

LA IMPORTANCIA DE MANEJAR LOS BOSQUES TROPICALES EN AMÉRICA LATINA

Gary S. Hartshorn
Organización para Estudios Tropicales y Duke University
gary.hartshorn@duke.edu

Resumen

Los bosques tropicales son recursos naturales globalmente importantes porque ellos albergan una diversidad biológica extraordinaria y proporcionan una amplia serie de servicios medioambientales críticos. No puede esperarse que protegiendo las áreas de conservación se asegure la supervivencia de bosques tropicales oficialmente no-protegidos. Durante más de tres décadas, la deforestación tropical viene siendo una preocupación prioritaria y muchos bosques tropicales no-protegidos están bajo este asecho. Las amenazas mayores de los bosques tropicales son explotación forestal, conversión, fuego, caza, minería y cambio de clima. Los factores más importantes que contribuyen a salvar bosques tropicales incluyen un sistema nacional funcional de áreas protegidas, hacer cumplir las leyes y regulaciones, el compromiso a los principios de sostenibilidad, mantenimiento de la calidad medioambiental, y producción sustentable de madera y productos no-maderables. La dasonomía tropical sustentable para la producción de madera y/o productos no-maderables debe complementar los esfuerzos de conservación nacionales e internacionales. Desafortunadamente, ha habido muy poca investigación y pruebas de iniciativas de dasonomía tropical sustentable para proveer sistemas de producción para los bosques tropicales complejos y ricos en especies.

Las iniciativas y proyectos de dasonomía tropical sustentable deben ser ecológicamente legítimos, económicamente viables, socialmente responsables, y políticamente aceptables. La falta de modelos viables que habilitan el uso de bosques tropicales de una manera sustentable condenarán los bosques no-protegidos a ser convertidos a otros usos de la tierra. Este papel repasa la importancia de manejar los bosques tropicales, resalta las amenazas principales a los bosques tropicales, describe algunos de los esfuerzos más prometedores para salvar los bosques tropicales y resume los desafíos mayores del siglo 21 para los bosques tropicales.

Palabras claves: Manejo forestal tropical, bosques neotropicales, dasonomía tropical

Abstract

Tropical forests are a globally important natural resource because they harbor extraordinary biological diversity and provide a broad array of critical environmental services. Those involved in protecting conservation areas can not be expected to ensure the survival of officially unprotected tropical forests. For over three decades, tropical deforestation has been a priority environmental concern-yet many unprotected tropical forests are under siege. The major threats to tropical forests are logging, conversion, fire, poaching, mining and climate change. Important contributing factors to saving tropical forests include a functional national system of protected areas, enforcement of laws and regulations, commitment to sustainability principles, maintaining environmental quality, and sustainable production of timber and non-timber forest products. Sustainable tropical forestry for the production of timber and/or non-timber forest products

should complement national and international conservation efforts. Unfortunately, there has been too little research and testing of sustainable tropical forestry initiatives to provide generally accepted production systems for complex, species-rich tropical forests.

Sustainable tropical forestry initiatives and projects must be ecologically sound, economically viable, socially responsible, and politically acceptable. The lack of viable models enabling the use of tropical forests in a sustainable manner will doom unprotected forests to be converted to other land uses. This paper reviews the importance of tropical forests, highlights the principal threats to tropical forests, describes some of the more promising efforts to save tropical forests, and summarizes the major challenges of the 21st century for tropical forests.

