertura de dosel (Cuadro 1). Posteriormente el crecimiento de las plantas en TD decayó. Las plantas en los testigos crecieron menos durante toda la trayectoria del experimento; sin embargo, ni el tratamiento de apertura de dosel ( $P = 0,28$ ) ni el método de siembra ( $P = 0,49$ ) tuvieron un efecto significativo en la altura a los 49 meses (Cuadro 4). El promedio en altura de las plantas en los testigos (27 cm) fue 40% de la altura de las plantas con tratamientos de apertura de dosel (66 cm).

### Discusión

El experimento muestra claramente que la germinación mejora si se entierra la semilla. Como se ha observado anteriormente (Lamb 1966, Morris *et al.* 2000), la semilla de caoba germina adecuadamente bajo sombra; sin embargo, las plantas que resultan no sobreviven bajo el dosel debido a los reducidos niveles de luz. En este experimento, la supervivencia de las plantas de caoba fue mucho mayor en las aperturas creadas con tumba mecánica y roza-tumba-quema, y mucho más baja en las aperturas creadas con tumba y deja y en las parcelas testigo. Esto se debe a que con los dos primeros tratamientos no sólo se incrementa el nivel de luz, sino que también se reduce mucho la competencia subsi-



**Figura 3.** Supervivencia de plántulas de caoba provenientes de semillas sembradas en aperturas de tres tipos y testigo

### Cuadro 3.

Porcentaje de plantas establecidas a los diez meses que continuaban vivas a los 49 meses<sup>a</sup> (error estándar en paréntesis)

Tratamiento	Supervivencia de plantas establecidas (%)	
	Enterrada	Superficial
Tumba y quema	53 <sup>b</sup>	64 <sup>b</sup> (4)
Tumba mecánica	55 <sup>b</sup>	52 <sup>b</sup> (4)
Tumba y deja	15 <sup>b</sup>	11 <sup>b</sup> (3)
Testigo	10 <sup>b</sup>	9 <sup>b</sup> (3)

<sup>a</sup> Porcentaje = (# vivas después de 49 meses / # vivas después de 10 meses) X 100

<sup>b</sup> Diferencias debido a método de siembra de semilla no son significativas

### Cuadro 4.

Porcentaje de semillas con planta viva a los 49 meses y promedio de altura por tratamiento de apertura de dosel (error estándar en paréntesis)

Tratamiento	Supervivencia de plantas establecidas (%)			
	Porcentaje de semillas con planta viva		Altura (cm)	
	Enterrada	Superficial	Enterrada	Superficial
Tumba y quema	11	6 (2)	72 <sup>a, b</sup>	61 <sup>a, b</sup> (13)
Tumba mecánica	13	3 (2)	76 <sup>a, b</sup>	72 (1 <sup>a, b</sup> 3)
Tumba y deja	3	1 (2)	57 <sup>a, b</sup>	48 <sup>a, b</sup> (13)
Testigo	6 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup> (2)	27	27 <sup>a</sup> (1)

<sup>a</sup> Diferencia no significativa debido al método de siembra ( $P > 0.05$ )


<sup>b</sup> Diferencia no significativa debido al tratamiento de apertura de dosel ( $P > 0.05$ )

guiente causada por los rebrotes, los cuales se controlaron efectivamente mediante la quema y el desarraigo mecánico de la vegetación previa.

## Conclusiones

Este experimento permite concluir que las mejores combinaciones fueron tumba mecánica o roza-tumba-quema con semilla enterrada. Sin embargo, los niveles de supervivencia y crecimiento son muy bajos si se comparan con la siembra de plantas de caoba bajo las mismas condiciones (Snook y Negreros-Castillo 2004; Snook, Iskandar, Chow, Cohen, O'Connor -pag. 76- y Snook, Negreros-Castillo, O'Connor -pag. 91-, en este número). No obstante, la plan-

tación tiene sus desventajas: el costo de producción es generalmente alto y el transporte potencialmente complicado. Además, con frecuencia la plantación no se hace con el cuidado necesario (Negreros-Castillo y Mize 2003). La siembra directa de semilla es una práctica conocida que se utilizó regularmente en Belice entre 1920 y 1960, (con semilla enterrada; Oliphant 1928 y Lamb 1947 en Mayhew y Newton 1998); en la actualidad se usa en las islas Fiji (SDR 1995 en Mayhew y Newton 1998). Un kilo de semilla de caoba contiene aproximadamente 2000 semillas que se podrían llevar fácilmente a lugares poco accesibles donde se necesite promover la regeneración de caoba.

Aunque los tratamientos roza-tumba-quema y tumba mecánica generaron resultados similares, la roza-tumba-quema sería preferible porque es más barato, hay menor daño al suelo y, sobre todo, porque es un sistema que se ha usado en la región por cientos de años. Los productores, que son también los dueños de miles de hectáreas de selva en Quintana Roo, lo conocen perfectamente (Negreros-Castillo *et al.* 2000); por lo tanto, no debería ser difícil incorporar el sistema al manejo forestal. 

## Literatura citada

- Edwards, CR. 1986. The human impact on the forest in Quintana Roo, Mexico. *Journal of Forest. History* 30:120-127.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México, Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México. 252 p.
- Gliessman, SR; García, RE; Amador, MA. 1981. The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agro-ecosystems. *Agro-Ecosystem* 7:173-185.
- INEGI. 1994. Anuario estadístico del estado de Quintana Roo. México, INEGI, Gobierno de Quintana Roo. 244 p.
- Lamb, FB. 1966. Mahogany of Tropical America: its ecology and management. Ann Arbor, University of Michigan Press. 220 p.
- Mayhew, JE; Newton, AC. 1998. The Silviculture of mahogany. Wallingford, Institute of Ecology and Research Management, University of Edinburgh, CABI. 226 p.
- Morris, M; Negreros-Castillo, P; Mize, CW. 2000. Sowing date, shade, and irrigation affect big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King). *Forest Ecology and Management*. 132:173-181.
- Negreros-Castillo, P; González Núñez, JC; Merino Pérez, L. 2000. Evaluación de la sustentabilidad del sistema de manejo forestal de la organización de ejidos productores forestales de la zona Maya de Quintana Roo. In Masera, O; López-Ridaura, S. eds. Sustentabilidad y sistemas campesinos: cinco experiencias de evaluación en el México rural. México, DF. p. 83-141.
- Negreros-Castillo, P; Mize, C. 2003. Enrichment planting of *Swietenia macrophylla* (big leaf mahogany) and *Cedrela odorata* (Spanish cedar) in Quintana Roo, Mexico. In Lugo, AE; Figueroa Colón, JC; Alayon, M. eds. Big-leaf mahogany ecology, genetics and management. New York, Springer-Verlag. (Ecological Studies. V. 159).
- Negreros-Castillo, P; Snook, L; Mize, CW. 2003. Regenerating mahogany (*Swietenia macrophylla*) from seed in Quintana Roo, Mexico: the effects of sowing method and clearing treatment. *Forest Ecology and Management*. 183(1-3):351-362.
- Pennington, TD; Sarukhán, J. 1968. Árboles tropicales de México. México, INIF/FAO. 413 p.
- SAS Institute. 1990. SAS Procedure Guide, Version 6.3. 3 ed. Cary, NC, SAS Institute, Inc. 705 p.
- Snook, L. 1999. Aprovechamiento sostenido de caoba (*Swietenia macrophylla* King) de las selvas de la península de Yucatán, México: pasado, presente y futuro. In Primack, RB; Bray, D; Galletti, HA; Ponciano, I. eds. La Selva Maya: conservación y desarrollo. México, DF, Siglo Veintiuno. p. 89-119.
- Snook, L. 2000. Regeneración y crecimiento de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en las selvas naturales de Quintana Roo, México. *Ciencia Forestal en México* 25(87):59-76.
- Snook, LK; Negreros-Castillo, P. 2003. Regenerating mahogany (*Swietenia macrophylla* King) on clearings in Mexico's Maya Forest: the effects of clearing treatment and cleaning on seedling survival and growth. *Forest Ecology and Management* 189:143-160.
- Snook, LK; Iskandar, H; Chow, J; Cohen, J; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de caoba en aperturas post-extracción a partir de semillas y plántulas. *Recursos Naturales y Ambiente* no. 44:76-83.
- Snook, LK; Negreros-Castillo, P; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de plántulas de caoba en aperturas creadas en la Selva Maya de Belice y México. *Recursos Naturales y Ambiente* no. 44:91-99.
- Toledo, VM; Ordoñez, M.de.J. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. In Ramammorthy, TP; Bye, R; Lot, A. eds. The biological diversity of Mexico: origins and distribution. New York, Oxford University Press. p. 757-777.

## Reconocimientos

Este artículo fue publicado originalmente en inglés en *Forest Ecology and Management* (183:351-362). Agradecemos a Elsevier el permiso de publicar esta traducción. El apoyo financiero para llevar a cabo los experimentos se obtuvo de las siguientes fuentes: US Forest Service, US Dept. of Agriculture bajo los términos del acuerdo USDA-95-CA-118 con el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF-US). Apoyos adicionales se obtuvieron del Biodiversity Support Program (BSP), un consorcio entre WWF, the Nature Conservancy y World Resources Institute, con fondos de USAID. Las opiniones expresadas son de los autores y no del Departamento de Agricultura de los EU, del BSP ni del USAID. Se recibieron otros apoyos del CIFOR, del Dpto. de Educación de los EU, de la Universidad de Duke, de la Fundación Rockefeller México, de Iowa State University y de la Fundación Interamericana. La compañía Caterpillar Inc. contribuyó con el tiempo de la maquinaria. Los estudios no se pudieron haber llevado a cabo sin la colaboración de la Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya (OEPFZM). Agradecemos en particular a sus directores técnicos Victoria Santos Jiménez, Marcelo Carreón Mundo y Rosa Ledesma Santos, y a los ejidos de Cafetal/Limonos, Naranjal Poniente y Xpichil. Agradecemos, además, a los dueños de "Rancho Grande", al finado Don Antonio Uh y su familia.

# Supervivencia y crecimiento de plántulas de caoba en aperturas creadas en la Selva Maya de Belice y México

**Laura K. Snook**

*CIFOR, Bogor, Indonesia*

*Dirección actual: IPGRI, Via dei Tre Denari 472/a, 00057 Maccaresse, Roma, Italia.*

*l.snook@cgiar.org*

**Patricia Negreros-Castillo**

*Department of Natural Resource Ecology and Management  
Iowa State University*

**Jennifer O'Connor**

*Mt. Hood National Forest, USDA  
Forest Service Oregon, EUA  
jmconnor@fs.fed.us*

Los patrones de supervivencia y crecimiento mostrados por este estudio revelan que el crecimiento de la caoba responde de forma positiva a la cantidad de luz disponible y de forma negativa a la competencia, si los individuos de otras especies se establecen antes que las plántulas de caoba. Las plántulas de caoba pueden sobrevivir bajo un rango amplio de condiciones, pero no bajo, el dosel.



<sup>1</sup> Esta publicación representa los puntos de vista de los autores y no de necesariamente del CIFOR.

## Resumen

Con el fin de evaluar los tratamientos silviculturales que favorecen la regeneración de la caoba en la Selva Maya se establecieron dos experimentos: uno en Belice y otro en México. En Belice se evaluó la supervivencia y el crecimiento de plántulas de caoba en aperturas de cuatro tamaños (500 m<sup>2</sup>, 1000 m<sup>2</sup>, 2500 m<sup>2</sup> y 5000 m<sup>2</sup>) creadas mediante tumba con motosierra y extracción con arrastrador forestal. En la mitad de las parcelas de cada tamaño, se limpiaron las plántulas de caoba una vez a los 18 meses; para ello se cortó con machete toda la vegetación que se había establecido naturalmente. El experimento en México evaluó la supervivencia y crecimiento de plántulas de caoba en aperturas de 5000 m<sup>2</sup> creadas mediante tres diferentes técnicas: roza del sotobosque y tumba del arbolado, roza-tumba y quema del arbolado tumbado, y desarraigo y eliminación de los árboles con maquinaria. Se plantaron dos cohortes de plántulas, uno a los tres meses y otro un año después. En la mitad de las parcelas abiertas con cada técnica se hicieron dos limpiezas alrededor de las plántulas de caoba. En los dos estudios, se plantaron plántulas de caoba en parcelas bajo dosel como testigos. En Belice, a los cinco años, 47% de las plántulas de caoba sobrevivían en todas las aperturas. En México, un promedio de 50% de las plántulas sobrevivían en las aperturas creadas por quema o maquinaria, pero solamente 24% sobrevivieron en las parcelas tumbadas. En los dos experimentos, solamente 5% de las plántulas sobrevivieron en los testigos. El crecimiento de las plántulas de caoba aumentó con el tamaño de las aperturas, pero las diferencias en crecimiento entre las parcelas de diferentes tamaños no fueron estadísticamente significativas. En México, el crecimiento fue mayor en las parcelas quemadas y abiertas con maquinaria; allí, las plantas más altas alcanzaron 600 cm a los cinco años. La limpieza no aumentó de forma significativa el crecimiento en ninguno de los dos experimentos. Las plántulas plantadas a los tres meses de creada la apertura crecieron dos veces más rápido que las plantadas un año más tarde. La limpieza aumentó de forma significativa el nivel de ataque del barrenador de yemas (*Hypsipyla grandella*): 44% en comparación con 12% de las plántulas no limpiadas.

**Palabras claves:** Caoba; *Swietenia macrophylla*; regeneración; crecimiento; silvicultura; *Hypsipyla grandella*; plantación; Belice; México.

## Summary

### **Survival and growth of mahogany seedlings on clearings in the Maya forest of Belize and Mexico.**

Two experiments were established to determine the best ways to favor mahogany regeneration. One, established in Belize, evaluated the survival and growth of mahogany seedlings planted in clearings of four different sizes (500 m<sup>2</sup>, 1000 m<sup>2</sup>, 2500 m<sup>2</sup> and 5000 m<sup>2</sup>). Eight clearings of each size were created by felling trees with chainsaws and skidding them out. On half of the clearings of each size, seedlings were cleaned once 18 months after planting, by cutting all the naturally regenerated vegetation from a 2 m radius around each planted seedling. The other experiment, established in Mexico, evaluated the survival and growth of mahogany seedlings in clearings of 5000 m<sup>2</sup> created using three different techniques: felling the understory and the trees; felling the understory and trees, and then burning them; and using a machine to uproot and push all the trees to the side of the opening. In Mexico, two cohorts of seedlings were planted, one within 3 months of creating the clearings and the other a year later. The seedlings on half of the clearings created using each technique were cleaned twice in the first 18 months after the initial planting. In both studies, additional seedlings were planted in plots under the forest canopy, as controls. At 5 years, 47% of the seedlings survived in all clearings in Belize. In Mexico, 50% of the seedlings survived in clearings that had been opened using burning or machines, but only 24% survived on clearings created using felling only. In both experiments, only 5% of the seedlings in control plots survived. The growth of the seedlings increased with the size of the clearings, but differences in growth among the four sizes of clearing were not statistically significant. In Mexico, growth was greater on clearings opened by machine or burning. On burned clearings, the tallest trees were 6 m tall at 5 years. Cleaning did not increase growth significantly in either experiment, but greatly increased the level of attack by the shootborer (*Hypsipyla grandella*), from an average of 12% on uncleaned seedlings to 44% on cleaned seedlings.

**Keywords:** *Swietenia macrophylla*; regeneration; growth; silviculture; *Hypsipyla grandella*; planting; Mexico.

La caoba (*Swieteniamacrophylla*) se ha extraído de la Selva Maya desde hace siglos (Lamb 1966, Snook 1999, Weaver y Sabido 1997), y sigue siendo la especie maderable que genera las mayores ganancias para el Programa de Belice (Sills y Romero 2002) y para 36 ejidos mexicanos<sup>2</sup> que producen más de 8000 m<sup>3</sup>/año de madera de caoba en sus reservas forestales en Quintana Roo, México (Nolasco *et al.* –pag. 19- en este número). Hasta ahora, los aprovechamientos de caoba se han ido extendiendo hacia áreas de selva previamente no aprovechadas, facilitados por cambios progresivos en la tecnología de extracción y por la reducción sucesiva de los diámetros mínimos de corta, lo cual refleja cambios en el mercado para las trozas (Lamb 1966, Snook 1999). En esta región ya no quedan selvas sin aprovecharse; por ello, los productores forestales tienen que garantizar sus futuras cosechas de caoba asegurando que la regeneración se establezca en cada área de corta.

La caoba se regenera abundantemente después de perturbaciones catastróficas que destruyen la mayoría de las especies asociadas y crean espacios abiertos relativamente amplios. En la Selva Maya, estas condiciones se han dado tras huracanes seguidos de incendios (Lamb 1966; Snook 1996, 2000). Los árboles de caoba tienden así a presentarse en rodales coetáneos, con algunos ejemplares supervivientes de la perturbación que dio origen al rodal. Los rodales resultantes pueden tener densidades de hasta 50 árboles de caoba (>30 cm de diámetro) por hectárea y 450 árboles de otras especies por hectárea (Snook 2000). Desafortunadamente, los aprovechamientos selectivos de pocas especies de árboles maderables impiden la regeneración de la caoba de dos maneras: elimi-

nan las fuentes de semilla y mantienen condiciones sombreadas adversas para la supervivencia de sus plántulas heliófitas (Dickinson y Whigham 1999). La extracción selectiva de hasta 15 especies crea claros que alcanzan menos del 3% del dosel forestal (Whitman *et al.* 1997, Robinson 1998). Este trabajo presenta los resultados de dos estudios experimentales para evaluar técnicas silviculturales que crean aperturas que favorecen la supervivencia y el crecimiento de plántulas de caoba.

## Metodología

### Áreas de estudio

En el noroeste de Belice, dentro del Área de Conservación y Manejo Río Bravo (Rio Bravo Conservation and Management Area –RBCMA, Fig. 1), se estableció un experimento para evaluar el tamaño de apertura ideal para el establecimiento y crecimiento de plántulas de caoba. El área se ubica aproximadamente a 17°37' latitud norte y 88°40' longitud oeste, y es manejada por el 'Programme for Belize' para la conservación de la biodiversidad y la demostración

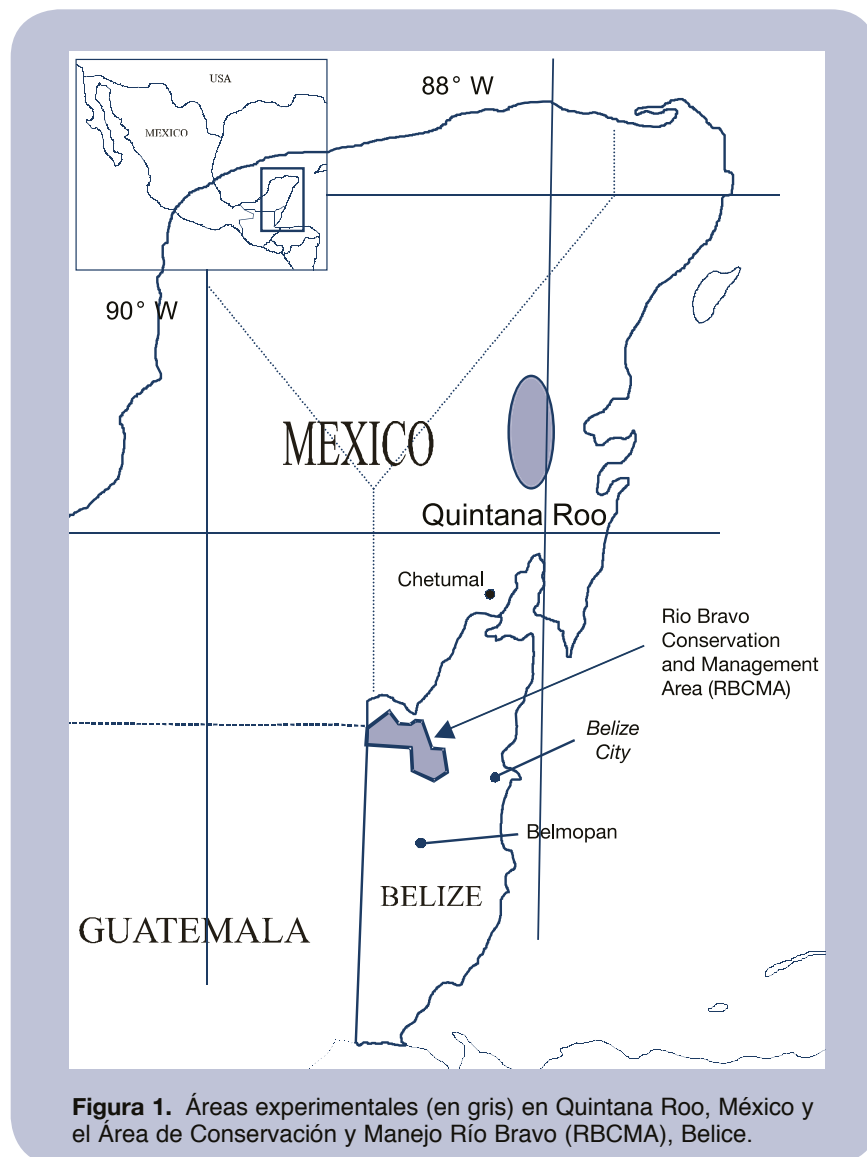


Figura 1. Áreas experimentales (en gris) en Quintana Roo, México y el Área de Conservación y Manejo Río Bravo (RBCMA), Belice.