Introducción

Como ejemplo para Costa Rica, no importa cuán comprensible el sistema nacional de áreas protegidas puede ser, allí existen áreas considerables de bosques tropicales que no tienen protección oficial. La ausencia de protección significa que estos bosques están disponibles para “desarrollo,” lo cual es casi siempre sinónimo de deforestación. Cada año entre 1990 y 1997, más de 8 millones de hectáreas de bosques tropicales fueron perdidos o seriamente degradados (Achard *et al.* 2002). Garantizando la sobrevivencia de bosques no protegidos se puede tener significantes contribuciones complementarias a la conservación de diversidad biológica. Desafortunadamente, ha habido muy poca investigación e implementación enfocado en el bosque tropical que señale la producción sostenible en los bosques de madera y/o productos no maderables, como también conservación de biodiversidad complementarios y otros servicios de ecosistemas. En este artículo, se trata la importancia del manejo de bosques tropicales especialmente ricos en especies. A pesar que muchos de los problemas dirigidos en este artículo son pertinentes a muchos bosques tropicales, se dan ejemplos y citas bibliográficas principalmente de América tropical (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estado de Bosques Tropicales en los 10 países más importantes.

País	Area total (miles de ha)	Bosques 2000 (miles de ha)	Porcentaje	Pérdida anual (%)	Bosques protegidos (%)
Brasil	845651	538924	64	0,4	17
DR Congo	226705	135207	60	0,4	9
Indonesia	181157	104986	58	1,2	16
Angola	124670	69756	56	0,2	3
Perú	128000	64575	50	0,4	10
India	297319	64113	22	0,1	8
Sudán	237600	61627	26	1,4	10
Bolivia	108438	53022	49	0,3	31
Colombia	103871	49460	48	0,4	24
Venezuela	88206	48643	55	0,4	39

Fuente: FAO 2001.

Importancia de los Bosques Tropicales

Bosques tropicales, *sensu lato*, son recursos naturales de una importancia global (Cuadro 2). Además de ser una fuente de una variedad extensa maravillosa de bienes y servicios, ellos son especialmente importantes como hábitats que protegen una parte desproporcionada notable de biodiversidad global (Groombridge y Jenkins 2002) y proporciona numerosos servicios ambientales. Todavía no tenemos ni estamos cerca de saber cuántas especies son parte de éste planeta con la nuestra *Homo sapiens* (Reaka-Kudla *et al.* 1997). Rangos estiman entre 10 millones a 100 millones de especies, y posiblemente 30 millones de especies existen en bosques tropicales (Wilson 1999). Sin tener en cuenta el número total de especies en la tierra (algo que nunca sabremos), esto es verdaderamente sorprendente que una alta proporción exista en bosques tropicales que ocupan aproximadamente 6% del área terrestre de la tierra. Hay razones complejas

Cuadro 2. Estado Regional de Bosques Tropicales

Región	Area de Bosque (miles de ha)	Porcentaje (%)	Pérdidas anuales (%)
Africa	519000	42	0,34
América	780000	63	0,79
Asia/Pacífico	272000	45	0,51
Pan-tropicos	1571000	51	0,52

Fuente: FAO 2001.

y pobremente entendidas para la diversidad extraordinaria de especies en los bosques tropicales. Una de las razones es el alto grado de interacciones entre especies; por ejemplo, mariposas que siguen una manada de hormigas armadas para alimentar de heces de los pájaros, mientras los pájaros están siguiendo de hormigas armadas para alimentar insectos tratando de escapar de las hormigas. Hay muchos casos bien documentados de dependencias evolucionarias altamente específicos, como polinización, dispersión de semillas, herbívoro, como otros (cf. Janzen 1991)

Una segunda razón menos bien documentada para la gran diversidad de especies en los bosques tropicales es la diversidad de hábitats, la cual ocurre a través de un amplio rango de escalas. Las tres escalas comúnmente reconocidas son conocidas como diversidad alfa, diversidad beta y diversidad gama, que corresponde a una escala local, regional y continental (o bioma), respectivamente. Con respecto a la diversidad de hábitat local (alfa), la heterogeneidad de la topografía, tipos de suelo y pautas de drenaje frecuentemente generan diferentes conjuntos de especies; un ejemplo es la cadena desde la fila hasta el pantano en la estación biológica La Selva (Hartshorn y Hammel 1994). En la escala regional (beta), los cambios en zonas de vida desde la estación biológica La Selva en la tierra baja hasta la cumbre del volcán Barva (2906 msnm) añade otra complejidad ecológica para el conjunto de tipos de bosques en este complejo de conservación (Hartshorn y Peralta 1988). Aunque a nivel nacional, Costa Rica tiene más zonas de vida que toda la región oriental de los Estados Unidos (Holdridge *et al.* 1971). Pérdida de hábitat es la causa primaria de las especies en extinción (Brooks *et al.* 2002).

Bosques tropicales son especialmente importantes en las escalas locales y regionales por los múltiples servicios ambientales que ellos proveen (James *et al.* 2001). Principalmente, los bosques tropicales modulan la corriente del río, manteniendo el caudal basal del río en la estación seca o verano y reduciendo las inundaciones del río durante las altas precipitaciones del invierno. Para simplificar, los ecosistemas de bosques tropicales funcionan como una esponja gigante que lentamente descargan aguas subterráneas durante toda la estación seca y absorben grandes cantidades de agua durante la estación de lluvias. Sin bosques tropicales, las inundaciones y sequías son muy exacerbantes. La cubierta de los bosques tropicales protegen también suelos frágiles de la fuerza increíblemente erosiva de las intensas tormentas y aguaceros tropicales-prueba de devastación por 7 billones de dólares causados por el Huracán Mitch, el peor desastre natural en América Central (<http://www.mitchnts1.cr.usgs.gov/overview/html>). A pesar de que los bosques nubosos representan solamente el 1,6% de todos los bosques densos, son especialmente importantes como proveedores de agua dulce (Lawton *et al.* 2001, Bubb *et al.* 2002, Williams-Linera *et al.* 2002). Los ecosistemas de bosques tropicales también albergan una cantidad sorprendente de carbón vegetal, ambos en la biomasa del bosque como también en la hojarasca y el suelo. El corte y quemado de los bosques tropicales es una significativa

contribución (20-25%) al incremento documentado del dióxido de carbono en la atmósfera de la tierra (De Fries *et al.* 2002). A la inversa, la expansión de bosques secundarios jóvenes sobre tierra agrícola abandonada es un mecanismo importante para la extracción de dióxido de carbono de la atmósfera y guardar este en la madera de los árboles que están creciendo.

Amenazas a los Bosques Tropicales

A pesar de la importancia global de bosques tropicales y los servicios medioambientales críticos que ellos proporcionan en todas las escalas geográficas, los bosques tropicales están bajo el sitio (Primack *et al.* 1998). Solamente donde ellos son eficazmente protegidos o inaccesibles son bosques tropicales no amenazados con utilización comercial o conversión. Las amenazas principales de los bosques tropicales son explotación forestal, deforestación, fuego, cacería no legal, minería, y cambio del clima. Aunque la explotación forestal tradicional en los bosques Neotropicales es un funcionamiento de "entresaca" que quita sólo la más valiosa madera de los bosques (p. e., caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), manú (*Minquartia guianensis*)), la penetración de caminos en la frontera del bosque tiene un efecto más insidioso proporcionando el acceso. En la Amazonia brasileña, por ejemplo, casi 90% de deforestación entre 1990 y 1997 ocurrió dentro de 100 km de caminos mayores construidos por el gobierno federal (Alves 2002). Aunque categorizados como temporarios, la explotación forestal facilita la entrada de otros usuarios al bosque, como los colonos y cazadores. Fragmentación (Gascon y Lovejoy 1998) y fuegos (Nepstad *et al.* 1999, Nepstad *et al.* 2001) también exacerba la degradación de bosques tropicales.