<sup>2</sup> Los ejidos son sistemas de tenencia comunitaria, a través de los cuales grupos de personas adquieren derechos de uso sobre terrenos estatales.

de formas de manejo sostenibles. La precipitación es de 1600 mm, con una época seca de febrero a mayo. Los suelos son de origen calcáreo y la topografía es relativamente plana. Las especies dominantes incluyen *Manilkara chicle*, *Pouteria reticulata*, *Terminalia amazonia* y *Ampelocera hottlei* (Whitman *et al.* 1997).

El segundo experimento fue diseñado para evaluar cuál de tres técnicas sería la mejor para crear aperturas apropiadas para la regeneración de la caoba. Este se estableció en Quintana Roo, en la parte oriental de la Península de Yucatán, México (ver Fig. 1 y Snook y Negreros-Castillo 2004). El área de estudio se ubica en las reservas forestales de tres ejidos y una propiedad privada en la Zona Maya, entre 88°04' y 88°32' longitud oeste y 19°06' y 19°43' latitud norte. Estas selvas albergan más de 100 especies de árboles, pero las más abundantes actualmente son *Manilkara zapota*, *Brosimum alicastrum*, *Alseis yucatanenses*, *Dendropanax arboreus* y *Pouteria unilocularis* (Snook 1993, Argüelles *et al.* 1998, Cairns *et al.* 2003). La caoba es más frecuente en esta selva que en cualquier otra en México (Pennington y Sarukhán 1968), con una densidad promedio de alrededor de un árbol comercial por hectárea (Argüelles *et al.* 1998). Los suelos de la península de Yucatán son calcáreos y la topografía es relativamente plana (Wilson 1980). La precipitación anual varía de 1100 a 1500 mm/año, con una época seca entre mayo y octubre (CNA 2002).

### Métodos

Para los dos experimentos se usó un diseño aleatorizado de bloques. En Belice, se definieron ocho bloques de bosque de aproximadamente 7,5 ha cada uno. Dentro de cada bloque, se estableció una parcela por cada uno de los cuatro tamaños ensayados (500 m<sup>2</sup>, 1000 m<sup>2</sup>, 2500 m<sup>2</sup> y 5000 m<sup>2</sup>) y una subparcela testigo de 10 m x 10 m. En las subparcelas testigo no se aplicó ningún tratamiento; en las parcelas experimentales se tumbó y



**Figura 2.** Fotos de parcelas de 5000 m<sup>2</sup> abiertas con cada uno de los tres tratamientos: arriba, roza y tumba; en el centro, roza, tumba y quema; abajo, apertura mecánica

se extrajo con tractor forestal todo el arbolado en julio de 1996 y luego, en el centro de cada una se estableció una subparcela de 10 m x 10 m. Entre julio y diciembre de 1966, se plantaron 20 plántulas de caoba en cada subparcela. Desafortunadamente, no sobrevivieron suficientes plántulas de las producidas en el vivero para establecer este experimento y fue necesario completar con plántulas compradas. Como consecuencia, cinco de los bloques se plantaron con plántulas de cuatro meses de edad (altura media 16 cm) y tres se plantaron con plántulas mayores (altura media 63 cm). Antes de plantar las plántulas más grandes, se eliminaron las hojas y se

podaron las raíces. En marzo del 1998, se eliminó con machete toda la vegetación en un radio de 2 m en cuatro bloques escogidos al azar. Todas las plántulas se midieron al plantarse y a intervalos hasta julio 2001.

Entre abril y junio de 1996, en cuatro localidades en México se crearon dos aperturas de 5000 m<sup>2</sup> (100 m x 50 m) mediante cada una de tres técnicas: 1) Tumba: eliminación del sotobosque con machete y tumbado de los árboles; 2) Quema: eliminación del sotobosque, tumbado de los árboles y quema de la vegetación después de seca; 3) Mecánica: con máquinas Tree Farmer o tractores de oruga se desraizaron los árboles y se amontonaron

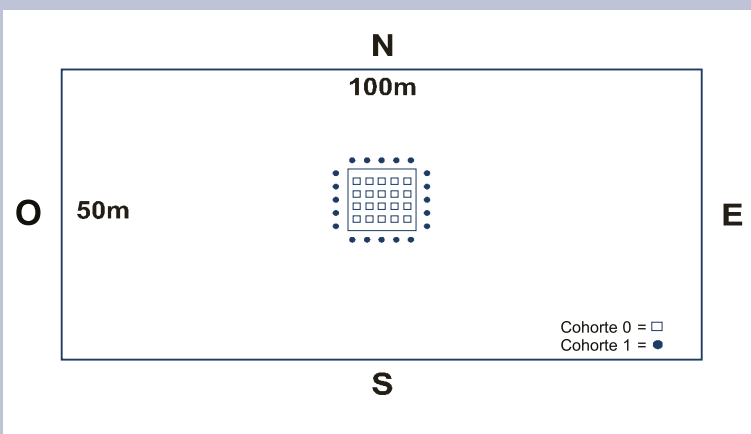
a los lados de la apertura (Fig. 2). En julio del mismo año, en subparcelas de 10 m x 10 m en el centro de cada una de las 24 aperturas y en subparcelas testigo cercanas a cada parcela de tratamiento se plantaron 20 plántulas de caoba (cohorte 0). Un año después, en julio de 1997, alrededor de las plantas originales se plantaron 20 plántulas más (cohorte 1) (Fig. 3). Además, en una de las dos parcelas abiertas por cada método en cada localidad, se cortó a ras de suelo con machete la vegetación que se había regenerado naturalmente alrededor de todas las plántulas de caoba. Seis meses después se repitió la limpieza. A intervalos, se midieron las alturas de todas las plántulas de caoba y se contó el número de ataques del barrenador de yemas *Hypsipyla grandella*.

Para los análisis se usaron Modelos Lineales Generales (GLM) para diseños aleatorizados de bloques en Systat 7.01 (SPSS 1997); como bloques se definieron los bloques de Belice y las diferentes localidades en México. Antes de analizarse, los datos de altura se transformaron a su logaritmo y los valores proporcionales (supervivencia y porcentaje atacado por *Hypsipyla*) al arco seno (Zar 1984). Al comparar los tratamientos de apertura con los testigos, se analizaron solamente las parcelas que no se habían limpiado. En el análisis del efecto de la limpieza se incluyeron solamente las parcelas abiertas, ya que los testigos no se habían limpiado. Para comparar las plántulas plantadas el mismo año de la apertura con las plántulas plantadas un año después, las alturas se dividieron entre el número de meses (58 para el cohorte 0 y 46 para el cohorte 1) y se multiplicaron por 12 para obtener tasas de crecimiento anual.

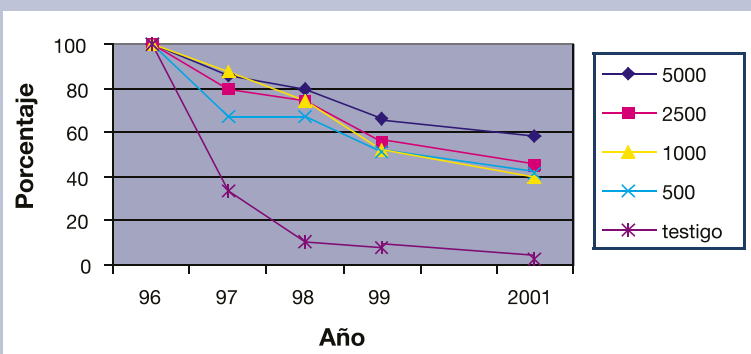
## Resultados

### Supervivencia

**Tamaño de apertura.-** Cinco años después de plantar las caobas en Belice, la supervivencia de plántulas en las aperturas (46%) fue significativamente mayor que su supervi-



**Figura 3.** Parcela de apertura y distribución espacial de las plantas de caoba



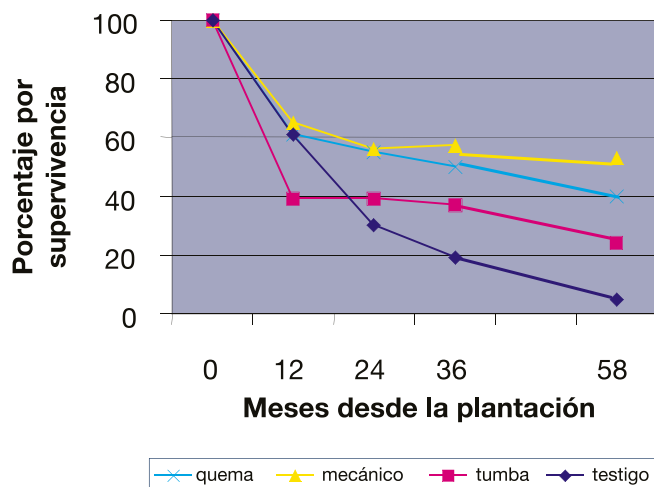
**Figura 4.** Supervivencia de plántulas de caoba en aperturas de diferentes tamaños (m<sup>2</sup>) y un testigo bajo el dosel

vencia en las parcelas testigo (5%;  $p < 0,002$ ), pero las diferencias en supervivencia entre aperturas de diferentes tamaños no fue significativa ( $p > 0,30$ ;  $R^2 = 0,676$ ) (Fig. 4).

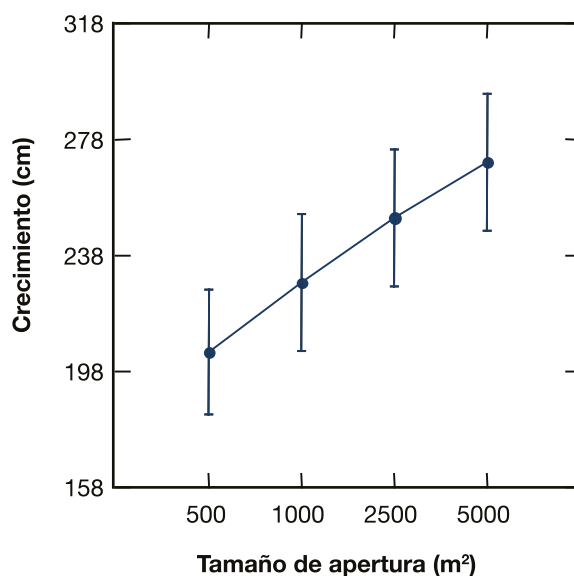
**Tipo de tratamiento.-** El porcentaje de plántulas que sobrevivieron hasta el momento de la última medición fue variable entre tratamientos de apertura ( $p < 0,001$ ), pero no entre cohortes ( $p = 0,092$ ;  $R^2 = 0,772$ ; Fig. 5). Al igual que en el experimento en Belice, la supervivencia en subparcelas testigo (5%) fue significativamente menor que en las aperturas ( $p < 0,003$ ). Asimismo, la supervivencia en aperturas creadas por tumba (24%) fue menor que en aperturas creadas por maquinaria (53%). En aperturas quemadas, 40% de las plántulas sobrevivieron hasta la última medición. Cuando se analizaron los dos cohortes combinados, la supervivencia variaba solamente con el tratamiento de apertura ( $p = 0,024$ ). Cuando se analizaron las cohortes por separado, se encontró que la limpieza había afectado la supervivencia de las plántulas del cohorte 1 ( $p = 0,031$ ), pero no del cohorte 0 ( $p = 0,986$ ).

### Crecimiento

**Tamaño de apertura.-** El crecimiento de las plántulas de caoba (diferencia entre altura al plantarse y altura en la última medición) variaba de forma significativa entre las aperturas y los testigos ( $p < 0,005$ ;  $R^2 = 0,777$ ). Las pocas plántulas que sobrevivían a los cinco años en parcelas testigo habían crecido apenas 37 cm. Si bien el crecimiento aumentó con el tamaño de la apertura (Fig. 6), al excluirse los testigos, las diferencias en las tasas de crecimiento en aperturas de diferentes tamaños no fueron estadísticamente significativas ( $p = 0,250$ ;  $R^2 = 0,633$ ). Esto tal vez refleja una diferencia significativa entre los dos grupos de plántulas ( $p = 0,040$ ), ya que las plántulas pequeñas crecieron 290 cm durante los cinco años, mientras que las plántulas mayores crecieron



**Figura 5.** Supervivencia de plántulas (cohorte 0) plantadas en aperturas de 5000 m<sup>2</sup> creadas usando 3 diferentes técnicas; y en parcelas testigo abajo del monte



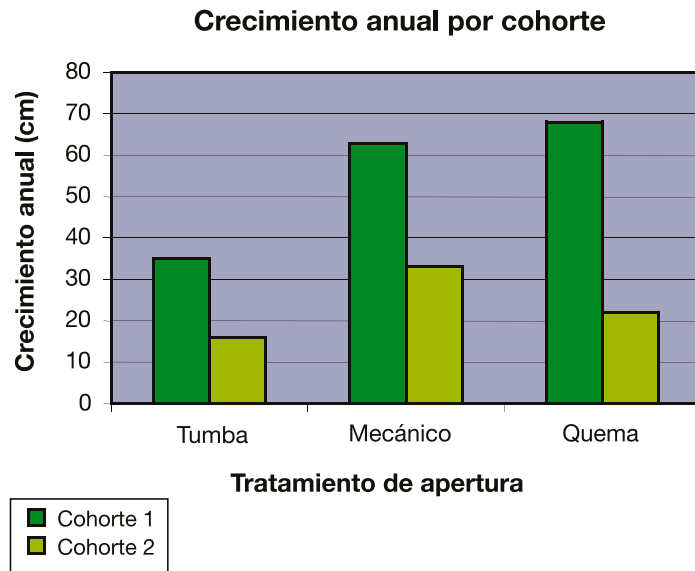
**Figura 6.** Altura a los cinco años de plántulas de caoba establecidas en aperturas de diferentes tamaños

solamente 171 cm. Esta diferencia aumentó la variación en las respuestas a los tratamientos experimentales; si las plántulas hubieran sido de tamaño uniforme, quizás se hubieran visto patrones de crecimiento más

claros. Las limpiezas a las plántulas de caoba no afectaron de forma significativa su crecimiento ( $p = 0,685$ ).

**Tratamiento de apertura.-** El crecimiento anual varió significativamente según el cohorte y el





**Figura 7.** Las plántulas de caoba plantadas a menos de tres meses de haberse creado la apertura (cohorte 0) crecieron mucho mejor que las plantadas un año más tarde (cohorte 1). Esto se debe a la competencia de la vegetación que se regeneró naturalmente en las aperturas. En el tratamiento tumba, gran parte de la competencia fue provocada por rebrotes de los tocones de los árboles tumbados para crear la apertura (foto: plántula de caoba del cohorte 1 frente a un tocón con rebrotes)

tratamiento de apertura (Fig. 7). El crecimiento de plántulas en las parcelas testigo (30 cm) fue significativamente menor que en las aperturas ( $p = 0,011$ ). Cuando se analizaron solamente las plántulas en aperturas, se encontró que su crecimiento varió con el cohorte, el tratamiento y la limpieza ( $p < 0,005$ ;  $R^2 = 0,679$ ). Las caobas plantadas a los pocos meses de crear las aperturas crecieron 91-209% más rápido en parcelas sin limpiarse y 32-75% más rápido en parcelas limpiadas, que las plántulas plantadas un año más tarde.

El crecimiento en parcelas abiertas por quema fue significativamente más rápido que en parcelas abiertas por tumba ( $p = 0,015$ ). Las plántulas del cohorte 0 en parcelas quemadas crecieron 328 cm en 58 meses, con alturas promedio de 352 cm, y hasta 600 cm; en aperturas mecánicas y creadas por tumba se alcanzaron alturas promedio de 324 cm y 195 cm, respectivamente. La limpieza

aumentó de forma significativa el crecimiento en el cohorte 0 (por 120%) solamente en parcelas tumbadas. Para plántulas del cohorte 1, solamente la limpieza -y no el tratamiento de apertura- afectó significativamente el crecimiento ( $p = 0,003$  y  $p = 0,291$ , respectivamente), que aumentó hasta 180% en parcelas quemadas y tumbadas.

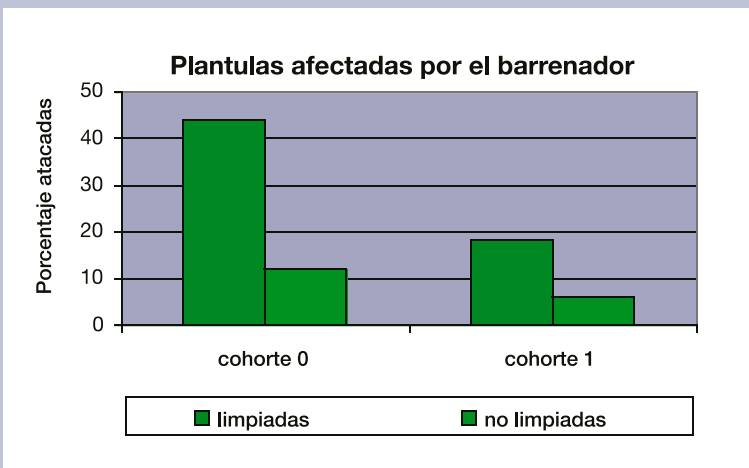
Los resultados confirman que las plántulas de caoba pueden sobrevivir bajo un rango amplio de condiciones pero no bajo el dosel, donde 95% murieron en cinco años.

**Ataque por el barrenador.-** La limpieza fue la única variable que afectó la proporción de plántulas de

caoba en las parcelas de México que fueron atacadas por el barrenador por lo menos una vez durante los cinco años del estudio ( $p = 0,013$ ). El 44% de las plántulas que recibieron limpias de la vegetación circundante fueron atacadas, en comparación con 12% de las plántulas en las parcelas sin limpiarse (Fig. 8 y foto). En aperturas creadas por maquinaria o tumba, el número de ataques por plántula fue hasta diez veces mayor en las parcelas limpiadas.

### Discusión y conclusiones

Los resultados confirman que las plántulas de caoba pueden sobrevivir bajo un rango amplio de condiciones pero no bajo el dosel, donde 95% murieron en cinco años. Aproximadamente la mitad de las plántulas de caoba sobrevivieron cinco años en aperturas de 500 m<sup>2</sup> o más. Cabe notar que las aperturas creadas por el aprovechamiento comercial de madera suelen ser menores a 300 m<sup>2</sup> (Robinson



**Figura. 8.** El ataque por el barrenador de las Meliaceae (*Hypsipyla grandella*) fue 370% mayor en parcelas donde la vegetación se había limpiado alrededor de las plántulas de caoba, pero no fue significativo en las parcelas no limpiadas

1998). Las condiciones creadas por el tratamiento de tumba en México impidieron la supervivencia de las plántulas de caoba, debido a la alta competencia provocada por la abundancia de rebrotes de los tocones de los árboles tumbados (Fig. 7). En Belice, donde los árboles tumbados fueron extraídos con maquinaria, los rebrotes no fueron tan problemáticos.

El crecimiento de la caoba fue más variable, según las condiciones, que su supervivencia. Las plántulas crecieron más en aperturas más grandes, y crecieron el doble cuando

se plantaron poco después de crear la apertura, en comparación con las que se plantaron un año después. En áreas abiertas por quema el crecimiento fue mayor que en áreas abiertas por tumba. Estos patrones revelan que el crecimiento de la caoba responde de forma positiva a la cantidad de luz disponible y de forma negativa a la competencia, si los individuos de otras especies se establecen antes que las plántulas de caoba. La competencia más fuerte provino de plantas originadas en rebrotes, ya que éstas tienen raíces bien desarrolladas. Si las

plántulas de caoba se establecen a los pocos meses de un tratamiento de apertura que logra impedir la regeneración de otras especies por rebrotes (tratamiento mecánico y de quema), éstas compiten bien con la regeneración de otras especies que logran establecerse a partir de semillas. Bajo estas condiciones experimentales, limpiar las plántulas no aumentó su crecimiento. Esto implica que no es necesario hacer inversiones en tratamientos de limpieza, por lo menos durante los primeros cinco años, si los tratamientos de apertura son los adecuados. De hecho, limpiar la vegetación competidora alrededor de las plántulas de caoba tuvo un impacto negativo, ya que aumentó fuertemente el ataque del barrenador de yemas (*Hypsipyla grandella*). Esto puede deberse a que la vegetación alrededor de las plántulas de caoba las protege de alguna forma. Cuando se deja crecer alrededor de las plántulas de caoba la vegetación que resulta de la regeneración natural de otras especies, el nivel de ataque por este insecto (12%) no representa un problema.

Estos estudios confirman que los tratamientos actualmente utilizados en la zona para crear patios de concentración de trozas (bacadillas) producen condiciones favorables para la supervivencia y el crecimiento de la caoba. Conviene seguir plantándolas (ver Argüelles *et al.* pag. 45- en este mismo número). Las miles de hectáreas de campos de cultivo, creados fuera de las áreas forestales permanentes por medio de la técnica de roza-tumba-quema, son áreas muy favorables para la regeneración de la caoba. Podría valer la pena plantar caoba entre los cultivos y evaluar cómo integrar el uso de estas técnicas en el manejo forestal. Pareciera que las aperturas de 5000 m<sup>2</sup> ofrecen mejores condiciones de crecimiento que las aperturas menores. 🌱

## Reconocimientos

El estudio en Belice fue realizado con la ayuda del Programme for Belize. El financiamiento para realizar los tratamientos silviculturales fue proporcionado por la Unión Europea a través de una donación al Programme for Belize. Los datos de 2001 fueron colectados por Jeffrey Chow con apoyo financiero del Programa en Estudios Latinoamericanos, la Fundación Lazar, el Grupo Estudiantil de Discusiones Internacionales y la oficina de apoyo profesional de la Escuela Ambiental Nicholas, Universidad de Duke, USA. Para los dos experimentos, la compañía Caterpillar Inc. aportó el tiempo de la maquinaria.

El apoyo financiero para llevar a cabo los experimentos en México se obtuvo de las siguientes fuentes: US Forest Service/US Dept. of Agricultura mediante el acuerdo USDA-95-CA-118 con el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF-US). Apoyos adicionales se obtuvieron del Biodiversity Support Program (BSP), un consorcio del WWF, the Nature Conservancy y World Resources Institute, con fondos de USAID. Las opiniones expresadas son de las autoras y no del Dpto. de Agricultura de EU, del BSP, ni del USAID. Se recibieron otros apoyos del Dpto. de Educación de los EU, de la Universidad de Duke, de la Fundación Rockefeller México, de Iowa State University, de la Fundación Interamericana y del CIFOR. Los estu-

dios no se pudieron haber ejecutado sin la colaboración de la Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya (OEPFZM). Agradecemos en particular a sus directores técnicos, Victoria Santos Jiménez, Marcelo Carreón Mundo y Rosa Ledesma Santos y a los ejidos de Cafetal/Limonos, Naranjal Poniente y Xpichil. Agradecemos, además, a los dueños de "Rancho Grande", al finado Don Antonio Uh y su familia.

Los resultados de uno de los estudios fueron originalmente publicados en inglés en *Forest Ecology and Management* (Snook y Negreros-Castillo 2004). Agradecemos a Elsevier por el permiso otorgado para sintetizar los resultados en español en este artículo.

## Literatura citada

- Argüelles-S, LA; Sánchez, FR; Caballero-R, A; Ramírez, S. 1998. Programa de Manejo Forestal para el Bosque Tropical del Ejido Noh Bec. Quintana Roo, México.
- Argüelles, LA; Synnott, T; Gutiérrez, S; Angel, B de. 2005. Regeneración y silvicultura de la caoba en la selva Maya Mexicana, Ejido de Noh Bec. *Recursos Naturales y Ambiente* no. 44:45-52.
- Cairns, MA; Olmsted, I; Granados, J; Argaez, J. 2003. Composition and above-ground tree biomass of a dry semi-evergreen forest on Mexico's Yucatan peninsula. *Forest Ecology and Management* 186:125-132.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002. Datos meteorológicos de las estaciones Vallehermoso, Reforma, Limones y Xpichil. Quintana Roo, Coordinación Regional Chetumal.
- Dickinson, MB; Whigham, DF. 1999. Regeneration of mahogany in the Yucatan. *International Forestry Review* 1(1):35-39.
- Lamb, FB. 1966. Mahogany of Tropical America: its ecology and management. Ann Arbor, University of Michigan Press. 220 p.
- Nolasco Morales, A; Carreón Mundo, M; Hernández Hernández, C; Ibarra, E; Snook, L. 2005. El manejo de la caoba en Quintana Roo, México: Legislación, responsabilidades y apoyo gubernamental. *Recursos Naturales y Ambiente* 44:19-26.
- Pennington, TD; Sarukhán, J. 1968. Árboles tropicales de México. México, INIF/FAO. 413 p.
- Robinson, C. 1998. Selective logging and sustainable silviculture at the Rio Bravo Conservation and Management Area in Northwestern Belize. Master's project. Durham, NC., Duke University, Nicholas School of the Environment. 37 p.
- Sills, E; Romero, E. 2002. Financing conservation with certified timber: Lessons from Belize. *Sylvanet* 15(1):7-9.
- Snook, L. 1993. Stand dynamics of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and associated species after fire and hurricane in the tropical forests of the Yucatan peninsula. Ph. D Thesis. New Haven, CT. USA, Yale School of Forestry & Environmental Studies.
- Snook, LK. 1996. Catastrophic disturbance, logging and the ecology of mahogany (*Swietenia macrophylla* King): grounds for listing a major tropical timber species in CITES. *Botanical Journal of the Linnean Society* 122: 35-46.
- Snook, L. 1999. Aprovechamiento sostenido de caoba (*Swietenia macrophylla* King) de las selvas de la península de Yucatán, México: pasado, presente y futuro. In Primack, RB; Bray, D; Galletti, HA; Ponciano, I. eds. *La Selva Maya: conservación y desarrollo*. México, DF., Siglo Veintiuno. p. 89-119.
- Snook, L. 2000. Regeneración y crecimiento de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en las selvas naturales de Quintana Roo, México. *Ciencia Forestal en México* 25(87):59-76.
- Snook, LK; Negreros-Castillo, P. 2004. Regenerating mahogany (*Swietenia macrophylla* King) on clearings in Mexico's Maya Forest: the effects of clearing treatment and cleaning on seedling survival and growth. *Forest Ecology and Management* 189:143-160.
- SPSS. 1997. *Systat for Windows 7.01*. Chicago, USA.
- Weaver, P; Sabido, O. 1997. Mahogany in Belize: A historical perspective. Asheville, NC, US. Department of Agriculture. Forest Service, Southern Research Station. 31p. (General Technical Report IITF-2).
- Whitman, A; Brokaw, N; Hagan, JM. 1997. Forest damage caused by selection logging of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in northern Belize. *Forest Ecology and Management* 92: 87-96.
- Wilson, EM. 1980. Physical geography of the Yucatan peninsula. In Mosley, EH; Terry, ED. eds. *Yucatan: A world apart*. Tuscaloosa, University of Alabama Press. p. 5-40.
- Zar, JH. 1984. *Biostatistical analysis*. 2 ed. Ed. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall. 718 p.

# Resumen de resultados y propuestas

**Paulo Amaral**

*pamaral@amazon.org.br*

## Taller de Manejo Comunitario y Certificación Forestal en América Latina

En los últimos años, el manejo forestal comunitario ha surgido como una alternativa viable para combinar la conservación del bosque y su uso por las comunidades. La opción por el manejo forestal y la certificación forestal ha llevado a comunidades, ONG y agencias de cooperación bilateral a la elaboración, implementación y divulgación de proyectos y procesos de manejo forestal comunitario en América Latina.

La creciente importancia del manejo forestal comunitario en la conservación de los recursos naturales y el desarrollo rural ha generado una serie de preguntas sobre el papel del manejo y de la certificación forestal en el desarrollo local. Las preguntas clave se relacionan especialmente con aspectos sociales y las relaciones con el mercado. Durante los últimos años, se han realizado varios seminarios, talleres y reuniones de trabajo para profundizar el debate y sistematizar las experiencias en curso en América Latina. El Imazon, en colaboración con el Proyecto Conservación de las Florestas Tropicales de la Amazonía, la Oficina de Estándares Sociales y Ecológicos de la Cooperación Técnica Alemana (GTZ), el Instituto de Educación de Brasil (IEB), ProManejo e Imaflores tomaron la iniciativa de llevar a cabo un seminario latinoamericano sobre este tema.

Con base en este contexto, un grupo de líderes comunitarios, investigadores y representantes de gobiernos han promovido debates y discusiones sobre las oportunidades y desafíos para la implementación del manejo forestal comunitario en América Latina. Este documento informa del segundo encuentro<sup>1</sup> de representantes de siete países de América Latina (Brasil, Bolivia, Costa Rica, Colombia, Ecuador, México, Nicaragua y Perú) para profundizar y discutir temas relacionados con políticas forestales, legislación, mercados y productos no maderables del bosque. Los principales objetivos del encuentro fueron (1) pro-



**IEB**

INSTITUTO INTERNACIONAL  
DE EDUCAÇÃO DO BRASIL

### ProManejo Projeto de Apoio ao Manejo Florestal Sustentável na Amazônia

<sup>1</sup> El primer encuentro tuvo lugar en enero 2001 en Santa Cruz, Bolivia. El documento final está disponible en: <http://bolfor.chemonics.net/UFC/Policy%20Brief%20MFC%20y%20Certificacion.pdf>

mover el intercambio de experiencias entre especialistas, promotores y ejecutores del manejo forestal comunitario en América Latina; (2) identificar y proponer alternativas a los principales impedimentos para el manejo forestal comunitario y la certificación forestal; (3) definir una pauta de políticas públicas para la promoción del manejo forestal comunitario a pequeña escala.



**Figura 1.** Mapa de ubicación de las iniciativas de MFC que participan del taller

El Taller de Manejo Comunitario y Certificación Forestal en América Latina se realizó del 28 al 31 de octubre del 2003 en Mosqueiro, Belém, Pará (Brasil), y reunió a representantes de instituciones de América Latina con experiencia en manejo forestal comunitario y certificación forestal (Fig. 1). El taller pretendía encontrar respuestas a las interrogantes planteadas en los objetivos, intercambiar experiencias y sistematizar la información generada, principalmente en relación con las propuestas de políticas públicas elaboradas por los participantes.

El Taller contó con la participación de casi 80 personas representantes de instituciones (gobiernos, ONG, cooperación técnica, entidades de base, técnicos e investigadores con significativa experiencia en manejo forestal comunitario y certificación forestal en América Latina).

El Taller se dividió en dos etapas. La etapa de apertura en Belém incluyó conferencias sobre políticas públicas nacionales para el fortalecimiento de los procesos de manejo comunitario y certificación forestal en Brasil, Bolivia, Colombia y Ecuador. Esta sesión tuvo como objetivo aprovechar la presencia de los representantes de los Programas Nacionales de Bosques de estos países para evaluar las políticas y acciones de los gobiernos en la promoción del manejo forestal comunitario.

En la segunda etapa, los participantes elaboraron propuestas de políticas públicas a partir de: (1) conferencias y presentaciones de estudios de casos y discusión en plenario; (2) trabajo en grupos sobre los temas presentados en las conferencias y estudios de casos, presentación de resultados y discusión en plenario; (3) discusión en mesa redonda de propuestas de políticas públicas para MFC.

Al final hubo una sesión especial de la Gerencia Ejecutiva del *Banco da Amazonia*, para presentar las líneas de crédito para manejo forestal. Se anunció la concesión del primer crédito para una iniciativa de manejo forestal comunitario en la reserva extractiva del Río Cautário en Rondônia. La gran novedad de esta iniciativa es que el bosque inventariado sirvió como garantía del crédito.

Las conferencias presentadas abordaron los siguientes temas. Varios artículos en este número de la revista se basan en las mismas conferencias.

- Oportunidades y desafíos para la reducción de la pobreza a través del manejo y certificación forestal comunitaria.
- Elementos que se deben tener en cuenta para evitar riesgos y enfrentar desafíos en el desarrollo de oportunidades para un manejo forestal comunitario certificable en América Latina.
- Simplificación y desburocratización de los procedimientos legales para incentivar la adopción del manejo forestal comunitario.
- Formas de organización y papel de las organizaciones de apoyo a las iniciativas de manejo forestal comunitario.
- Oportunidades de mercado: vinculación de los productores y compradores de madera certificada en cadenas de valor.
- Cooperación entre las comunidades y las empresas: oportunidades y barreras.
- El papel de los productos no maderables y uso múltiple del bosque como estrategia para valorizar y conservar los bosques. 🌿

# El manejo forestal comunitario como proceso social

**Richard C. Smith**

*Antropólogo, Instituto del Bien Común,  
Lima, Perú  
rsmith@ibcperu.org*

Un programa o una iniciativa de acción forestal comunitaria es un proceso social atado a un contexto social, y por lo tanto, todos los aspectos sociales tienen un impacto directo sobre su éxito o fracaso. La viabilidad de las instituciones creadas para cuidar el bosque y su capacidad de adaptarse a un contexto social dinámico favorecen la tarea de gestión comunitaria de los recursos forestales.



Fotos: Geoffrey Venegas

## Resumen

El manejo forestal comunitario se define como un proceso social cuyo éxito depende, en gran medida, de la viabilidad de las instituciones creadas para cuidar el bosque y de la existencia de un contexto social que favorezca esa tarea. El artículo explora algunos de los aspectos sociales más importantes para la acción forestal comunitaria, entre los que se incluyen la noción de comunidad, el contexto social, las formas de tenencia del recurso forestal y los arreglos sociales para el manejo forestal.

**Palabras claves:** Manejo forestal; forestería social; aspectos sociales; protección forestal.

## Summary

**Community-based forest management as a social process.** Community forest management is defined as a social process whose success depends, to a large extent, on the viability of the institutions created to care for the forest and the existence of a social context to support forest management. This article explores some of the most important aspects of community forest management, among them: the notion of community, the social context, the variety of tenancy arrangements regarding forest resources, and the social institutions created locally for forest management

**Keywords:** Forest management; social forestry; social aspects; forest protection.

**E**n un proceso de manejo forestal comunitario intervienen cuatro elementos básicos:

- Un grupo de personas que comparten un bosque y que lo usufructúan bajo acuerdos colectivos.
- Un bosque sobre el cual existen derechos de usufructo compartidos por el grupo de personas.
- Un conjunto de instituciones (acuerdos, normas, organización y procedimientos) creados por el grupo de personas que comparten el bosque o por otra instancia de la sociedad mayor.
- Un contexto social dinámico –interno o externo al grupo de personas que comparten el bosque– que puede alentar o desalentar las acciones del grupo para aprovechar y cuidar el bosque.

Visto desde esta perspectiva, definimos el manejo forestal comunitario como un proceso social cuyo éxito depende en gran medida de la viabilidad de las instituciones creadas para cuidar el bosque y de la existencia de un contexto social que favorezca esa tarea. En este artículo, queremos explorar algunos de los

aspectos sociales más importantes para la acción forestal comunitaria y sugerir una manera de conceptualizarlos y abordarlos.

### Las instituciones para el manejo forestal y su contexto social

Los programas de manejo forestal comunitario se concretizan dentro de un contexto social (Gibson *et al.* 2000, Richards 1997, Schmink 1997, Smith y Pinedo 2002, Southgate 1998). El contexto social se refiere a todos los aspectos de la vida humana que relacionan un ser humano con otro en redes sociales. Estas redes se construyen con base en relaciones económicas, espirituales, culturales y de parentesco, entre otras.

Todo ser humano se une a y se comporta dentro de redes sociales según los valores y las normas establecidos por los miembros de las mismas; es decir, según los valores de su familia, de su comunidad y de su sociedad mayor. Estos valores pueden destacar la reciprocidad y la solidaridad social; o pueden destacar el individualismo y la competitivi-

dad (Li 1996, Smith 2002). Es evidente, entonces, que existen valores y otros factores que tienden hacia la desunión dentro de una red social, ya que el conflicto es un aspecto real y presente en todas las relaciones y redes de seres humanos. Entre los factores que motivan el conflicto podemos destacar la tensión permanente entre los deseos (p.ej. acumulación personal) y el carácter (p.ej. dominante, envidioso) de un individuo, por un lado, y las normas de su grupo social por el otro, o las desigualdades en poder y riqueza entre individuos y entre grupos sociales, o los prejuicios en contra de sub-grupos sociales de otra clase, raza o religión.

Un programa o una iniciativa de acción forestal comunitaria depende de su contexto social; en consecuencia, todos los aspectos sociales tienen un impacto directo sobre su éxito o fracaso. De hecho, la gran mayoría de los problemas que surgen en el camino de una acción de manejo forestal comunitaria son de origen social y tienen que ver con el comportamiento individual y social

de las personas que participan en tal acción forestal, o con otros obstáculos o debilidades en el contexto social mayor.

Por estas razones, al iniciar un programa de acción forestal comunitaria es muy importante conocer de manera profunda el contexto social, las redes de personas que participan en el esfuerzo comunitario y los factores de conflicto al interior de las redes. Por otro lado, dentro del equipo de apoyo técnico debe haber un diálogo permanente entre el personal formado en las ciencias sociales y el formado en las ciencias naturales para entender cómo se entretreje lo social con lo natural/técnico en un programa de este tipo (Hardin 1998, Scoones 1999). Desgraciadamente, a menudo este diálogo no se da, o los aspectos sociales no son considerados con la seriedad o la complejidad requerida durante la planificación y la puesta en marcha del programa.

### El contexto social interno y externo

Cada acción forestal comunitaria se lleva a cabo con un grupo de personas que comparten la inversión, los beneficios, las decisiones, las responsabilidades y, a menudo, el mismo recurso forestal. Como veremos más adelante, este grupo puede estar formado por algunas familias dentro de una comunidad mayor, todas las familias de una comunidad o una asociación de comunidades. Al acercarnos a lo social, es necesario, como primer paso, distinguir entre el contexto social interno al grupo o comunidad que tome la acción colectiva y el contexto social externo a esa comunidad. Luego de entender mejor los factores importantes en ambas esferas, es importante entender la manera en que se interrelacionan lo interno y lo externo. Empecemos con el contexto interno.

### ¿Qué entendemos por comunidad?

Esta pregunta ha sido central en las discusiones académicas de las ciencias sociales (p.ej. Agrawal 1997, Amaral 1998, Li 1996, Redford 1955, Tonnies 1963). En el contexto de las acciones forestales comunitarias en Latinoamérica, podemos definir una comunidad como un grupo de seres humanos que comparten un espacio geográfico y algunos recursos que se encuentran allí. Los individuos del grupo están ligados por relaciones de diferentes tipos; entre ellas:

- Relaciones de parentesco: familia, matrimonio
- Relaciones económicas: producción, consumo, intercambio, mercado, negocios
- Relaciones espirituales: religión, iglesia, culto, ritos
- Relaciones de asociación: vecindarios, clubes deportivos, clubes de madres
- Relaciones de poder y autoridad: consejo directivo, partidos políticos

No todas las comunidades son homogéneas; de hecho, puede haber diferencias importantes entre sus miembros. Entender las diferencias es clave para aclarar cómo funciona el grupo formado para manejar un bosque de manera colectiva. En comunidades grandes y complejas normalmente existen mayores diferencias por diversas razones, como pertenencia a sub-grupos sociales (p.ej. clanes basados en parentesco), diferentes religiones o iglesias, grupos de intereses económicos o niveles de acumulación diferentes, o grupos con distinto origen racial o cultural. Es importante, al iniciar una acción forestal comunitaria, poder diferenciar estos sub-grupos sociales dentro de la comunidad y analizar la relación entre ellos para identificar los puntos de posible colaboración y de posible conflicto.