La deforestación tropical continúa siendo el primer problema medioambiental que involucra a los gobiernos nacionales, agencias internacionales, organizaciones no gubernamentales, científicos y al público general. Históricamente, la deforestación en América Tropical fue desenfrenada en los años sesenta con la proliferación de motosierras y tractores con pala; por ejemplo, Costa Rica tenía una de las tasas relativas más altas de pérdida anual de bosques tropicales en los años setenta (Hartshorn *et al.* 1982, Kleinn *et al.* 2002). Las políticas nacionales y la ayuda internacional para extender la frontera agrícola (a menudo para fincas ganaderas), así como los esfuerzos geopolíticos para demostrar la soberanía nacional sobre las regiones remotas, contribuyeron a las proporciones extraordinarias de conversión de bosques tropicales a otros usos de la tierra. Desgraciadamente, el ímpetu para convertir los bosques tropicales para pastos u otros cultivos, ignoró la capacidad de uso de la tierra como el uso sustentable máximo de los suelos. Las fallas agrícolas (incluyendo pastoreo) en los trópicos húmedos son el factor más contribuyente a la abundancia de bosques secundarios jóvenes en los paisajes de América Tropical. Estos fracasos agrícolas han convencido a oficiales y finqueros que no halla una frontera agrícola.

La actividad minera (incluso la exploración de petróleo y su producción) no es un sector industrial prominente en muchos países americanos tropicales; no obstante, los efectos directos y locales normalmente están devastando a los ecosistemas del bosque tropical. La provisión de infraestructura necesaria así como la minería, normalmente iguala la deforestación. La explotación de madera es la vía de acceso que causa los problemas mayores, ya que está proporcionando a los colonos y cazadores un acceso más fácil a los bosques tropicales y a su fauna. Los accidentes como los derramamientos de petróleo, ruptura de estanques del tailings, abuso de mercurio en la extracción de oro, la contaminación de fuentes de agua, entre otros, pueden causar los desastres medioambientales locales. Las operaciones mineras bien manejados ofrecen oportunidades para compromisos mayores a la restauración de bosques tropicales, como

en el caso de las tierras recuperadas de la minería al cielo abierto para bauxita (Parrotta y Knowles 1999, 2001).

La defaunación de bosques tropicales es una de las más críticas, a menudo amenazas inadvertidas, para los ecosistemas de los bosques tropicales (Fimbel *et al.* 2001). La cacería de carne de monte y la pesca local han existido por miles de años como componentes integrales de la subsistencia humana en los bosques tropicales. Pero en la segunda mitad del siglo 20, dimos testimonio de la proliferación extendida de armas de fuego en regiones rurales que grandemente aumentaron la probabilidad de cazar con éxito. Como se mencionó anteriormente, la expansión rápida de la frontera agrícola en bosques tropicales inaccesibles también ayudó a los cazadores. Aunque la crisis de la carne de monte no es severa en los bosques americanos tropicales como en la cuenca del Congo de África, los bosques americanos tropicales más indefensos y accesibles han reducido las poblaciones severamente e incluso la extinción local de fauna más grande como el jaguar, tapir, monos araña, huanganas (chanchos del monte), pavones, pavas y gallinas de monte (Fa *et al.* 2002, Jerozolinski y Pérez 2003). Debido al grado intrincado de interacciones en los bosques tropicales, estas especies muy cazadas juegan a menudo los papeles ecológicos importantes como la regulación de la presa, polinización, dispersión de la semilla y herbívoro. Así, su ausencia debido a la sobrecaza se presume estar teniendo serios impactos en el normal funcionamiento de ecosistemas de los bosques tropicales (Thiollay 1999, 2002). En realidad, al principio del siglo 21, bosques tropicales vacíos de animales grandes es la norma que está en contraste con los bosques tropicales (por ejemplo, Parque Nacional Manú) con una gran fauna de vertebrados totalmente intacta (Dirzo y Miranda 1991, Redford 1992, Bennett 2002).