Las comunidades tampoco son unidades donde reina la paz social. En comunidades más grandes, las diferencias sociales sirven de base para establecer jerarquías de poder

y de inclusión/exclusión. Este proceso de jerarquización a menudo transforma las diferencias sociales en causas de conflicto dentro de una comunidad. Es importante saber cuáles son las causas de conflictos entre los miembros de una comunidad y qué habilidades poseen o de qué instituciones hacen uso para resolver sus conflictos.

### Las comunidades en el contexto peruano

Sin lugar a dudas, es importante una comprensión teórica y una claridad conceptual acerca de 'comunidad' en general; no obstante, para la implementación de programas de manejo forestal comunitario es indispensable comprender las comunidades específicas que están implementando acciones de manejo forestal. En el Perú, el segundo país con mayor cobertura forestal en Latinoamérica, se encuentra una gran diversidad de nichos y pisos ecológicos formados por la conjunción de las latitudes tropicales y una cordillera de grandes alturas. Los pueblos originarios que se desarrollaron en el litoral pacífico, en los andes centrales y en la cuenca del alto Amazonas crearon múltiples instituciones para ejercer el acceso y usufructo común sobre los recursos productivos tierra, agua de riego, bosques, pastizales y sal. Los peninsulares de Europa que llegaron al mundo andino en el siglo XVI encontraron formas de apropiación y manejo común que, en algunos casos, se asemejaban a prácticas ibéricas; sobre todo lo referente al manejo de pastizales y agua. La corona española reconoció y formalizó un régimen indígena de propiedad común sobre las tierras, los pastizales y el agua de riego.

La forma de propiedad común más difundida durante la colonia española, y revivida en el siglo XX, fue el territorio otorgado a la comunidad indígena. A partir de la Reforma Agraria de 1969, esta estructura de origen colonial dio paso a las



Comunidades Campesinas (CC); hoy en día son más de 5000 CC, con un estimado de 20 millones de hectáreas de propiedad colectiva (PETT 2000). A partir de 1974 se reconoció un nuevo tipo de comunidad: la Comunidad Nativa, sobre la base de la población indígena en la Amazonia peruana. Actualmente, hay alrededor de 1500 CN que cubren una extensión de aproximadamente 12 millones de hectáreas de propiedad colectiva (Benavides y Smith 2000); casi el 20% de los bosques amazónicos. Entre los dos tipos de comunidades cubren el 23% del territorio nacional. Aparte de estos dos tipos, en la Amazonia peruana se da también la comunidad ribereña, que si bien no goza de reconocimiento oficial, suman unas 2000 y están establecidas sobre la *varzea* o terraza inundable de los ríos principales. Para ellos, los recursos acuáticos, sobre todo los lagos, son la principal fuente de subsistencia y riqueza (Coomes y Barham 1999, Pinedo *et al.* 2002).

### La tenencia de bosques y el manejo sostenible

Las instituciones de tenencia, usufructo y gestión de los recursos forestales pueden ser formales (codificadas en normas y leyes), o informales (legitimadas por la costumbre o por acuerdos locales). Antes de involucrarse en una iniciativa de manejo forestal comunitario es urgente entender mejor las diferentes opciones, analizar sus aciertos y debilidades y fortalecer aquellas que ofrecen mayor posibilidad de proteger los derechos de todos y de utilizar los recursos en la forma más sostenible posible. La siguiente matriz ayuda a perfilar las diferentes formas de tenencia de los recursos naturales y a establecer las diferencias entre ellas (Fig. 1).

Esta matriz se basa en una serie de contrastes. El primero se da entre las formas institucionalizadas de acceso y usufructo; es decir, las que se rigen por normas y regulaciones eficaces, sean formales o informales, y las que no se

rigen por institución eficaz alguna, o sea que están al antojo de cualquiera. Estas últimas se conocen como recursos de “acceso abierto”. Varios autores señalan que los recursos en condición de acceso abierto no deben confundirse con recursos en condición de acceso y manejo común, sobre los cuales sí rigen instituciones para normar y controlar el acceso y el uso (Berkes *et al.* 1989, Cirancy-Wantrup y Bishop 1975, Ostrom 2002). Por ejemplo, los recursos forestales de acceso abierto son aprovechados por cualquiera, como pueda y cuando pueda; los bosques comunales, en cambio, son regidos por acuerdos y normas establecidas por la colectividad con el fin de determinar el cuánto, cuándo y cómo. Esta distinción es fundamental en la discusión académica para esclarecer la dinámica del manejo comunitario de bosques y reconocer que todos los bienes comunes no están destinados a fracasar (ver Hardin 1998, Smith y Pinedo 2002).

Entre las formas institucionalizadas, se dan dos contrastes para crear cuatro tipos de acceso y control sobre los recursos naturales. El primero contrasta formas comunes con formas individuales; entendemos las

formas comunes como aquellas que, según Ostrom (2002), son recursos naturales en los cuales: a) es difícil excluir a otros beneficiarios, y b) la explotación por parte de uno de los usuarios reduce la cantidad de recurso disponible para otros usuarios. En cambio, bajo las formas individuales, el ‘dueño’ goza del uso y beneficio exclusivo del recurso.

La segunda forma de contraste se da entre los bienes públicos y los privados. Entendemos por bienes públicos, los recursos que son patrimonio de todos los ciudadanos y son administrados por el Estado, una municipalidad u otra forma de gobierno. Los recursos privados son aquellos sobre los cuales los derechos de acceso y usufructo han sido reconocidos a ciudadanos o instituciones que no representan el poder del Estado. De estos contrastes resultan cuatro tipos de arreglos para acceder (o no) al recurso. Cada tipo tiene arreglos institucionales propios para su gestión. En el caso de los recursos forestales, tenemos los siguientes arreglos institucionales:

**Recursos forestales comunes privados**, compartidos entre un grupo de personas particulares que los admi-

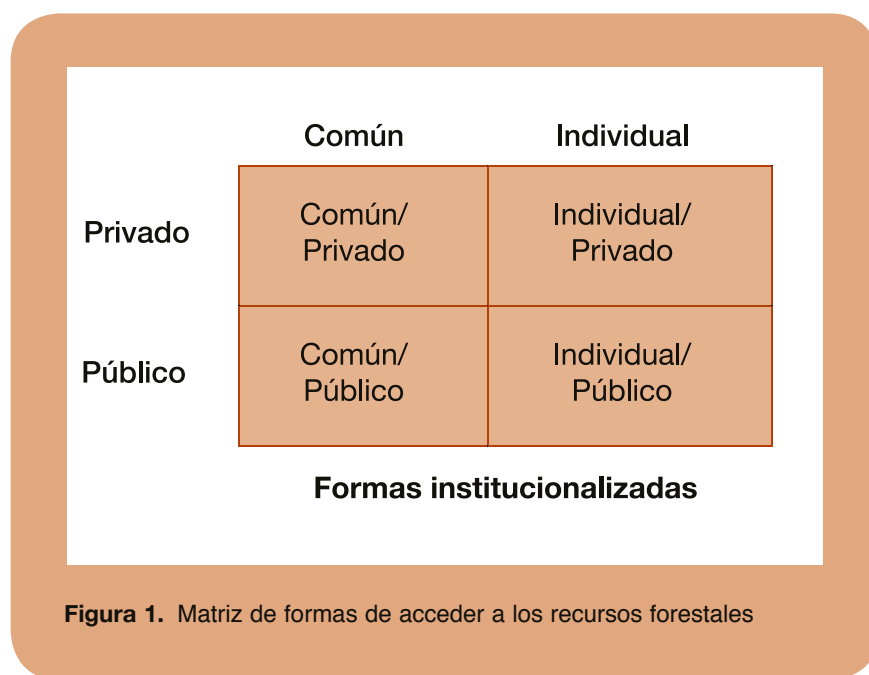


Figura 1. Matriz de formas de acceder a los recursos forestales

nistran y manejan directamente. Esta forma grupal de gestión del bosque puede o no ser reconocida por ley; internacionalmente se conoce como 'propiedad común'. En el Perú, la propiedad común incluye los bosques de algunas CC, CN y ribereñas.

**Recursos forestales comunes públicos**, que constituyen la gran mayoría de los bosques en el Perú; por ley, pertenecen a la Nación y son administrados por el Estado. Las unidades de conservación que contienen bosques también son bienes comunes públicos. Pocos peruanos consideran que este patrimonio es suyo, pues pocos piensan que el Estado les pertenece. Por falta de capacidad institucional, gran parte de los bosques estatales en el Perú se encuentran en una situación *de facto* de acceso abierto.

**Recursos forestales individuales privados** que cubren terrenos que pertenecen a personas naturales a través de las distintas formas de propiedad individual o de empresa privada. En general, las formas individuales de propiedad son reconocidas y reglamentadas por ley. En estos casos operan los principios de acceso y beneficio individual del bien, servicio o espacio.

**Recursos forestales individuales públicos** son los bosques del Estado que hayan sido concesionados a personas naturales o jurídicas. En el Perú, estas concesiones están sujetas a licitación pública bajo condiciones que exigen un manejo sostenible. Los derechos de usufructo bajo manejo, mas no de propiedad, son otorgados por un plazo renovable de cuarenta años.

Los complejos arreglos para el manejo forestal

En los escenarios reales donde trabajamos, enfrentamos una gran variedad de arreglos de tenencia y usufructo (Alcorn 1996). Estos arreglos tienden a combinar dos o más de los tipos antes descritos. En la Fig. 2 graficamos cinco variaciones de posibles arreglos institucionales. El arreglo menos complejo es el No. 1, en el cual una comunidad titulada colectivamente resguarda un área de bosque dentro del territorio comunal, pero fuera de las parcelas de usufructo individual, para el manejo comunitario. Los arreglos 4 y 5 son más complejos y se dan entre varias comunidades; en el No. 4, cada comunidad asigna una parte de su territorio comunal contigua a las otras, para

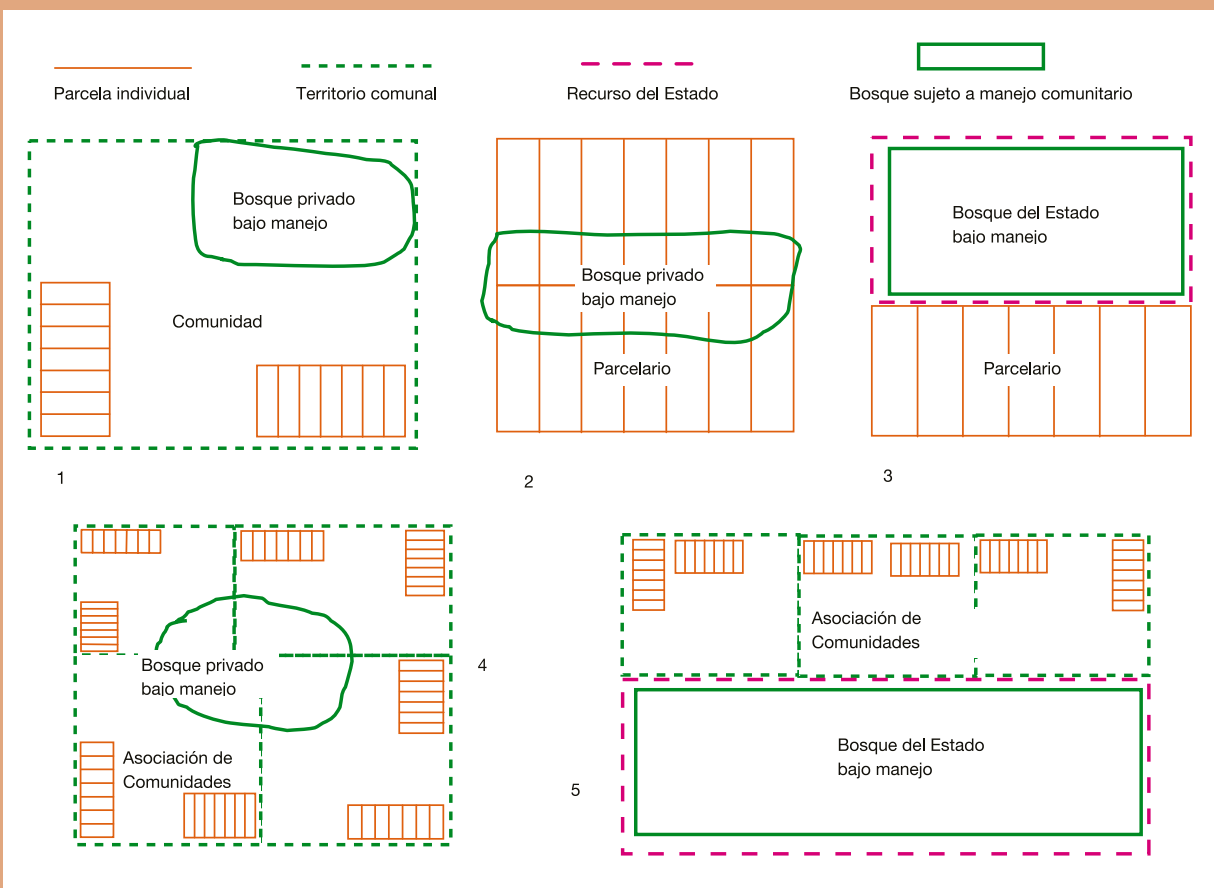


Figura 2. Variación en arreglos de tenencia sobre el recurso forestal bajo manejo

el manejo comunal del bosque entre las cuatro. En el No. 5, una asociación de comunidades recibe del Estado como concesión un área de bosque contigua a sus territorios comunales para el manejo comunitario; en el Perú, esto podría ser una concesión lograda a través de una licitación pública, o un “bosque comunal” cedido directamente a la asociación, o una parte de una Reserva Comunal o de un área natural protegida, designada para el manejo forestal.

Los arreglos 2 y 3 grafican una situación en la cual parcelarios, es decir, propietarios de una parcela individual de tierras que contiene bosque, deciden actuar juntos para manejar un área de bosque. El caso No. 2 es similar al No. 4; cada parcelario asigna una parte de su parcela, contigua a las otras, como bosque bajo manejo. El caso No. 3 es similar al No. 5; un grupo de parcelarios deciden unirse para manejar un área de bosque público contigua a sus parcelas; el acceso al bosque lo obtienen mediante una concesión del Estado.

En cada uno de estos casos, el bosque puede proveer diferentes beneficios a los usuarios. Por ejemplo, dependiendo de las actividades económicas de cada usuario, podría ser importante para la caza, la recolección de subsistencia, para obtener productos no maderables o maderables comerciables, o para la conservación de servicios ecológicos. Para manejar un bosque entre un grupo de usuarios es necesario contar con instituciones que resuelvan una serie de interrogantes:

- ¿De qué manera se cuida el bosque?
- ¿Cuáles usos y beneficios se buscan en el bosque?
- ¿Cómo se toman decisiones al respecto?
- ¿Cómo se reparten los beneficios?
- ¿Cómo se reparten los costos?
- ¿Cómo se asegura que todos los usuarios cumplan con los acuerdos?

Cada variación de estos arreglos de tenencia involucra a un conjunto de instituciones diferentes. Las comu-

nidades suelen tener mecanismos, a menudo institucionalizados, para tomar decisiones, para establecer normas y reglas y para hacerlas cumplir. En cuanto más grande y más compleja la comunidad, más grande es el reto para amoldar estas instituciones a la gran variedad de situaciones y demandas que surjan. A veces funcionan bien, pero a veces no. Cuando el manejo forestal involucra varias comunidades, la situación se vuelve aún más compleja y exige arreglos institucionales multicomunales, que probablemente hay que crear (Gram *et al.* 1994, Smith y Wray 1996).

Los parcelarios, sobre todo inmigrantes recientes a tierras cubiertas con bosques, normalmente no cuentan con arreglos institucionales capaces de resolver problemas comunes. Para ejecutar una acción colectiva para el manejo forestal con un grupo de parcelarios o a nivel multicomunal es imprescindible crear, desde el inicio, una organización social capaz de tomar decisiones y hacer cumplir los acuerdos. La viabilidad de estas instituciones colectivas del grupo que implementa el proyecto de manejo forestal comunitario, ya sea una comunidad formal o un grupo *ad hoc*, son claves para el éxito.

#### De la comunidad hacia afuera

Si la situación al interior de la comunidad parece ser compleja y cambiante, el nivel de complejidad e incertidumbre del contexto externo y las múltiples presiones sobre la comunidad y su posibilidad de manejar sus bosques es muchísimo mayor (Mehta *et al.* 2002). Para sobrevivir en este mundo globalizado, las comunidades tienen que adaptarse al heterogéneo y dinámico mundo en el que viven. Las instituciones flexibles son claves para la viabilidad del sistema de manejo comunitario que debe adaptarse a los ritmos caóticos de la vida económica y política fuera de la comunidad.

Hay muchos factores externos que inciden en los esfuerzos de manejo forestal comunitario. Entre

los de mayor importancia están los factores políticos; por ejemplo, las políticas gubernamentales para el desarrollo de la región donde se ubica la comunidad, para dar estabilidad a la tenencia de la tierra y de los recursos forestales de las comunidades y para la extracción y/o conservación de los recursos forestales. Si las políticas son favorables, el programa tiene mayor posibilidad de prosperar. Desgraciadamente, las políticas en torno al desarrollo rural y a las actividades extractivas no tienden a favorecer a las comunidades o grupos de productores rurales, sino más bien a individuos y empresas con mayores capitales.

En Latinoamérica es común el cambio continuo en el contexto político, lo que dificulta la planificación de inversiones y la respuesta a la demanda. A menudo, con el cambio de gobierno, se vienen cambios de personal hasta en las agencias forestales locales, y en la dirección de las políticas que guían el sector. Estos cambios a menudo producen confusión e incertidumbre en las acciones de manejo comunitario de los recursos forestales.


Por otro lado, muchos estudios han demostrado que la convivencia de las instituciones colectivas con la economía de mercado no es armoniosa (Smith y Wray 1996). El mercado crea múltiples presiones sobre la tierra, los recursos comunes y los propietarios. Sin lugar a dudas, cuando no hay acuerdos claros, derechos definidos ni mecanismos eficaces es difícil manejar la producción comercial familiar en una propiedad común frente a un mercado cambiante, que prefiere lo extranjero, lleno de monopolios, trampas y competencia, y que recompensa al individuo que rompe con la tradición.

Lo cierto es que las distintas formas de gestión y usufructo común de recursos en el Perú rural enfrentan problemas y desafíos muy difíciles. Los profetas del mercado libre argumentan que la propiedad colectiva,

al no poder venderse libremente, es un capital muerto; que sus dueños, a menudo pobres, nunca podrán capitalizarse si no pueden vender su tierra o sus recursos. Hay cierta lógica en estos argumentos; no obstante, ignoran la historia, la cultura y las ventajas sociales que los regímenes de responsabilidad común ofrecen para los recursos básicos. La creciente influencia de la economía de mercado ha creado nuevos intereses y una diferenciación social al interior del grupo de propietarios, la cual juega un rol importante

en el manejo de los bienes comunes. A menudo un par de familias, valiéndose de sus relaciones con funcionarios del estado, logran ejercer control sobre los recursos de más valor y dominan a los demás copropietarios u obstaculizan los procesos democráticos de toma de decisiones conjuntas.

Al principio de este artículo planteábamos que un programa o una iniciativa de acción forestal comunitaria es un proceso social atado a un contexto social, y que, por lo tanto, todos los aspectos sociales tienen

un impacto directo sobre su éxito o fracaso. La viabilidad de las instituciones creadas para cuidar el bosque y su capacidad de adaptarse a un contexto social dinámico favorecen la tarea de gestión comunitaria de los recursos forestales. Si la gran mayoría de los problemas que surgen en el camino de una acción de manejo forestal comunitaria son de origen social, es imprescindible reforzar el componente social de estos esfuerzos e iniciar el diálogo entre lo social y lo técnico-forestal. 

### Literatura citada

- Agrawal, A. 1997. Community in conservation: beyond enchantment and disenchantment. Gainesville, FL; Conservation & Development Forum (CDF) (Discussion Paper).
- Alcorn, JB. 1996. Forest use and ownership patterns, issues, and recommendations. In Schelhas, J; Greenberg, R. eds. Forest patches in tropical landscapes. Washington/Covelo, Island Press. p. 233-257.
- Amaral, P. ed. 1998. Seminario Manejo Comunitario na Amazonia. Relatório (20-25 abril, 1998, Porto Dias, Acre). WWF/SUNY/CTA. s.p.
- Benavides, M; Smith, RC. 2000. El bien común y la gestión sostenible de la biodiversidad amazónica: la geomática aplicada a los territorios indígenas. In Hurtado, I; Trivelli, C; Brack, A. eds. Perú: el problema agrario en debate. Lima, SEPIA, IRD, ITDG. p. 545-577.
- Berkes, F; Feeny, D; McCay, BJ; Acheson, JM. 1989. The benefits of the commons. Nature 340: 91-93.
- Cirancy-Wantrup, S; Bishop, R. 1975. 'Common property' as a concept in natural resources policy. Natural Resources Journal 15: 713-727.
- Coomes, O; Barham, B. 1999. La extracción forestal y conservación del bosque húmedo en la Amazonía. In Hiraoka M; Kahn, F. eds. Desarrollo sostenible en la Amazonía: Mito o realidad. Lima, Instituto Francés de Estudios Andinos. p. 1-19.
- Gibson, CC; McKean, MA; Ostrom, E. 2000. People and forests: Communities, institutions, and governance. Cambridge, MA, The MIT Press.
- Gram, S; Klint, K; Helles, F. 1994. Forestry among indigenous people in 'natural rain forests: A case study from Peru. Copenhagen, Centre for Alternative Social Analysis.
- Hardin, G. 1998. Extensions of the tragedy of the commons. Science 280 (5364): 682.
- Li, TM. 1996. Images of community: Discourse and strategy in poverty relations. Development and Change 27(3): 501-528.
- Mehta, L; Leach, M; Newell, P; Scoones, I; Kalyanakrishnan, S; Way, SA. 2002. Explorando conocimientos sobre instituciones e incertidumbre: nuevas direcciones en el manejo de recursos naturales. In Smith, RC; Pinedo, D. eds. El cuidado de los bienes comunes: Gobierno y manejo de los lagos y bosques en la Amazonía. Lima, Instituto del Bien Común / Instituto de Estudios Peruanos. p. 100-154.
- Ostrom, E. 2002. Reformulando los bienes comunes. In Smith, RC; Pinedo, D. eds. El cuidado de los bienes comunes: Gobierno y manejo de los lagos y bosques en la Amazonía. Lima, Instituto del Bien Común / Instituto de Estudios Peruanos. p. 49-77.
- Programa Especial Titulación de Tierras y Catastro Rural. (PETT). 2000. Directorio de comunidades nativas del Perú 1999. Lima, Dirección de Comunidades Campesinas y Nativas.
- Pinedo-Vásquez, M; Zarin, D; Peter, J. 1992. Community forests and lake reserves in the Peruvian Amazon: A local alternative for sustainable use of tropical forests. In Nepstad, D; Schwartzman, S. eds. Non-Timber products from tropical forests. Advances in Economic Botany 9: 79-86.
- Pinedo, D; Summers, PM; Smith, RC; Almeyda, A. 2002. Manejo comunitario de recursos naturales como un proceso no lineal: un estudio de caso de la llanura de inundación de la amazonía peruana. In Smith, RC; Pinedo, D. eds. El Cuidado de los bienes comunes: Gobierno y manejo de los lagos y bosques en la Amazonía. Lima, Instituto del Bien Común / Instituto de Estudios Peruanos. p. 185-225.
- Redford, R. 1955. The little community. Chicago, The University of Chicago Press.
- Richards, M. 1997. Common property resource institutions and forest management in Latin America. Development and Change no. 28:95-117.
- Schmink, M. 1997. Building a conceptual framework for gender issues in community-based conservation. Paper presented at the meeting of the Latin American Studies Association (April 1997, Guadalajara, MX).
- Scoones, I. 1999. New ecology and the social sciences: What prospects for a fruitful engagement? Annual Review of Anthropology no. 28: 479-507.
- Smith, RC. 2002. El don que hiere: reciprocidad y gestión de proyectos en la Amazonía indígena. In Smith, RC; Pinedo, D. eds. El Cuidado de los bienes comunes: Gobierno y manejo de los lagos y bosques en la Amazonía. Lima, Instituto del Bien Común / Instituto de Estudios Peruanos. p. 155-180.
- Smith, RC; Pinedo, D. eds. El Cuidado de los bienes comunes: Gobierno y manejo de los lagos y bosques en la Amazonía. Lima, Instituto del Bien Común / Instituto de Estudios Peruanos.
- Smith, RC; Wray, N. 1996. Amazonía, economía indígena y mercado: los desafíos del desarrollo autónomo. Quito, Oxfam América & COICA.
- Southgate, D. 1998. Tropical forest conservation: An economic assessment of the alternatives in Latin America. New York/Oxford, Oxford University Press.
- Tonnies, F. 1963. Community and society. Trans. by CP. Loomis. New York, Harper.

# Barreras legales y técnicas para la adopción del manejo forestal por comunidades en la Amazonia brasileña

**Paulo Barreto**

*Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia*  
pbarreto@amazon.org.br

Para facilitar la expansión del manejo forestal comunitario es necesario que se adopten medidas claves como eliminar la duplicidad en los procesos de aprobación de planes de manejo y licencia ambiental; acelerar los procesos de autorización del manejo; formalizar el derecho de uso y posesión de la tierra de las comunidades y de los pequeños productores; ofrecer asistencia técnica gratuita y crédito apropiado.



Foto: DRNA

## Resumen

El manejo forestal comunitario en la Amazonia brasileña viene recibiendo apoyo de varios actores, como gobiernos, donantes internacionales y organizaciones no gubernamentales. Sin embargo, la adopción del manejo comunitario ha sido lenta. En este artículo se analizan las principales barreras para el avance del manejo comunitario y las medidas que deberían tomarse para estimular el manejo forestal por parte de las comunidades. Primero, las comunidades no tienen los medios para cumplir con los requisitos complejos y costosos de la legislación forestal. Segundo, muchas comunidades no tienen acceso a la posesión de la tierra. Finalmente, las comunidades que aprovechan legalmente enfrentan una competencia desleal por parte de los explotadores ilegales. Para que las comunidades adopten el manejo legalmente será necesario: simplificar y racionalizar los procedimientos para la legalización de los planes de manejo; ofrecer asistencia técnica gratuita y crédito apropiado, y combatir la tala ilegal para que el manejo forestal sea competitivo.

**Palabras claves:** Manejo forestal; forestería social; planes de manejo; legislación; Amazonía; Brasil.

## Summary

**Legal and technical constrains for the adoption of community-based forest management in the brazilian Amazonia.** Legal and technical constrains for the adoption of community-based forest management in the brazilian Amazonia. Many institutions are supporting community forestry in the Brazilian Amazon, including government, international donors and non-governmental organizations. Nevertheless, the adoption of forest management has advanced slowly. This paper presents an analysis of the key barriers to the adoption of forest management by communities. First, communities lack resources to comply with complex and costly forestry legislation requirements. Second, many communities lack formal land title which is now a key requirement for applying for harvesting authorizations. Finally, communities that harvest legally (including all associated costs) face unfair competition from illegal loggers. To facilitate the adoption of forest management by communities it will be necessary to: simplify and rationalize the procedures for licensing forestry operations; provide technical assistance and appropriate credit for communities and to combat illegal logging.

**Keywords:** Forest management; social forestry; management plan; legislation; Amazonia; Brazil.

En la Amazonia brasileña hay cada vez más interés por el desarrollo del manejo comunitario. En el 2002, por ejemplo, a través del Programa de Apoyo al Manejo Forestal (ProManejo), el gobierno federal patrocinaba 14 proyectos de los cuales 50% eran de manejo comunitario o de pequeños propietarios (ProManejo 2002). El aporte de ProManejo totalizaba cerca de US\$4 millones y cerca de US\$4,2 millones como contrapartida de los proyectos. Sin embargo, a pesar de ese y otros apoyos, el avance del manejo comunitario en la región ha sido lento; en el 2001 representaba apenas 0,25% del volumen total de madera aprovechada según los planes registrados por el IBAMA (MMA 2002).

La poca producción obtenida mediante manejo comunitario se asocia con varios factores; entre ellos: la relativa complejidad técnica del manejo comparada con las actividades tradicionales de la comunidad, la falta de instrucción técnica, los altos costos de asistencia técnica privada y la falta de títulos de propiedad de las tierras (Buschbacher 1998, Armelim 2000, Macedo 2001). En este trabajo se analiza cómo algunos de los requisitos para la formalización y legalización del manejo forestal restringen su mayor implementación. Además, se discuten las medidas que deberían tomarse para estimular el manejo forestal por parte de las comunidades.

### Requisitos para la aprobación y formalización del manejo forestal

La formalización y legalización del manejo forestal exige que los pequeños productores y las asociaciones comunitarias llenen un gran número de requisitos técnicos y legales. Estos requisitos incluyen la identificación personal, el registro de las asociaciones, la comprobación de propiedad de la tierra, los contratos de venta de madera y el pago de impuestos. De estos, la comprobación de la propiedad de la tierra y la aprobación de los planes de manejo forestal han sido los más problemáticos para las comunidades (Buschbacher 1998, Armelim 2000, Macedo 2001).

## Comprobación de la propiedad de la tierra

Este es un prerrequisito para la aprobación de planes de manejo por el IBAMA, el ente responsable de la administración de los recursos naturales renovables en Brasil. La falta de claridad sobre la tenencia de la tierra en la Amazonia dificulta el cumplimiento de esa exigencia; apenas 24% de las tierras son privadas y cerca de dos tercios de las áreas no protegidas son tierras públicas o en disputa<sup>1</sup>. Esto significa que gran parte de las comunidades y pequeños productores no tienen documentos definitivos de propiedad, o sólo tienen documentos informales de propiedad o derecho de uso.

La fuerte presión social para beneficiar a las comunidades<sup>2</sup> hizo que en el 2002, el Ministerio de Medio Ambiente promulgara una normativa basada en documentos no definitivos sobre derecho de uso y propiedad de la tierra; dicha normativa posibilitaba la aprobación de planes de manejo bajo responsabilidad comunal. Sin embargo, esa simplificación no resolvió el problema, pues algunos funcionarios del IBAMA no estaban de acuerdo con ella por dos motivos principales: 1) el instrumento estaba supeditado a la Constitución Federal<sup>3</sup> y a las leyes que controlan la tenencia de la tierra; 2) extractores oportunistas (empresas madereras, exploradores autónomos) estaban usando documentos informales de propiedad de la tierra para legalizar la explotación de madera en tierras públicas. El uso de documentos fraudulentos de posesión de la tierra llevó al Ministerio Público a exigir en el 2001, que el IBAMA en Pará

aprobase solamente los planes de manejo que anexaran un certificado de validez de los documentos de posesión de la tierra, extendido por el órgano regulador.

La legalización de tierras es uno de los procesos más complejos y lentos en la Amazonia. La obtención de documentos definitivos frecuentemente pasa por la resolución de conflictos legales y políticos que pueden durar varios años. Evidentemente, las comunidades pobres tienen poca capacidad para enfrentar esos procesos, si no reciben ayuda financiera y legal.

La legalización de tierras es uno de los procesos más complejos y lentos en la Amazonia. La obtención de documentos definitivos frecuentemente pasa por la resolución de conflictos legales y políticos que pueden durar varios años. Evidentemente, las comunidades pobres tienen poca capacidad para enfrentar esos procesos, si no reciben ayuda financiera y legal. Por otra parte, los órganos responsables se preocupan más por los intereses de las empresas o de grandes empresarios que por las comunidades nativas. Por ejemplo, en Pará, varias comunidades indígenas de la región de Porto de Moz han propuesto la

creación de dos reservas extractivistas de cerca de 1,6 millones de hectáreas (Greenpeace 2003). El gobierno estatal, órgano que detenta la posesión formal de las tierras, con el apoyo de empresarios madereros, se ha resistido a la creación de las reservas (Greenpeace 2003) y ha creado mecanismos legales que le permiten asignar tierras a las empresas madereras (O Liberal 2003). Con este escenario, una regularización de la tenencia de la tierra que beneficie a las comunidades dependerá de articulaciones políticas amplias y poderosas, y no solamente de proyectos piloto puntuales.

## Requerimientos técnicos y procesales para la aprobación de los planes de manejo<sup>4</sup>

El gobierno brasileño controla la utilización de las tierras forestales a través de un sistema que incluye la emisión de autorizaciones y licencias para el aprovechamiento y manejo forestal. La licencia ambiental y la autorización son mecanismos similares pero no idénticos. La licencia ambiental es un instrumento de la Política Nacional de Medio Ambiente<sup>5</sup>, y se exige a cualquier actividad real o potencialmente contaminadora o degradante del medio ambiente. Las licencias las otorgan los órganos estatales de medio ambiente (Oemas).

Las autorizaciones para el manejo y aprovechamiento son parte del Código Forestal Brasileño de 1965 y normas forestales subsecuentes. Originalmente, el proceso de autorización se concentraba en la protección de la cobertura vegetal y en el control del volumen explotado. Este control busca la conservación de los recursos forestales y se usa también

<sup>1</sup> Cerca del 29% corresponden a Unidades de Conservación.

<sup>2</sup> Entre 1999 y 2001, representantes de comunidades, investigadores, donantes y representantes de gobiernos y ONG realizaron tres encuentros para definir un mecanismo como permitir la legalización del manejo en tierras comunitarias. Ver detalles en Buschbacher 1998, Armelím 2000, Macedo 2001.

<sup>3</sup> El artículo 1888 de la Constitución Federal veda la concesión de tierras de dominio público por encima de 2500 hectáreas, a menos que la concesión sea aprobada o alienada por el Congreso Nacional.

<sup>4</sup> Esta sección se basa en datos de ProManejo que serán usados en la publicación: Barreto, P; Hirakuri, S. Sugestões para o controle do uso do solo na Amazônia. Ministerio de Medio Ambiente. Reporte Técnico. PPG7/ProManejo. Manaus, Amazonas.

<sup>5</sup> Ley Federal 6938 de 1981.

para la contabilidad y cobro del repoblamiento forestal -la obligación de los extractores de madera de origen no sustentable (esto es, desmonte y explotación sin manejo forestal) de reponer el volumen explotado- mediante reforestación, por ejemplo.

Sin embargo, al aumentar la preocupación por los impactos ambientales y sociales de la explotación forestal, el proceso de autorización busca incorporar criterios más amplios, como seguridad del trabajo y disposición de residuos contaminantes y sólidos. En la mayoría de los estados de la Amazonia, la autorización de la explotación maderera es atribución exclusiva del IBAMA<sup>6</sup>. No obstante, entre órganos federales y estatales se da una superposición de requerimientos y procesos para obtener la licencia ambiental o la autorización de explotación.

La autorización para explotación es exigida en cualquier escala y tipo de explotación forestal (aprovechamiento o manejo). Con todo, el aprovechamiento en áreas de menos de 3 ha puede ser autorizado sin necesidad de licencia

ambiental. Para la concesión de la licencia ambiental y la autorización de explotación se exigen cuatro requisitos: 1) un ingeniero forestal o agrónomo (regente) debe ser responsable del proyecto; 2) deben respetarse las áreas de Preservación Permanente y Reserva Legal; 3) el solicitante debe demostrar la propiedad o posesión de la tierra; 4) el solicitante debe comprometerse a registrar la Reserva Legal en la Oficina de Registro Público.

Los requerimientos para la autorización del aprovechamiento y el manejo varían con el tipo de uso, tamaño y tipo de propiedad y escala de la operación.

#### Autorización de los planes de manejo forestal

Las presiones para simplificar los planes de manejo, especialmente por parte de empresas y movimientos ligados a las comunidades, llevaron a la creación de varias categorías de manejo. A partir de marzo del 2002, la normativa del Ministerio de Medio Ambiente establece que la explotación de madera puede ser autorizada mediante tres tipos de planes (Cuadro 1):

- Manejo en escala empresarial.- Se debe cumplir con un número mayor de requisitos; el proyecto técnico debe ser completo y contener mapas digitales de cobertura del suelo; se deben presentar documentos adicionales, como el comprobante de pago del impuesto territorial rural y la declaración de que no hay superposición con tierras indígenas.
- Manejo en pequeña escala.- Solo puede ser usado para áreas de explotación de hasta 500 ha anuales y es relativamente simple; exige los mismos requerimientos técnicos, pero no los mapas digitales.
- Manejo en pequeña escala artesanal.- Explotación de baja intensidad (máximo 10 m<sup>3</sup>/ha), con métodos artesanales de extracción (tracción animal, aprovechamiento manual o semi-mecanizado); la operación puede legalizarse por medio de proyectos de pequeña escala artesanal.

Para cualquiera de los tres tipos de operaciones, son obligatorias las inspecciones previas y de acompañamiento, así como los reportes de ejecución del proyecto.

**Cuadro 1.**  
Principales requerimientos para la autorización del manejo forestal

Requerimientos	Aprovechamiento en pequeñas propiedades agrícolas familiares	Planes de manejo forestal		
		Empresarial	Pequeña escala	Pequeña escala artesanal
Proyecto técnico	Simple	Completo	Simple	Simple
Volumen máximo a explotar	20 m <sup>3</sup> /ha en ausencia de inventario	Según censo comercial	Según censo comercial	10 m <sup>3</sup> /ha
Área máxima a explotar	Hasta 20% del área total de bosque	Según demanda y ciclo de corta	500 ha/año	500 ha/año
Inspección previa	X	X	X	X
Informe de ejecución anual		X	X	X
Inspección de acompañamiento		X	X	X

<sup>6</sup> La Secretaría de Medio Ambiente de Amazonas autoriza la explotación de madera en una región piloto del estado a partir de un acuerdo con el IBAMA firmado en el 2003 (Virgilio Viana, Secretario de Medio Ambiente de Amazonas. Comunicación personal).



Dificultades para satisfacer los requisitos de los planes de manejo

Las comunidades han enfrentado varios problemas para satisfacer los requisitos técnicos y obtener la aprobación de los planes de manejo. Entre estos problemas están:

■ **Costos financieros altos** debido, principalmente, a largas distancias entre las comunidades y las oficinas de los órganos públicos, así como la necesidad de contratar profesionales especializados, generalmente de fuera de la región. En Pará, un estado de cerca de 1,2 millones de kilómetros cuadrados, hay solamente cuatro gerencias ejecutivas del IBAMA donde se solicita la aprobación de los planes de manejo.

■ **Costos de transacción altos** debido a la demora de los órganos públicos en aprobar los planes por deficiencias como falta de recursos para inspecciones técnicas y huelgas.

Por otro lado, conseguir la autorización de operaciones de tala para agricultura familiar (propiedades de hasta 120 ha) es más simple que el proceso de autorización de manejo (Cuadro 1). Por ejemplo, la autorización para la tala requiere, simplemente, completar un documento declaratorio; no se necesitan informes de ejecución anual ni inspecciones de acompañamiento, que sí requiere el manejo forestal. Además, la autorización de tala para agricultura familiar autoriza la extracción de hasta 20 m<sup>3</sup>/ha sin necesidad de inventario; el plan de manejo a escala artesanal autoriza 10 m<sup>3</sup>/ha.

### Medidas para facilitar la expansión del manejo forestal comunitario

Para lograr la expansión del manejo forestal comunitario será necesario adoptar tres medidas principales: reducir la burocracia; apoyar la orga-

nización de las poblaciones rurales, especialmente las más pobres y combatir la informalidad predatoria.

Las comunidades pobres podrán alcanzar un cierto nivel de organización con el apoyo directo de políticas públicas. Algunos aspectos claves son la regularización de la tenencia de la tierra, asistencia técnica y financiamiento compatible para el manejo.

Reducir la burocracia

■ **Realizar inspecciones demostrativas.** - Las inspecciones de campo en las propiedades con manejo comunitario deben ser demostrativas muestrales, lo que permitiría acelerar el proceso de aprobación de los permisos de manejo y economizar recursos que podrían invertirse en la fiscalización de propiedades que no cuentan con régimen de manejo. Los avances tecnológicos y legales también favorecen la inspección demostrativa; entre ellos, el georreferenciamiento para aumentar la precisión y confiabilidad de los análisis de cobertura vegetal, y la inclusión en la Ley Brasileña de Crímenes Ambientales de formas de castigo a los crímenes por omisión e intencionales, cometidos por los técnicos responsables de los proyectos aprobados. Una mayor confiabilidad en la actuación de los técnicos regentes permitiría que los planes de manejo fuesen aprobados con base en propuestas que ellos mismos presenten. Para que el sistema funcione, la agencia ambiental debe acreditar a los profesionales idóneos y castigar efectivamente a los defraudadores.