El cambio del clima global también es una amenaza mayor para la sobrevivencia de los bosques tropicales. Los cambios en los regímenes de lluvia y altas temperaturas aún en los trópicos se espera que cause cambios bastante rápidos en las distribuciones de la especie. Se espera que estos cambios sean más pronunciados a lo largo de las pendientes naturalmente empinadas como regiones montañosas donde los cambios de temperatura pueden ser sorprendentemente abruptos (Halpin 1997; Enquist 2002, Alley *et al.* 2003). El cambio del clima global puede estar afectando la tierra baja de los bosques tropicales; por ejemplo, Deborah Clark y colegas que trabajan en La Selva, en Costa Rica, han descubierto una correlación aprensiva de temperaturas más calurosas en la noche durante los años del fenómeno del Niño y redujo la proporción del crecimiento de varias especies arbóreas nativas en los bosques maduros (Clark *et al.* 2003). Las temperaturas más calurosas debido al cambio del clima global en el crecimiento de árboles puede disminuir en los bosques tropicales, mitigando su papel de apoderarse del carbono de la atmósfera.

Rescate de Bosques Tropicales

Hay aceptación casi universal del principio fundamental que un sistema nacional de áreas protegidas es la piedra angular para la conservación de biodiversidad. La mayoría de las naciones han establecido sistemas de áreas protegidas (es decir, parques nacionales y reservas equivalentes), siguiendo el sistema de la clasificación de la Unión de Conservación Mundial (<http://www.iucn.org>) y han establecido una agencia gubernamental responsable para administrar el sistema. Además, muchas naciones en vías de desarrollo exceden la recomendación de la IUCN que un mínimo de 10% del territorio del país se ponga al lado y protegido en un sistema nacional de áreas protegidas (Cuadro 2). A pesar de estos esfuerzos laudables bajo frecuentes limitaciones financieras severas, más de los sistemas nacionales de áreas protegidas en los países en vías de desarrollo están sobre extendido, bajo de fondos, pobremente administrado e inadecuadamente consolidado. Costa Rica se reconoce merecidamente por preparar un sistema de

calidad mundial de parques nacionales y reservas equivalentes (Boza 1988, Sánchez-Azofeifa *et al.* 2003), todavía sus áreas de conservación están bajo de fondos, no pueden reunir los costos operativos recurrentes, y todavía no se han resuelto el problema penetrante de propiedades privadas en sus parques y reservas. Otros países en vías de desarrollo están atascados en el síndrome del “papel-parque” dónde una área protegida está designada (en el papel), pero la falta de personal en sitio o no existe en el campo. No importa que extensa y exitosa sean las áreas protegidas de un país, no puede esperarse que los parques nacionales y las reservas equivalentes puedan salvar todos los bosques tropicales y su biodiversidad (Sayer y Whitmore 1991, Schwartzman *et al.* 2000). Por ejemplo, Simberloff (1986) estimó que si sólo los bosques tropicales en los parques existentes y reservas son salvados, entre un 66% y 70% de plantas y especies de pájaros, respectivamente, serían extintos.

La mayoría de los países en vías de desarrollo tienen leyes excelentes y regulaciones que involucran bosques tropicales y la conservación de biodiversidad. El problema normalmente reside en el compromiso político y en el vigor legal de las leyes y regulaciones que son inadecuadas en la mejor de las circunstancias y notoriamente abusadas en los peores casos más prevalecientes. Muchos países en vías de desarrollo se han suscrito a los instrumentos internacionales (p.e., convenciones, los protocolos, los tratados) que fortalecen sus compromisos legales y políticos a las metas de conservación globales y principios. Además de la importancia de los esfuerzos de conservación nacional, el desarrollo autóctono de organizaciones no gubernamentales locales y nacionales (ONGs) ha jugado un papel importante particularmente en el área de la ley ambiental. Estas ONGs están incrementando papeles importantes aumentando la atención pública a un rango amplio de problemas medioambientales, incluso la falta de entrada en vigor de leyes existentes y regulaciones que involucran los bosques tropicales.

El paradigma de sostenibilidad (o el desarrollo sostenible) continúa siendo una meta polémica y huidiza. Aunque fuertemente promovida por algunas ONGs e incluso comprendida por algunos gobiernos, la sostenibilidad es difícil definir y más difícilmente integrar a las agendas nacionales y prioridades. La dasonomía tropical sostenible es una meta particularmente difícil debido a varios factores: La gran biodiversidad y la complejidad ecológica de la mayoría de los bosques tropicales; el conocimiento científico limitado en cómo manejar los bosques ricos en especies; las áreas extensas de bosques indefensos; a largo plazo (es decir, décadas) espera por un posible retorno en la inversión; e incentivos poco atractivos para invertir en los bosques tropicales. Este rompecabezas es un caso clásico dónde los medios a una meta (el uso sustentable de bosques tropicales) pueden ser más importantes que el resultado final. Los compromisos a la dasonomía tropical sostenible pueden ayudar a salvar bosques a través de las próximas décadas críticas. La creación en Brasil de Bosques Nacionales o "Flonas" (Veríssimo *et al.* 2002) es un paso en la dirección correcta.

El sostenimiento la calidad medioambiental es fundamental para el bienestar económico de los habitantes de un país y sus recursos naturales. Esto es particularmente importante para capturar los beneficios económicos de la industria en auge del ecoturismo. El turismo enfocado en los atributos de los recursos naturales (por ejemplo, fauna) y la calidad medioambiental (por ejemplo, playas) generalmente se ve como el formulario más benigno de desarrollo sostenible (Boo 1990). Muchos países que han adoptado el ecoturismo están encontrando la competencia feroz internacional y los gobiernos deben tener mayores compromisos para sostener su industria de ecoturismo. Por ejemplo, los ecoturistas esperan un sector de servicio excelente, la infraestructura adecuada (es decir, aeropuertos, hoteles, los caminos, las telecomunicaciones), y minimizar los riesgos (por ejemplo, enfermedades, el crimen, las estafas). La prioridad en el incremento del

agua como un atributo medioambiental extremadamente importante en muchos países de desarrollo es especialmente notable. La calidad, cantidad, la disponibilidad, y la prioridad de uso, *inter alia*, del agua, está convirtiéndose en problemas principalmente de importancia nacional. Debido al papel integrante desde las cuencas boscosas inferiores, a la red de riachuelos y ríos, a los usos varios en las áreas desarrolladas, el agua es esencial para la vida. Como mencioné anteriormente, los bosques tropicales juegan papeles ecológicos críticos modulando el caudal del río y manteniendo la calidad del agua.

Los bosques tropicales ofrecen una maravillosa canasta de productos no maderables (NTPFs) del bosque, midiendo por palmos el espectro de frutas, semillas, cortezas, bejucos, resinas, sávias, alcaloides, los precursores medicinales, fauna, carne de monte, pieles, hongos, entre otros. Generalmente, se considera que la comercialización de NTFPs es más compatible y más fácil de encontrar el criterio del mantenimiento que para la producción de madera (vea debajo). La producción sostenible de NTFPs no es tan simple como puede parecer (Shanley *et al.* 2002). Los NTFP son tratados a menudo como un recurso de acceso abierto, es decir, libre para la toma. No hay consideración de limitar o controlar la cantidad cosechada, que dramáticamente reduce la población focal al cosechar indiscriminadamente. La creación de reservas extractivas en la Amazonia brasileña y el uso exclusivo asignando de estas reservas a las asociaciones locales de sheringueros es una política bien intencionada para limitar el acceso al NTFPs focal (Brown y Rosendo 2000). Desgraciadamente, los precios de NTFPs normalmente son controlados por los mercados internacionales y fluctúa considerablemente, haciendo la colección primaria y la venta de NTFPs menos riesgosa. Los recientes esfuerzos (p.e., EcoLogic Enterprise Ventures <http://www.ecologicventures.org>) por desviar a intermediarios identificando los mercados de especialidad (p. e., cacao y café “verde”) y proporcionando el acceso directo de las cooperativas locales a los vendedores están haciendo algunos progresos garantizando precios encima del mercado a los productores pequeños.