■ **Eliminar la duplicidad y complejidad de procesos.** - Para eliminar la duplicidad de funciones es necesario diferenciar entre funciones federales y estatales. Por ejemplo, los estados podrían ser los responsables de otorgar los permisos de manejo, y el órgano federal sería responsable de la fiscalización (Barreto y Souza 2001 detalla una propuesta hecha al IBAMA). Además, es posible simplificar los procesos si mejora la confiabilidad en los técnicos regentes que elaboran los proyectos.

Apoyar la organización de las poblaciones rurales, especialmente las más pobres

Las comunidades pobres podrán alcanzar un cierto nivel de organización con el apoyo directo de políticas públicas. A continuación se destacan algunos aspectos claves.

■ **Regularización de la tenencia de la tierra.** - Este aspecto es esencial para mejorar el acceso de los pequeños propietarios y comunidades al manejo forestal. La regularización puede tener otros efectos importantes, como la reducción de conflictos de tenencia y la posibilidad de acceder al crédito. El gobierno federal prepara una política de gestión de los bosques públicos, la cual prevé la concesión de uso del bosque al sector privado y comunidades, así como la regularización de la tenencia de la tierra antes de otorgar un terreno en concesión. El gobierno federal también trabaja en una política de asentamientos forestales que busca ceder tierras a trabajadores rurales con experiencia forestal (MMA 2003). Estas iniciativas pueden ser una gran oportunidad para garantizar derechos de uso legal a las comunidades y familias forestales de la región.

■ **Asistencia técnica.** - Es imprescindible que el uso forestal siga procedimientos mínimos que garan-

ticen la seguridad del trabajo y la calidad y sostenibilidad ecológica y ambiental. Sin embargo, es poco probable que las comunidades pobres puedan enfrentar tales procedimientos sin apoyo externo. Por lo tanto, para promover el manejo comunitario será necesario contar con apoyo financiero, capacitación y asistencia técnica gratuitas. El gobierno federal reconoce esa necesidad, por lo que ha creado el Centro Nacional de Apoyo al Manejo Forestal que tiene como una de las funciones, ofrecer entrenamiento en labores forestales a las comunidades.

■ **Financiamiento compatible para el manejo.** - Es necesario que haya crédito apropiado para que las comunidades puedan financiar las actividades de planeamiento e implementación inicial del manejo (por ejemplo, corta de lianas y apertura de caminos), las cuales ocurren hasta dos años antes de la explotación. Recientemente, el 'Banco da Amazônia', el banco federal para el desarrollo de la región, abrió una línea de crédito para atender esa demanda. Un aspecto importante del programa es la posibilidad de usar el bosque mismo como garantía del crédito. Además, para que el crédito sea aprobado, se debe contar con asistencia técnica y título formal de posesión o derecho de uso del bosque.

### Combatir la explotación predatoria

Las comunidades que adopten el manejo y llenen todos los requisitos legales solo podrán competir si se detiene la explotación ilegal. Para eso, es necesario adoptar varias medidas que aumenten la transparencia del proceso de control y castiguen a los infractores. En los últimos años –principalmente a partir de 1998- el IBAMA ha avanzado en el control; así, ha procedido a suspender o cancelar los planes de manejo

Las comunidades que adopten el manejo y llenen todos los requisitos legales solo podrán competir si se detiene la explotación ilegal. Para eso, es necesario adoptar varias medidas que aumenten la transparencia del proceso de control y castiguen a los infractores.

forestal que no cumplan con las inspecciones realizadas. El número de proyectos aptos pasó de aproximadamente 2806 planes de manejo en 1998 a menos de 400 en el 2000 y cerca de 500 en el 2001. No obstante, la constatación del gran número de proyectos inadecuados no resultó en la penalización a los técnicos que incumplieron con los planes de manejo aprobados. Para aumentar a transparencia del control público es necesario que haya auditorías independientes por parte de las agencias ambientales (estatales y federales).

### Conclusión

El gobierno y varias instituciones vienen promoviendo el manejo forestal comunitario en la Amazonia brasileña. Sin embargo, los pequeños productores y comunidades siguen enfrentado fuertes barreras legales y burocráticas para optar formalmente por el manejo. Para facilitar la expansión del manejo forestal comunitario es necesario que se adopten medidas claves, como: eliminar la duplicidad en los procesos de aprobación de planes de manejo y licencia ambiental; usar inspecciones demostrativas muestrales para acelerar los procesos de autorización del manejo; formalizar el derecho de uso y posesión de la tierra de las comunidades y de los pequeños productores; ofrecer asistencia técnica gratuita y crédito apropiado (que reconozca el bosque como garantía). Paralelamente, para que el manejo forestal sea competitivo, es requisito ineludible combatir la explotación ilegal. El gobierno federal y algunos gobiernos estatales, como el de Amazonas, han lanzado iniciativas que incorporan parte de esas medidas para apoyar el manejo comunitario. Si no ocurriesen fallas ni retrasos en el proceso de implementación, el manejo forestal comunitario podrá crecer en los próximos años. 🌱

### Literatura citada

- Armélím, MJC. 2000. Manejo florestal comunitário. Relatório da II Oficina de manejo florestal comunitário em Marabá (27 setembro a 1 outubro, 1999). São Paulo, SP. Amigos de la Tierra – Programa Amazônia e Programa Natureza y Sociedad – SUNY/WWF.
- Barreto, P; Souza Jr., C. 2001. Controle do desmatamento e da exploração de madeira na Amazônia: diagnóstico e sugestões. Belém, PA, Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro de Recursos Naturais Renováveis. PPG7/ProManejo. Relatório Técnico do Componente III. Belém, PA.
- Buschbacher, R. (Coord). 1998. Manejo florestal comunitário na Amazônia. Relatório da I Oficina de manejo florestal comunitário com doze iniciativas na Amazônia Brasileira. WWF Brasil, Vol 2.
- Greenpeace. 2003. Estado de conflito: uma investigação sobre grileiro, madeireiros e fronteiras sem lei no Estado do Pará, na Amazônia. São Paulo, SP, Brasil. Greenpeace.
- Macedo, DS. 2001. Manejo florestal comunitário. Relatório da III Oficina de manejo florestal comunitário em Rio Branco, Acre (17-21 julho, 2000). Manaus – AM, Brasil. Projeto de Apoio ao Manejo Florestal Sustentável na Amazônia.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2002. Manejo florestal – Amazônia 2002. Brasília DF, Brasil.
- \_\_\_\_\_. (MMA). 2003. Programa Nacional de Florestas. Brasília DF, Brasil.
- O Liberal. 2003. Cessão de área pública esbarra na lei. Atualidades, Belém, PA. Brasil, ago/24:9.
- ProManejo. 2002. Ações de extensão e fomento florestal para promoção do manejo e conservação da floresta amazônica. Manaus, Amazonas.

# Uso múltiple del bosque y de los productos forestales no maderables como estrategia para valorizar y conservar los bosques

**Patricia Shanley**

*The Center for International Forestry Research (CIFOR)*

*P.Shanley@cgiar.org*

**Carmen García-Fernández**

*CIFOR Regional Office, Embrapa Amazônia Oriental*

*C.Garcia@cgiar.org*

El manejo diversificado de los recursos naturales representa una estrategia viable para fortalecer las iniciativas de manejo comunitario. Además, permite obtener beneficios múltiples a partir de diversos recursos, optimizar el uso de la base de los recursos, estabilizar las economías locales, disminuir la presión de extracción en los recursos individuales e incluir el valor local de la biodiversidad.



Fotos: Geoffrey Venegas

## Resumen

Aunque el manejo diversificado de los recursos naturales está aun en su infancia, sí representa una estrategia viable para fortalecer las iniciativas de manejo comunitario, ya que permite obtener beneficios múltiples a partir de diversos recursos, optimizar el uso de la base de recursos, estabilizar las economías locales, disminuir la presión de extracción sobre recursos individuales, e incluir el valor local de la biodiversidad. El manejo diversificado de los productos forestales no maderables es una estrategia que permite a las comunidades disminuir los riesgos a partir de la diversificación de su base productiva, a la vez, proteger las especies críticas para las necesidades nutricionales y de salud de las poblaciones.

**Palabras claves:** Bosque natural; productos forestales no maderables; manejo forestal; forestería social; uso múltiple del bosque; protección forestal; Amazonia, Brasil.

## Summary

**Diversified use of forest and of non-wooden forest products as a strategy to preserve forests and increase their value.** Although diversified management of natural resources is in its infancy, it represents a viable strategy to strengthen community forest management initiatives through the optimization of multiple benefits from forests. Through recognition of the local value of biodiversity and non-timber forest products, communities can develop management strategies to enhance the growth of promising species while promoting stable, local economies. Integrated management of forest resources lowers community risks while diversifying the base of production and protecting species which are critical to the health and nutrition of local populations.

**Keywords:** Natural forests; non timber forest products; forest management; social forestry; multiple use forestry; forest protection; Amazonia; Brazil.

En las últimas décadas ha habido un incremento notable en el número de comunidades rurales que han obtenido el derecho legal a la explotación comercial de los ecosistemas forestales (White y Martín 2002). Esto se ha visto como una estrategia para promover simultáneamente la conservación de los ecosistemas y el desarrollo de las poblaciones que dependen de estos recursos. En este contexto, el término ‘manejo forestal comunitario’ (MFC) se ha venido usando para definir las iniciativas mediante las cuales un creciente número de comunidades ganan acceso legal al manejo y uso de sus bosques. Por lo general, estas iniciativas cuentan con asistencia externa (donantes, ONG y técnicos forestales, entre otros) y se centran en la extracción comercial de madera.

Sin embargo, lo que estas cifras no reflejan es la larga historia de uso y gestión de los bosques por

parte de las comunidades rurales alrededor del mundo, donde los bosques tropicales no son la excepción (Pinedo-Vásquez y Padoch 1996; Gómez-Pompa y Kaus 1992, 1999). Tampoco reflejan los usos diferenciados que los distintos grupos dentro de la comunidad hacen de los recursos naturales, ni el papel de dichos recursos en la economía de subsistencia de estas poblaciones. En general, el término MFC no engloba a la gran mayoría de comunidades que viven en los bosques, ni representa adecuadamente la forma integral en las que las comunidades vienen utilizando los recursos naturales. Por todo ello, se hace necesario reevaluar el modelo existente, a fin de que la palabra “comunitario” represente no sólo a un grupo de productores sino a toda la comunidad, y el que “manejo forestal” incluya no sólo la madera o los productos no maderables sino el manejo diversificado del bosque.

Los incentivos fiscales han jugado un papel determinante en mantener una visión convencional del manejo de los recursos naturales, promoviendo las actividades que generan beneficios económicos a corto plazo, como la ganadería o la extracción de madera. En Brasil, aproximadamente el 80% del crédito rural para la región amazónica entre los años 1989 y 2002 se destinó a las actividades agrícolas y pecuarias, y menos de 5% a las actividades forestales, entendidas exclusivamente como extracción de madera (datos del Banco de Amazonia). La mayor parte de los contratos beneficiaban a individuos con explotaciones de gran escala, dejando de lado a los grupos de pequeños productores.

En este artículo revisamos, dentro del contexto brasileño, el potencial de los productos forestales no maderables y el manejo diversificado para fortalecer el manejo forestal

comunitario. Además, examinamos el papel de las comunidades para ayudar a superar algunas de las barreras encontradas en el proceso.

### **Manejo diversificado: el papel de los productos forestales no maderables (PFNM)**

Los PFNM han desempeñado un importante papel histórico y económico en la configuración actual del mundo; de hecho, muchas rutas terrestres y marinas se abrieron y crecieron en torno a su comercialización. Además, los PFNM han sido y son una parte fundamental en la vida de las comunidades rurales y urbanas, ya que proporcionan alimentos, medicinas y materiales de construcción, entre otros. En los últimos años, se viene dando un interés creciente por parte de las comunidades, industrias y gobierno en la promoción de sistemas forestales de gestión diversificada que incluyan, además de la madera, otros productos y beneficios derivados de los bosques como herramienta para conservar estos ecosistemas. Al mismo tiempo, la diversificación del manejo se ha visto como una estrategia promisoría para acceder a nuevos mercados, incluyendo aquellos con interés en productos socialmente aceptables y ambientalmente responsables (Shanley *et al.* 2002). Brasil, con un gobierno pro-bosques, una legislación federal ambiental que apoya la gestión diversificada y un creciente acceso de las comunidades a los bosques, tiene una oportunidad histórica (Kainer *et al.* 2003). Pero, para que el nuevo paradigma del manejo diversificado se haga efectivo en la práctica, se requieren directrices rigurosas que integren el manejo de productos maderables y no maderables, y herramientas para los análisis de costos y beneficios. Para ello es necesario tener información científica y técnica que permita implementar y evaluar la viabilidad económica, ecológica y social de tales directrices.

El manejo sustentable de los bosques para la extracción de madera está relativamente bien estudiado; sin

embargo, hay muy poca información sobre la ecología y gestión de los PFNM, incluyendo aquellos con una larga historia de uso y comercialización. Faltan datos para determinar su distribución, densidad, fenología, rango de producción y vulnerabilidad a los cambios de uso del suelo que se están dando en la región. Es necesario prestar más atención a las especies para las que existe un conflicto entre el uso maderero y el no maderero, y determinar si la no extracción de estas especies pudiera generar mayores beneficios a mediano o largo plazo. La mayoría de las especies medicinales y frutales más importantes para la subsistencia de las poblaciones rurales y urbanas en Brasil se comercializan internacionalmente como madera. Entre 1970 y 1990, el número de especies madereras explotadas comercialmente creció de unas 20 a más de 100. De un tercio de estas especies se aprovechan también sus frutas y resinas, o se usan como medicinales (Martini *et al.* 1994). El comercio de frutas nativas, plantas medicinales y fibras está creciendo rápidamente tanto en la Amazonia como en el sur del país, lo que genera empleos para miles de pequeños productores e importantes beneficios económicos.

Además de la falta de información, el manejo de los PFNM presenta algunas dificultades adicionales a los ingenieros forestales y los investigadores, ya que estos productos por lo general ocurren en bajas densidades, tienen una distribución irregular y rangos de producción bajos e inconsistentes (Phillips 1993). La posibilidad de extrapolar resultados a partir de estudios de caso se ha visto limitada por problemas metodológicos que incluyen tanto los aspectos biométricos (Wong 2001), como las inconsistencias de las evaluaciones económicas y sociales (Sheil y Wunder 2002). Estos problemas constituyen una dificultad añadida a la hora de promover estrategias de manejo que incluyan productos maderables y no maderables.

La información ecológica y técnica que se requiere para poder evaluar si el manejo diversificado es factible o no e integrar los productos no maderables al mismo es todavía escasa, cuando no inexistente. Recoger esta información requiere tiempo y dinero. Es aquí donde las comunidades rurales pueden jugar un papel importante para reducir significativamente este proceso. Las prácticas de manejo y uso de los recursos forestales desarrolladas por las comunidades alrededor del mundo son una importante fuente de conocimiento sobre la ecología de muchas de las especies madereras y no madereras (Posey 1999). Para las especies no madereras en el trópico, que se caracterizan por sus bajas densidades y patrones de producción variables e inconsistentes, el conocimiento local puede servir como una orientación inicial para desarrollar los modelos de manejo sostenibles.

En secuencia lógica, el primer paso para cualquier equipo interesado en promover el manejo diversificado de los recursos forestales es identificar las especies de valor comercial que hay dentro del área de trabajo y cuáles de ellas juegan un papel fundamental en la subsistencia de las poblaciones locales. Los inventarios forestales exigen una gran inversión de tiempo y dinero y por lo general ignoran los bienes y servicios del bosque, pues rara vez incluyen otras especies que no sean las que tienen valor maderero. La participación de las comunidades puede ser determinante para definir qué especies son importantes para los diferentes grupos dentro de la comunidad y el uso que hacen de ellas; de este modo, se logra identificar las especies con conflictos de uso potencial.

El siguiente paso es definir los patrones de producción de las especies de PFNM identificadas como críticas. Esta información es imprescindible para calcular el volumen máximo que puede ser extraído de manera sostenible, así como los posibles beneficios económicos de la exploración comercial. Sin embargo,

los patrones de producción para la mayoría de los PFSM son inconsistentes y difíciles de obtener. Las comunidades que utilizan estos recursos pueden, en muchos casos, ayudar a establecer los rangos de producción y variabilidad estacional e interanual de estos productos.

En la actualidad existen varios ejemplos alrededor del mundo de cómo la colaboración entre comunidades e investigadores puede contribuir significativamente en la transición hacia un manejo forestal diversificado. En Brasil, una comunidad del estado de Pará buscó el apoyo del investigador André Dias del Instituto Floresta Tropical (IFT) para desarrollar un experimento que determinase los niveles de producción de semillas de *Carapa guianensis* (Dias 2001). El aceite extraído de esta semilla es uno de los productos medicinales con más mercado en la ciudad de Belém; en 2002 el volumen de ventas alcanzó 18.000 litros (Shanley y Luz 2003). El resultado de esta colaboración permitió calcular el volumen potencial de extracción sostenible y sopesar los costos y beneficios de la venta comercial del aceite, en vez de vender la madera. Hay otros casos en los que el conocimiento de las comunidades ha ayudado a establecer directrices de manejo sustentable para una determinada especie; por ejemplo, el uso extractivo del tubérculo medicinal uña del diablo (*Harpagophytum procumbens*) en Namibia (Lombard *et al.* en prensa), o el desarrollo de métodos de inventario y monitoreo de las poblaciones de ratán (*Calamus* spp.) con miras a la certificación de la especie en Kalimantan Este, Indonesia (Stockdale y Corbett 1999).

Aunque el manejo diversificado de los recursos naturales está aún en su infancia, sí representa una estrategia viable para fortalecer las iniciativas de manejo comunitario. Además, permite obtener beneficios múltiples a partir de diversos

recursos, optimizar el uso de la base de recursos, estabilizar las economías locales, disminuir la presión de extracción en los recursos individuales e incluir el valor local de la biodiversidad. En definitiva, el manejo diversificado de los recursos naturales es una estrategia que permite a las comunidades disminuir los riesgos a partir de la diversificación de su base productiva, a la vez que se protegen las especies críticas para el estatus nutricional y la salud de las poblaciones.

### Aspectos específicos del manejo de PFSM

Dependiendo de muchos factores como la densidad y estrategias de regeneración y polinización, las especies de PFSM pueden ser más o menos susceptibles a la extracción. Una forma de evaluar el impacto ecológico de la extracción en la propia especie es agrupar los PFSM en función de la parte que se apro-

vecha: exudados (resinas y látex), estructuras vegetativas (brotes, cortezas, raíces, hojas) y estructuras reproductivas (frutas y semillas) (Shanley *et al.* 2002). Para cada una de estas categorías, las comunidades rurales pueden ayudarnos a responder algunas preguntas clave para determinar la sostenibilidad en el manejo de estos productos. Preguntas relacionadas con la cantidad de producto que se extrae, la frecuencia y estacionalidad de extracción, la densidad de la especie explotada y técnicas empleadas, la edad o diámetro mínimo para iniciar la extracción, así como los patrones de extracción que comprometen el vigor de la especie manejada a largo plazo. Las evaluaciones sobre el vigor de las plantas forman parte del día a día de los productores rurales; sin embargo, el carácter informal de estas estimaciones ha contribuido a su invisibilidad para la comunidad científica forestal. 🌱

### Literatura citada

- Dias, A. da S. 2001. Consideraciones sociales y silviculturales para el manejo forestal diversificado en una comunidad ribereña en la "Floresta Nacional Tapajós", Amazonia Brasileña. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.
- Gómez-Pompa, A; Kaus, A. 1992. Taming the wilderness myth. *BioScience* 42(4): 271-279.
- Gómez-Pompa, A; Kaus, A. 1999. From pre-hispanic to future conservation alternatives: Lessons from Mexico. *Proc. Natl. Acad. Sci* 96: 5982-5986.
- Kainer, KA; Schmink, M; Leite, ACP; Fadell, MJ da S. 2003. Experiments in forest-based development in Amazonia. *Society and Natural Resources* 16: 869-886.
- Lombard, C; Cole, D; du Plessis, P. Certification of Devil's Claw (*Harpagophytum procumbens*) in Namibia. NTFP Certification Case Studies. Bogor, Indonesia, CIFOR. (En prensa).
- Martini, A; Rosa, N; Uhl, C. 1994. An attempt to predict which Amazonian tree species may be threatened by logging activities. *Environmental Conservation* 21(3): 152-162.
- Phillips, OLB. 1993. The potential for harvesting fruits in tropical rainforests: new data from Amazonia Peru. *Biodiversity and Conservation* 2: 18-38.
- Pinedo-Vásquez, M; Padoch, C. 1996. Managing forest remnants and forest gardens in Peru and Indonesia. In Schell, S; Greenberg, R. eds. *Forest patches in tropical landscapes*. Island Press.
- Posey, D. 1999. *The cultural and spiritual values of biodiversity*. London, UK. UNEP, Intermediate Technology Publications.
- Shanley, P; Luz, L. 2003. The impacts of forest degradation on medicinal plant use and implications for health care in Eastern Amazonia. *BioScience* 53 (6): 573-584.
- Shanley, P; Pierce, A; Laird, S; Guillen, A. eds. 2002. *Tapping the Green Market*. London, Earthscan. People and Plants Conservation Series.
- Sheil, D; Wunder, S. 2002. The value of tropical forest to local communities: complications, caveats and cautions. *Conservation Ecology* 6(2): 9.
- Stockdale, M; Corbett, J. 1999. Participatory monitoring of natural resources by communities (en línea) Netherlands. *Voices of the Forest*. ProFound. Disponible en [http://www.ntfp.org/voices/voices6/article6\\_3.html](http://www.ntfp.org/voices/voices6/article6_3.html)
- White, A; Martín, A. 2002. Who owns the world's forests? forest tenure and public forest in transition. Washington, D.C. Forest Trends.
- Wong, JLG; Thornber, K; Baker, N. 2001. Resource assessment of non wood forest products: Experience and biometric principles. Rome, FAO. (NWFP Series 13).