Con pocas excepciones, la madera es el más valioso producto en los bosques tropicales. Esta es la principal razón que los caminos de penetración se extienden más allá de la frontera agrícola para extraer las más valiosas maderas. Interesante, los bosques tropicales entresacados todavía tienen altos valores de conservación y es bastante apropiado para la designación como parques nacionales o las reservas equivalentes (p. e., Bolivia). Si los tractos extensos de bosques tropicales oficialmente indefensos son para sobrevivir, es esencial que los usos sostenibles de estos bosques sean implementados de otro modo, estos bosques se condenan a la conversión. Debido al alto valor de la madera, probablemente la dasonomía para la producción será el mecanismo principal para usar tal bosque sin destruirlo. Puede ser posible integrar algunos NTFPs en un sistema de producción de madera; sin embargo hay muy poca experiencia, por integrar con éxito madera y NTFPs en los sistemas de la producción sostenibles.

Los esfuerzos para desarrollar sistemas silviculturales para los bosques tropicales se iniciaron por los años 1800 (Baur 1968) en el subcontinente indio con un enfoque obvio en maderas del alto valor como la teca (*Tectona grandis*). Los servicios forestales coloniales continuaron invirtiendo en el desarrollo de sistemas de manejo de bosque tropicales a través de la primera mitad del siglo 20 (Guillard 1999). Dos de los mejores resultados conocidos fueron el Sistema Uniforme Malayan y el Sistema de Dosel Protectorio Tropical (Baur 1968). El primero se desarrolló para el inusual sudeste de bosques asiáticos dominados por las docenas de especies ecológicamente similares en la familia de árboles Dipterocarpaceae que requiere la sombra para el establecimiento del arbolito, seguido de la destitución de la cubierta. En el contraste, el Sistema de Dosel Protectorio Tropical oportunamente nombrado, desarrollado en África Oriental y el

Caribe abrió sólo parcialmente el dosel para albergar la regeneración natural avanzada de valiosos árboles de madera. La tragedia real para la dasonomía tropical era la pérdida casi total de décadas de experiencia y conocimiento debido a la combinación de independencia, explotación forestal mecanizada, y más significativamente, la conversión extendida de los bosques tropicales de tierras bajas a la agricultura y plantaciones de árboles como el caucho y la palma de aceite. En la segunda mitad del siglo 20, el manejo del bosque tropical tuvo que ser reinventada para los tipos de bosque casi desconocidos en las tierras no agrícolas, para las especies principalmente desconocidas y por los técnicos nacionales pobremente entrenados e inexpertos. Había un cambio dramático no sorprendente, en el enfoque silvicultural de las plantaciones basado en el manejo de árboles de rápido crecimiento, como las especies exóticas, pinos, eucaliptos, teca y melina.

Hábiles leyes, regulaciones obligatorias, los bosques designados para producción y la demostración de los éxitos manejando bosques tropicales no sería suficiente para asegurar la supervivencia de bosques tropicales fuera de parques nacionales y reservas equivalentes. Debe haber apoyo público y un compromiso político para salvar los bosques tropicales. Esto sólo ocurrirá a través de los esfuerzos sostenidos para educar al público general sobre la importancia de bosques tropicales y el conocimiento público creciente sobre las amenazas a los bosques tropicales. ONGs tropicales e internacionales, en particular, están jugando un papel de dirección en estos campos extremadamente importantes, pero el ataque a los bosques tropicales continúa. Oficiales en los gobiernos en vías de desarrollo correctamente señalan que sí los bosques tropicales son un recurso global, entonces los ciudadanos y los gobiernos de países desarrollados deben estar ayudando a los países en vías de desarrollo a financiar la protección de bosques tropicales. Pero el flujo de fondos del "norte a sur" para la protección del bosque tropical y el manejo forestal es tristemente inadecuada (Abramovitz 1991).