# Domesticación de cedro y caoba en la Península de Yucatán, México

## Experiencias en el mejoramiento del germoplasma forestal

**Keyvn Wightman**

*Investigadora colaboradora CATIE y Hardwood Tree Improvement and Regeneration Center, Purdue University  
kevynelizabeth@yahoo.com*

**Bartolo Rodríguez Santiago**

*Jefe del Campo Experimental de San Felipe Bacalar, INIFAP, Chetumal, Q. Roo, México  
inifapqr@prodigy.net.mx*

**Sheila Ward**

*Investigadora Programa Mahogany for the Future, Inc., San Juan, Puerto Rico*

**Jonathan Cornelius**

*Investigador CATIE  
Actualmente ICRAF, Perú  
j.Cornelius@cgiar.org*



Fotos: Keyvn Wightman

Una estrategia dual de mediano (ensayos de procedencias y progenies) y de corto plazo (conservación de áreas naturales y uso de árboles semilleros en poblados) que permita la conservación, selección y uso de las mejores fuentes de germoplasma mejora los esfuerzos en la reforestación y complementa otros avances en la silvicultura sostenible de las especies bajo diferentes sistemas de producción y manejo.

## Resumen

Aunque la demanda por maderas preciosas de caoba y cedro no se detiene, la disponibilidad en el bosque y en el mercado ha disminuido bastante. La producción de madera en plantaciones pudiera satisfacer la demanda si se lograra controlar el ataque del barrenador de brotes mediante métodos silviculturales y se usara semilla seleccionada. En la península de Yucatán, México, se implementó un programa de domesticación participativa para mejorar la calidad y el acceso al germoplasma. Las estrategias de mediano y corto plazo incluyeron el establecimiento de ensayos de progenies y procedencias, conservación de un área semillera natural y selección de árboles urbanos como semilleros. Después de cinco años, se encontraron diferencias significativas en cuanto a crecimiento y resistencia, lo que comprueba el potencial de ganancia genética y económica. El proceso de selección de árboles semilleros en un bosque de 400 ha fue sencillo y barato, aunque se requiere un gran número de árboles porque no todos reúnen los requisitos. El uso y comparación de semilla de árboles urbanos fue una herramienta muy educativa en el proceso de domesticación. Todos los esfuerzos refuerzan la importancia de tener una base genética amplia para programas de reforestación. Al igual que con otras especies forestales, hay pasos concretos que sirven para mejorar la calidad del germoplasma, y con ello los ingresos de quienes plantan árboles.

**Palabras claves:** Caoba; cedro; investigación participativa; reforestación; semilla mejorada; base genética, *Hypsipyla grandella*, *Chrysobothris yucatanensis*.

## Summary

**Domestication of spanish cedar and mahogany in the Yucatan Peninsula of Mexico. Experiences in forest tree germplasm improvement.** While the demand for big-leaf mahogany and Spanish cedar timber does not decline, the supply of these regionally important fine hardwood species has dwindled significantly. Plantations can help meet this demand, if the shoot borer is controlled through silvicultural techniques as well as selected seed sources. A participatory domestication program was implemented to improve germplasm quality and access in the Yucatan peninsula. Medium and short term strategies included the establishment of provenance/progeny trials, the conservation of a natural seed stand, and selection of urban seed trees. Five and two year data show significant differences between seed sources for growth and pest attack characteristics, indicating potential for genetic and economic gain. The process used for selection of seed trees in a 400 ha forest was simple and inexpensive, but also demonstrated that many trees may not be suitable for seed sources. The use and comparison of seed from urban trees is a useful educational tool in the domestication process. All of these efforts show the importance of a wide genetic base in reforestation programs. As with other timber species, specific steps can be taken to improve germplasm quality, and thus economic livelihood of people who plant trees.

**Keywords:** Mahogany; cedar; participatory research; reforestation; improved seed; genetic base; weed management; *Hypsipyla grandella*; *Chrysobothris yucatanensis*.



Las meliáceas cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) son nativas desde el sur de México hasta Bolivia, y están entre las especies maderables más importantes del trópico americano y del mundo en general. Desde hace centenares de años, el abastecimiento de la industria forestal tropical de México se ha basado en la extracción selectiva de estas dos especies en bosques naturales. Junto con la alta incidencia de factores de disturbio, como incendios y conversión de áreas naturales en áreas agrícolas y silvopastoriles, dicha explotación ha afectado severamente la cantidad y calidad de estas dos especies. Hace 50 años, las exportaciones mexicanas de cedro y caoba significaban el 50% de las maderas importadas por Estados Unidos de América; para el año 2000, la contribución a ese mercado había bajado al 1% (Robbins 2002). En Quintana Roo, hace tres décadas la producción forestal de las dos especies alcanzaba 40.000 m<sup>3</sup> r.t.a (rollo total árbol o madera en pie); actualmente, se ubica entre 9.000 y 10.000 m<sup>3</sup> r.t.a. *S. macrophylla* fue incluida el 15 de Nov. 2002 en el Apéndice II de CITES (CITES 2002); por tal razón, se considera que las plantaciones forestales de estas dos especies serán, en el futuro, la fuente principal de abastecimiento para la industria forestal en los neotrópicos (Patiño 1997).

En las áreas tropicales de México, se han establecido alrededor de 6.000 hectáreas de plantaciones forestales de cedro y caoba, de las cuales el 50% se localizan en la península de Yucatán (Patiño 2002). Esto se ha dado como medida urgente para recuperar el nivel de producción que la industria forestal tenía hace algunas décadas y disminuir la presión sobre las áreas naturales, así como debido a la falta de materia prima de estas especies. Se

espera que a partir del 2002, el área bajo plantaciones vaya en aumento gracias a los apoyos gubernamentales como PRODEFOR y FIDA. Para capitalizar estos esfuerzos, hay que mejorar la calidad de las plantas que se producen en viveros; no solo en cuanto a tamaño y vigor, sino también en cuanto a origen genético. Tradicionalmente se colectan semillas de caoba y cedro de unos pocos árboles cercanos a los viveros; tales árboles no son seleccionados por sus características superiores en forma o crecimiento, sino porque se carece de fuentes de semillas mejoradas, como sí existen para otros géneros como *Gmelina*, *Eucalyptus* o *Pinus*. Además, las prácticas de colecta se realizan sin herramientas adecuadas, lo que ocasiona daños físicos por desrame de las copas de los árboles y, en consecuencia, una gran reducción en la producción de semillas en los siguientes cinco años o más (Cámara y Snook 2001). El mejoramiento de la calidad genética del germoplasma forestal para programas de reforestación consiste en la conservación de árboles y áreas forestales para asegurar una base genética amplia y el establecimiento de ensayos genéticos que permitan seleccionar los mejores genotipos para la producción de semillas.

A pesar del gran potencial de las áreas tropicales para el establecimiento de plantaciones forestales de cedro y caoba, uno de los factores principales que limitan su desarrollo es el barrenador de brotes, *Hypsipyla grandella* Z., el cual ataca la yema terminal y/o los brotes jóvenes, lo que ocasiona la bifurcación y deformación de los tallos. De no manejar adecuadamente los rebrotes, en muchos casos el fuste no alcanza dimensiones comerciales. Debido al problema que *Hypsipyla* significa, no existen grandes plantaciones en plena producción en México ni en otras áreas de distribución natural de estas dos especies.

Sin embargo, a escala internacional hay consenso en cuanto a que el problema puede ser manejado con la aplicación de diversas técnicas de control, entre las cuales el mejoramiento genético, enfocado en una cierta resistencia o una resiliencia de la planta para recuperarse sin demasiada ramificación, podría tener un papel importante.

En el presente artículo presentamos los trabajos que se han realizado en el proceso de domesticación de cedro y caoba; es decir, la selección y manejo de las especies con el fin de mejorar los productos aprovechables. La domesticación es un proceso más amplio que el mejoramiento genético porque incluye, además, la caracterización intensiva de las especies, su manejo, regeneración y cultivo sostenible en diversos (agro)ecosistemas (Leakey y Newton 1994). La domesticación es un proceso continuo y retroactivo, en el que la participación de los seres humanos en todas las etapas permite asegurar que los árboles domesticados sean aptos para los usos buscados. Nuestro enfoque primordial fue el abastecimiento de germoplasma superior para los viveros forestales de la zona, con el fin de ofrecer árboles forestales con rápido crecimiento, buena forma y menor incidencia de plagas. El proyecto se realizó en el sur de la península de Yucatán, México, con la participación del Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF) (1997 - 1999) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (2000 - 2002), en colaboración con las comunidades y organizaciones de productores forestales y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Los avances fueron presentados en un taller en el Campo Experimental San Felipe Bacalar a finales del 2001 (Cortés 2001).

## Una estrategia dual

El proceso se inició con una estrategia dual de mediano plazo (ensayos de progenies) y de corto plazo (conservación de áreas naturales y uso de árboles semilleros en poblados). Si bien la estrategia de mediano plazo requiere de más trabajo e inversión, resultará en mayor ganancia genética. Estas estrategias de mejoramiento y conservación genética son parte de una estrategia nacional para mejorar y controlar el uso del germoplasma forestal en programas operativos de producción de plantas y establecimiento de plantaciones. En 1998, la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) creó la Red Mexicana de Germoplasma Forestal, que clasifica Unidades Productoras de Germoplasma Forestal según criterios internacionales (Hernández *et al.* 2000).

Según la Red, la clasificación más elevada son los ensayos genéticos considerados como **Fuente Élite – Huertos Semilleros comprobados genéticamente**, porque son “plantaciones de árboles previamente seleccionados, reproducidos por semillas o propágulos. Su principal característica es que se conoce el origen y procedencia de las fuentes parentales. Los árboles que los componen han sido sometidos a un proceso de selección intensiva mediante pruebas de progenies o ensayos clonales.” Las plantaciones son establecidas de manera artificial y fuera del bosque (*ex situ*) principalmente, y son aisladas o manejadas para evitar o reducir la polinización proveniente de fuentes externas.

En contraste, se da la identificación de un área natural (*in situ*) para la conservación de germoplasma. Estas son reservas de genes de distintas especies para aumentar la diversidad genética en programas de reforestación o para uso en futuros ensayos genéticos, y son bastante importantes para la conservación de

complejos del bosque en general. Sin embargo, no tienen tanto ‘valor genético’ pues no se conocen las fuentes parentales de los árboles; así, la selección de árboles como semilleros es fenotípica, o sea según la apariencia. La Red distingue entre áreas naturales sin o con manejo. Los **rodiles semilleros** son árboles en rodiles naturales o plantaciones que no han recibido ningún tratamiento para mejorar su calidad, pero presentan características deseables, como buena forma, libres de plagas y enfermedades y buenos productores de semillas. Los bosques (o plantaciones) que han recibido algún tipo de manejo se clasifican como **áreas semilleras** porque los árboles productores de semillas ya han recibido algún tratamiento para eliminar árboles de mala forma, enfermos, plagados y suprimidos; con ello, los árboles seleccionados tienen un mejor espacio de crecimiento. En esta categoría se ubica un área semillera de caoba establecida en 1987 por el INIFAP y la SEMARNAP en el Ejido Nuevo Becal, Campeche, con una superficie

de 219 ha, 166 árboles seleccionados de los 498 árboles inventariados y edades entre 30 y 35 años (Torres y Escamilla 1999, Patiño 2002). En el Campo Experimental San Felipe Bacalar se encuentra un área semillera de sac’chacá (*Dendropanax arboreus*), donde se eliminaron los árboles de la misma especie de mala forma y se dejó mayor espacio de crecimiento a los 35 árboles seleccionados distribuidos en un barbecho de 13 años (Rodríguez *et al.* 1994).

## Estrategia de mediano plazo: Ensayos de procedencias y progenies

Como parte de una extensa recolección de germoplasma en toda Centroamérica (Navarro y Hernández 1998), se colectaron semillas en poblaciones de cedro y caoba en varias partes de la península de Yucatán. La recolección se dividió en cinco procedencias, tomando como base las diferencias de temperatura, precipitación y meses de sequía (Fig. 1). Las semillas de caoba se colectaron en febrero de 1997 y



Figura 1. Localización de los sitios de plantación y área semillera en la Península de Yucatán

**Cuadro 1.**  
Familias y progenies en ensayos genéticos de caoba y cedro en la península de Yucatán

Especie	Sitio del ensayo	Número de familias (5 procedencias)	Número de progenies por árbol madre	Total de árboles sembrados	
Caoba	INIFAP San Felipe Bacalar	56	25	1400	
	Rancho Grande	47	20	940	
	Zoh Laguna	53	20	1060	
				<b>3400</b>	<b>subtotal</b>
Cedro	INIFAP San Felipe Bacalar	132	25	3300	
	Noh-Bec Caseta	96	12	1083	
	Noh-Bec Naranjal	85	8	680	
	20 de Noviembre	114	8	912	
	Zoh Laguna*	122	12	1464	
			<b>7439</b>	<b>subtotal</b>	
Cedro internacional**	INIFAP San Felipe Bacalar	100	15	<b>1500</b>	<b>subtotal</b>
				<b>12.339</b>	<b>Total</b>

\* Se perdió todo el ensayo debido a un ataque del barrenador del tronco *Chrysobothris yucatanensis*.

\*\* Semilla colectada en México y cuatro países de Centroamérica.

las de cedro en marzo de 1999. La semilla de caoba proviene principalmente de árboles dentro de los bosques, incluyendo el área semillera de Nuevo Becal, Campeche. En el caso del cedro, debido a su escasez y sobreexplotación, se encontraron muy pocos árboles en bosques; la mayor parte de la semilla colectada proviene de árboles en solares y poblados.

Con base en estas colecciones, entre 1997 y 1999 se establecieron un total de nueve ensayos de progenies-procedencias (Cuadro 1). Junto con los ensayos establecidos en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, estos representan las colecciones de germoplasma más grandes en Mesoamérica. Los ensayos en el Campo Experimental San Felipe Bacalar tuvieron como objetivo principal la conservación de todos los genotipos colectados, por lo cual contaron con más familias (una familia es la semilla de un solo árbol), incluyendo material de Centroamérica, en un diseño (véase más adelante) que permite la retención después de los raleos de indivi-

duos de todas las familias. Los ensayos en terrenos ejidales y particulares tuvieron como objetivo principal la producción de semilla mejorada para suministrar a los viveros en cada zona, y por eso fueron establecidas cerca de viveros comunitarios. Es posible que en futuros raleos se eliminen algunas familias y procedencias inferiores.

Los métodos de producción de plantas en vivero fueron los mismos; no obstante, los métodos para establecer y mantener las parcelas fueron diferentes en cada sitio. En el sitio del INIFAP donde se estableció la caoba, el área se limpió con maquinaria pesada; en las comunidades, los sitios eran principalmente *acahuales* (vegetación secundaria que crece después del cultivo de una milpa) de ocho años o menos. Antes de plantar, los terrenos se desmontaron, se quemaron parcialmente y la basura se juntó entre las filas de árboles sembrados. En todos los ensayos, los árboles fueron sembrados a una distancia de 3 x 3 m. Para ambas especies,

se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con cinco repeticiones y cuatro árboles por parcela (20 plántulas por árbol madre en total por sitio). En el sitio INIFAP-Bacalar, se utilizó el mismo diseño pero con agrupación de las procedencias dentro de los bloques y las progenies distribuidas en líneas de cinco árboles para un total de 25 plántulas por familia.

En Bacalar se limpiaron las parcelas con mayor frecuencia durante los primeros dos años debido a la fuerte competencia. En los ensayos comunitarios, se limpió tres veces al año durante los primeros dos años, y una vez al año en los siguientes. Se mantuvo la vegetación natural entre las filas de árboles sembrados, tratando de que no sobrepasara la altura de los árboles de los ensayos (Fig. 2). El dejar filas de árboles o barreras naturales ofrece varias ventajas:

- Aumenta la biodiversidad faunística (p.ej. depredadores naturales) y florística (p.ej. orquídeas, otras especies maderables).



**Figura 2.** Caoba de 5 años en un ensayo comunitario donde se dejó crecer la vegetación que provee sombra y otros beneficios ecológicos



**Figura 3.** Ataque del barrenador del tronco del cedro. El ataque del gusano con frecuencia es letal, pero también son frecuentes las infecciones secundarias por hongos

- Contribuyen a la restauración de los suelos y otros procesos ecológicos, los cuales pueden verse interrumpidos por la limpia total del sitio.
- La sombra lateral y/o la presencia de barreras físicas tiende a bajar la incidencia de ataque de *Hypsipyla grandella* y dirigir el crecimiento de los árboles hacia arriba (Cornelius *et al.* in prep.).

Los agroquímicos fueron usados solo una vez en dos parcelas diferentes. Se utilizó el insecticida sistémico 'Furadán' para prevenir y controlar el ataque de *Chrysobothris yucatanensis*, una plaga letal del cedro que ataca el cuello de las plantas (Fig. 3). También se usó en uno de los

ensayos de caoba; sin embargo, la idea principal era no controlar el barrenador ya que uno de los objetivos de los ensayos fue conocer la incidencia de plagas y como responden los diferentes genotipos. Además se utilizó abono foliar poco después de la siembra y fertilizante granular anualmente hasta los tres años. Todas las parcelas se podaron una vez al año hasta una altura de casi 5 m. Todos los ensayos se utilizaron en demostraciones técnicas y educativas a grupos de productores organizados, investigadores, técnicos, estudiantes, funcionarios y público en general.

Anualmente, se tomaron datos de altura, diámetro, presencia o no del barrenador en el año anterior y

cantidad de ramas o rebrotes. Para caoba, los resultados indican que, las procedencias ensayadas no presentan diferencias genéticas fuertes en los rasgos estudiados. Para cedro, en cambio, las procedencias del norte de la península crecieron más lentamente que las procedencias locales (del sur). Los resultados a nivel de familias se resumen en los cuadros 2 y 3; en la Fig. 4 se nota el crecimiento impresionante de cedro. Hubo rangos muy amplios en todas las características evaluadas: altura, diámetro, incidencia del ataque de *Hypsipyla* y respuesta de la planta (número de rebrotes después del ataque), lo cual sugiere la presencia de variación genética de magnitud importante. Es precisamente

esta variación, presente porque los ensayos contienen un gran número de familias (genes) distintas, la que nos permite seleccionar los mejores árboles para la producción de semilla. La variación en crecimiento entre sitios es normal, considerando que para caoba los mejores suelos (vertisoles) se encuentran en el ensayo de Zona Maya.

De manera general para caoba, el patrón de ataque no muestra una tendencia bien definida: mientras que en Bacalar el ataque se incrementó hasta el tercer año y después disminuyó drásticamente, en los otros sitios se incrementó cada año. Tanto en cedro como en caoba, algunas familias reciben poco o ningún ataque, lo cual indica que la resistencia genética, junto con una buena selección del sitio y una poda adecuada, pueden aumentar bastante el valor de una plantación. Las evaluaciones de las plantaciones se mantendrán para después implementar raleos con base en los datos tomados, dejando solo los mejores genotipos para la producción de semilla.

La inversión financiera solamente en las dos parcelas de cedro en el Ejido Noh-Bec fue de más de 21.000 pesos mexicanos (US\$2.100) en mano de obra y materiales (no se incluye la colecta inicial de germoplasma, ni el costo de producir los árboles, ni el tiempo y gastos como combustible de la investigadora y sus alumnos ayudantes). Si bien la inversión inicial es bastante grande, los beneficios obtenidos en términos de mayor crecimiento y árboles con mejor forma para producir mejores tablas la hacen rentable. Un ejemplo de Costa Rica con *Gmelina arborea* en un programa de mejoramiento genético con organizaciones comunitarias demuestra que la inversión inicial se recupera en 31 ha sembradas con semilla mejorada que promete un rendimiento en volumen de madera 20% más alto que el de la semilla común; o bien, en 125

**Cuadro 2.**

Resumen de promedios (basados en valores de las familias) en tres ensayos de procedencia y progenia de *Swietenia macrophylla*

	Años	Bacalar		Zona Maya		Zoh Laguna	
		promedio	rango	promedio	rango	promedio	rango
	inicio	68	49 - 87	40	31 - 47	37	49 - 27
Altura (cm)	1	133	103 - 218	68	49 - 96	77	63 - 99
	2	235	198 - 284	150	100 - 215	129	86 - 165
	3	321	269 - 391	256	174 - 341	187	137 - 264
	4	nd	nd	364	264 - 478	238	146 - 323
	5	nd	nd	453	328 - 562	263	160-381
Diámetro* (mm)	1	nd	nd	4	4 - 5	4	3 - 5
	2	nd	nd	22	15 - 31	25,4	19 - 37
	3	nd	nd	38	25 - 50	34	26 - 45
	4	31	25 - 41	51	38 - 64	39	31 - 47
Hypsipyla (%)	1	10	0 - 36	1	0 - 9	19	5 - 70
	2	67	28 - 88	7	0 - 20	67	28 - 88
	3	94	83 - 100	34	8 - 60	49	25 - 72
	4	5	0 - 20	65	33 - 100	79	42 - 100
Ramas (cantidad)	2	0,7	0,2 - 1,3	0,2	0 - 2,1	1,1	0,4 - 1,8
	3	2,4	1,3 - 4,2	0,5	0,1 - 1,2	1,3	0,3 - 2,0
	4	2,4	0,1 - 3,5	1,3	0,4 - 2,7	1,1	0,3 - 2,1

\* En Bacalar se midió el dap; en los demás sitios, el diámetro del cuello.  
nd: dato no disponible.

**Cuadro 3.**

Resumen de promedios (basados en valores de las familias) en tres ensayos de procedencia y progenia de *Cedrela odorata*

	Años	Bacalar		Noh Bec		20 de noviembre	
		promedio	rango	promedio	rango	promedio	rango
	inicio	0,4	0,2 - 0,7	0,6	0,4 - 0,7	0,5	0,3 - 0,8
Altura (cm)	1	1,0	0,5 - 1,6	1,2	0,9 - 1,6	0,9	0,4 - 1,5
	2	1,3	0,6 - 2,1	1,9	1,2 - 3,0	1,6	0,7 - 3,1
	inicio	nd	nd	12	9 - 16	12	8 - 10
Diámetro* (mm)	1	26	10 - 46	27	20 - 34	30	17 - 42
	2	34	15 - 49	37	27 - 47	45	27 - 63
Hypsipyla (%)	1	5	0 - 26	38	0 - 100	3	0 - 100
	2	3	0 - 33	21	0 - 75	14	0 - 100

\* En Bacalar se midió el dap; en los demás sitios, el diámetro del cuello.  
nd: dato no disponible



**Figura 4.** Cedro de tres años en el ensayo de 20 de Noviembre, región Calakmul, Campeche



**Figura 5.** Medición de un árbol en el área semillera El Huasteco, Ejido Noh Bec

ha si la semilla garantiza solo un 5% más de volumen de madera que la semilla normal (Hamilton *et al.* 1998). El costo de la semilla significa solo una pequeña proporción del costo total de establecimiento y manejo de una plantación; pero, por otra parte, la calidad genética de la semilla tiene gran impacto sobre los beneficios que se obtienen de los árboles plantados.

#### Estrategia de corto plazo: Conservación de germoplasma *in situ*

Se trabajó con personal técnico del Ejido Noh-Bec, Municipio de Othón P. Blanco, Q. Roo, el cual posee una área forestal de 40.000 ha. Dentro de esta área, el Ejido designó una superficie de 350 ha, conocida como El Huasteco, donde desde hace 40 años no se realizan actividades de

aprovechamiento. El procedimiento para establecer el área semillera fue simple; se utilizaron métodos empleados en los inventarios forestales que realiza el propio Ejido, pero con base en las normas de la Red. Torres y Escamilla (1999) recomiendan una metodología que divide el terreno en cuadrantes de 1 ha abriendo brechas perimetrales, donde se localizan y ubican con GPS los árboles semilleros; en nuestro caso, fue más fácil y menos costoso, pues se utilizaron dos senderos principales existentes para el inventario y levantamiento de los árboles sin tener que abrir nuevas brechas. De cada árbol se registró el diámetro, altura total y de fuste limpio y se puso una clave de tres números según la posición del árbol dentro del dosel, bifurcación de

tallo y estado físico del árbol (Fig. 5). Por ejemplo, 111 es un árbol de excelente calidad.

Durante nueve días en el campo, se registraron 86 árboles de caoba y 33 de cedro, de los cuales solo 60 de caoba y 12 de cedro llenaron los requisitos de calidad (Cuadro 4). Árboles muy impresionantes de hasta 2 m de diámetro no se incluyeron porque estaban huecos o podridos. Luego se levantó un mapa en escala 1:20.000 para definir la distancia entre los árboles identificados.

La selección y marcado final de los árboles semilleros se hizo con base en las características deseables y la distancia entre árboles. Se trató de no elegir árboles ubicados a menos de 100 m uno del otro para reducir la probabilidad de parentesco entre ellos (lo que reduciría

la diversidad genética); no obstante, este criterio hizo que se redujera considerablemente el número de árboles semilleros en la selección final: 28 de caoba y 9 de cedro (Cuadro 4 y Fig. 6). Sin embargo, todos ellos son bastante vigorosos y de excelente calidad y van a servir durante muchos años, según su distribución diamétrica.

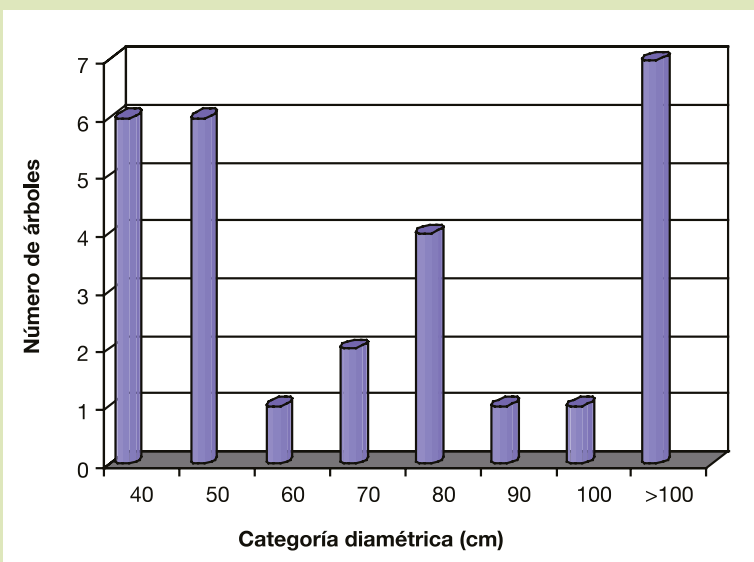
Con este trabajo inicial solo se cubrió aproximadamente un 25% del área total; los técnicos forestales del ejido tomarán las últimas decisiones en cuanto al desarrollo futuro del trabajo. Aunque la expe-

riencia que muchos ejidatarios tienen como chicleros facilita este trabajo, hay una evidente necesidad de capacitación en técnicas de escalamiento de árboles, para que la recolección pueda llevarse a cabo con menos riesgo y más eficiencia. No se pretende hacer ningún manejo adicional, como raleo de árboles inferiores, apertura de doseles o eliminación de bejucos, ya que el Ejido ha designado el área como reserva natural. Sin embargo, existen otras áreas, como La Isla cerca del Huasteco, donde se pudiera pensar en estas activi-

dades. Hasta la fecha, el procedimiento del Ejido para abastecerse de semillas es recolectar las de los árboles en sus áreas de corte. Sin embargo, ahora que El Huasteco se ha incorporado a la Red, se podría pensar en el mercadeo de semillas forestales certificadas, como hace el Ejido con su madera certificada por el FSC (Forest Stewardship Council, por sus siglas en inglés).

#### Estrategia inmediata: árboles semilleros seleccionados en poblados

Una alternativa de plazo inmediato para identificar y seleccionar árboles semilleros es simplemente recoger semilla de un mínimo de 30 árboles de buena forma y sembrarlas individualmente en el vivero. Si no se mezclan las familias, se puede observar y registrar cuáles árboles madres producen las mejores plántulas en el vivero. En los años siguientes, se puede hacer lo mismo, revisitando los árboles que dieron los mejores resultados para coleccionar su semilla, y comparándola con semilla de otros nuevos árboles; siempre se debe tener un mínimo de 30 árboles madres para la producción. Esta técnica se empleó con cedro en los Ejidos 20 de Noviembre y Álvaro Obregón en Calakmul, Campeche y en Noh-Bec. Aunque hay muy pocos árboles de cedro en los bosques, fue fácil identificar y marcar árboles en los poblados. Esta técnica tiene sus



**Figura 6.** Distribución diamétrica de los 28 árboles de caoba seleccionados en El Huasteco

**Cuadro 4.** Resumen del inventario en El Huasteco, Ejido Noh-Bec, Quintana Roo, México

	Número de árboles	Diámetro cm			Fuste limpio m			Número de árboles por categoría*				Número de árboles posibles / seleccionados
		prom.	mín.	máx.	prom.	mín.	máx.	111	121	211	221	
<b>Caoba</b>	86	71,9	13,5	217	10	4	14	36	7	8	9	60 / 28
<b>Cedro</b>	32	72,8	31	123	9	4	12	5	1	3	3	12 / 9

\* Dominancia  
1 = dominante  
2 = codominante  
3 = suprimido


Forma  
1 = fusto limpio  
2 = con bifurcación a altura media  
3 = bifurcación baja

Sanidad  
1 = sano  
2 = regular  
3 = enfermo

limitaciones porque es una selección parcialmente fenotípica y, al no usarse un diseño experimental con repeticiones o si las condiciones en el vivero no son homogéneas (p.ej. demasiada sombra en una platabanda), los resultados pueden ser influidos por la subjetividad del observador. Sin embargo, si se tiene semilla de muchos árboles diferentes, de preferencia con una distancia mínima de 100 m entre ellos, se garantiza una mayor diversidad genética en la producción del vivero y un mejor efecto demostrativo entre los viveristas y productores acerca de la importancia de germoplasma forestal.

### Conclusiones

Las experiencias en este proyecto reflejan varias necesidades y oportunidades en la domesticación de dos especies de gran importancia en el comercio forestal de México

y muchas partes del neotrópico. Una estrategia dual de mediano y corto plazo que permita la conservación, selección y uso de las mejores fuentes de germoplasma mejora los esfuerzos en la reforestación y complementa otros avances en la silvicultura sostenible de las especies bajo diferentes sistemas de producción y manejo. Ensayos de procedencia y progenie permiten lograr una mayor ganancia genética a mediano plazo, porque los árboles son evaluados con frecuencia para encontrar aquellos que son superiores. La conservación *in situ* de árboles en bosques naturales aumenta el valor actual del bosque y sirve como reserva de germoplasma para futuras selecciones. La identificación y uso de árboles semilleros en poblados o solares es un método sencillo y de inmediato plazo para hacer una selección general de mejores fuentes de semillas. 

### Agradecimientos

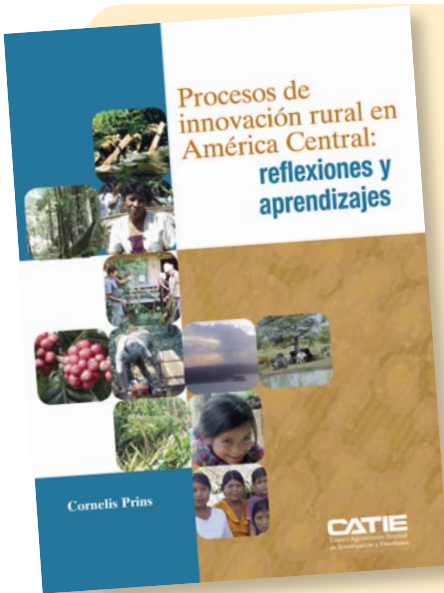
Al Tec. Forestal Gustavo Martínez Ferral por su apoyo en el inventario de El Huasteco, mediciones en los ensayos de progenie y procesamiento de datos en ambos proyectos. Al Ing. Forestal Bernabé del Ángel Santos, del Ejido Noh-Bec por su dedicación a la silvicultura y manejo forestal sostenible. Al Ing. Forestal Blas Santiago Cruz por el apoyo en la toma de datos y sus revisiones al texto. Al Tec. Forestal Abad Cirilo de Calakmul, Campeche; al Ing. Salvador Gutiérrez Méndez y al Ing. Alfonso Argüelles, de Tropica Rural Latinoamericana A.C. por ayudar en la coordinación de actividades. El proyecto No. FG-CR-112 fue financiado por la División de Investigación e Intercambio Científico del Servicio de Agricultura Exterior del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

### Literatura citada

- Cámara-Cabrales, L; Snook, L. 2001. Producción de fruto y semilla de caoba en ejidos de la Zona Maya, Quintana Roo. CIFOR. Folleto.
- CITES. 2002. Convention on international trade in endangered species of wild fauna and flora. [http://www.cites.org/common/cop/12/appendix\\_notice](http://www.cites.org/common/cop/12/appendix_notice).
- Cornelius, JP; Martínez, NI; Rodríguez, B; Ponce, E; Padilla, E; Hernández, G; Wightman, KE. Effect of vegetation management and pruning regimes on incidence and mitigation of first-year *Hypsipyla grandella* attack on mahogany (*Swietenia humilis* Zucc., *S. macrophylla* King.) in Comayagua, Honduras and Quintana Roo, Mexico. En preparación.
- Cortés, A. 2001. El cedro y la caoba en Yucatán, México. Revista Forestal Centroamericana 36:55-57.
- Hamilton, PC; Chandler, LR; Brodie, AW; Cornelius, JP. 1998. A financial analysis of small scale *Gmelina arborea* Toxb. Improvement program in Costa Rica. New Forests 16: 89-99. <http://www.kluweronline.com/issn/0169-4286>
- Hernández HH; Talavera AI; Aguilera, MR. 2000. Lineamientos para el registro de información en materia de germoplasma forestal. Gaceta Red Mexicana de Germoplasma Forestal. No. 5. p. 7- 19.
- Leakey, RRB; Newton, AC. eds. 1994. Domestication of tropical trees for timber and non-timber products. UNESCO, Paris. MAG Digest 17.
- Navarro, C; Hernández, M. 1998. Colección de *Swietenia macrophylla* en América Central y México. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales. No. 20:8-15.
- Patño, F. 2002. Estudio de la diversidad genética en poblaciones de caoba y cedro para fines de conservación y mejoramiento genético, en la Península de Yucatán. Proyecto de Investigación. INIFAP-CIRSE. Mochochá, Yucatán, México.
- Patño V, F. 1997. Genetic Resources of *Swietenia* and *Cedrela* in the Neotropics: Proposals for Coordinated Action. Rome, FAO. 58 p.
- Robbins, C. 2002. Mahogany matters: the US market for big-leafed mahogany and its implications for the conservation of the species. TRAFFIC North America.
- Rodríguez SB; Contreras GJA; García, X. 1994. Sac-chacah (*Dendropanax arboreus* L. Planch & Decne): Establecimiento y producción. INIFAP-CIRSE. C. E. San Felipe Bacalar. Chetumal, Q. Roo. México.
- Torres, AA; Escamilla, AN. 1999. Experiencia sobre el establecimiento de fuentes semilleras en el estado de Campeche. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal. p. 77 – 80.



# Publicaciones



## **Procesos de innovación rural en América Central: reflexiones y aprendizajes**

CATIE  
Cornellis Prins  
2005  
244 p.

En esta obra el autor analiza y sistematiza una serie de experiencias de proyectos desarrollados por el CATIE en estrecha interacción con actores locales; tales proyectos se ejecutaron en varios campos de acción y en diferentes países de América Central. El libro tiene un amplio marco conceptual en que se analizan distintos conceptos y teorías sobre innovación rural y además recoge experiencias de otros proyectos en la región. Con ayuda del marco conceptual, el autor destaca las lecciones aprendidas para encontrar pistas y pautas que permitan efectivizar las estrategias de intervención en aras de la innovación y el desarrollo rural. Contacto: prins@catie.ac.cr



**Terminalia amazonia; ecología y silvicultura**  
Marcelino Montero  
Markku Kanninen  
CATIE-CIFOR-University of Helsinki  
2005  
32 p.

**Efectos del pago por servicios ambientales y la certificación forestal en el desempeño ambiental y socioeconómico del manejo de bosques naturales en Costa Rica**  
CATIE-GTZ  
2005  
40 p.

A la venta en [www.catie.ac.cr/bibliotecaorton](http://www.catie.ac.cr/bibliotecaorton)



**Recursos, Ciencia y Decisión**  
CATIE  
2004-2005

Si usted desea el artículo completo u otras ediciones de esta serie, por favor contáctenos a la siguiente dirección: [lorozco@catie.ac.cr](mailto:lorozco@catie.ac.cr). Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. CATIE

# Encuentre en nuestro próximo número un informe especial del Programa Regional Forestal de Centroamérica

## Informe especial

Experiencias de grupos de artesanías en Honduras. Elaboración y comercialización de artesanías hechas con hojas de pino

La administración forestal municipal en el altiplano de Guatemala. La experiencia PROCAFOR-BOSCOM en el período 2000-2003

Proceso participativo en la implementación de microempresas forestales comunitarias. La experiencia de PROCAFOR en el Altiplano de Guatemala 1992 - 2002

Forestería comunitaria en Honduras. Análisis de los interesados

Manejo forestal ejidal con participación comunitaria. Desarrollo de microempresas rurales forestales

La experiencia de PROCAFOR y comunidades en Nueva Segovia, Nicaragua

## Comunicación Técnica

Plan Maestro Integral: una opción para el manejo del recurso hídrico en la microcuenca del Río Nimboyores y su área de influencia, Guanacaste Costa Rica

Evaluación del servicio ambiental hídrico en la cuenca alta del río Lempa y su aplicación en el ajuste de la tarifa hídrica del área metropolitana de San Salvador, El Salvador

Riesgo de contaminación en aguas superficiales en la microcuenca La Soledad, Honduras

La formación de mancomunidades de municipios como estrategia para la gestión del riesgo: el caso de la Mancomunidad de los Municipios del Centro de Atlántida (MAMUCA), Honduras

Dinámica del uso de la tierra y de la oferta hídrica en la cuenca del río Guacerique, Tegucigalpa, Honduras

Organización, regulación y tecnologías para el manejo y conservación del recurso hídrico, en la subcuenca del Río Aguas Calientes, Nicaragua

Experiencias en la implementación de proyectos y programas de desarrollo en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua

Efectos del aumento poblacional y del cambio de uso del suelo sobre los recursos hídricos en la microcuenca del río Ciruelas, Costa Rica

Usos predominantes de la tierra y potencial de recarga de agua en la cuenca del Río Gama, Distrito Federal, Brasil

Lineamientos para la planificación del Bosque Modelo Reventazón, Costa Rica

Efecto de la iluminación de la copa sobre el crecimiento de *Pentaclethra macroloba* y *Goethalsia meiantha* e implicaciones para la silvicultura de los bosques tropicales húmedos

Impacto socioeconómico del pago de servicios ambientales y la certificación forestal en la sostenibilidad del manejo forestal en Costa Rica