Desafíos Mayores para el Siglo 21

Hay algunos desafíos mayores que nos enfrentan para ver si las áreas substanciales del mundo están permaneciendo en los bosques tropicales para sobrevivir a este siglo. Como mencioné anteriormente, los sistemas nacionales de áreas protegidas deben ser consolidados y debe sostenerse. Por su biodiversidad extraordinaria y los valiosos servicios medioambientales, la cantidad máxima de cobertura boscosa debe mantenerse. Cómo asegurar la supervivencia de bosques tropicales indefensos es uno de los desafíos más importantes que enfrentamos durante el siglo 21.

Los conservacionistas y los madereros se han enfocado por mucho tiempo en los bosques maduros (= primario o virgen) de los trópicos; sin embargo, la expansión rápida de los bosques secundarios en las dos pasadas décadas ha traído una lección importante a casa. Es decir, incluso los bosques secundarios jóvenes pueden proteger la interesante biodiversidad y pueden proporcionar los servicios medioambientales críticos (Chazdon y Coe 1999). Estas son las funciones especialmente importantes por establecer o restaurar el hábitat del bosque tropical en los corredores, por ejemplo, el Corredor Biológico Mesoamericano (Coates 2003). La proliferación de bosques secundarios jóvenes en los paisajes agrícolas mantiene una oportunidad notable para agregar hábitats importantes a las áreas protegidas existentes y para crear los corredores funcionales entre las áreas protegidas. Uno de los mayores desafíos es trabajar con los finqueros a través de mecanismos tales como servidumbres ecológicas y pagar los servicios medioambientales asegurando la supervivencia de importantes bosques secundarios.

La documentación disponible de lecciones aprendidas de los abordados experimentos a la dasonomía tropical sostenible en los bosques neotropicales están sorprendentemente esparcidos (p. e., Perl *et al.* 1991, FAO 1993), comparado con la información ecológica general (p. e., Janzen 1991, McDade *et al.* 1994, Nadkarni y Wheelwright 2000, Guariguata y Kattan 2002). Las significantes contribuciones han llegado de los proyectos sobre manejo sostenible de Neotropicales: BOLFOR en la Amazonia Boliviana (Nittler y Nash 1999, Fredericksen y Pariona 2002); CELOS en Surinam (De Graaf *et al.* 1999, Dekker y De Graaf 2003); los bosques comunales (ejidos) en el Yucatán Mexicano (http://www.forestsandcommunities.org/Country_Profiles/mexico/html); Mil Madeiras cerca de Manaus, Brasil (Blate *et al.* 2001); Palcazú en la Amazonia Peruana (Hartshorn *et al.* 1987, Ocaña *et al.* 1990, Hartshorn y Salafsky 2001); PORTICO en Costa Rica (Webb 1997, Becker 1998); explotación forestal de impacto reducido (RIL) cerca de Paragominas, Brasil (Barreto *et al.* 1998); entre otros. La mayoría de estos proyectos de manejo forestal sostenible (con la excepción de PORTICO son pruebas experimentales. Uno de los desafíos mayores que enfrentan la dasonomía tropical sostenible es cómo lograr aumentar estos acercamientos experimentales en actividades comerciales económicamente significantes.

La fuerza del mercado internacional, como la certificación y cadena de custodia (Bennett *et al.* 2001, Buttoud y Karsenty 2001), está teniendo un efecto sorprendente en los productores de maderas duras tropicales. En contraste con su oposición estridente en contra de la certificación sólo hace unos años, muchos madereros comerciales de bosques tropicales naturales ahora aprovechan los principios de la certificación y criterio del Forest Stewardship Council (<http://www.fsc.org>, Caughley *et al.* 2001). La certificación de las mejores prácticas forestales ayuda a las compañías productoras a entregar su madera y contrachapado a los mercados lucrativos en los Estados Unidos y la Unión Europea. Uno de los beneficiarios ha estado en el entrenamiento de la Fundación del Bosque Tropical (TFF), un entrenamiento basado en el campo de explotación forestal de impacto reducido (RIL) que tiene gran demanda en las compañías de explotación forestal (Holmes *et al.* 2002, Pereira *et al.* 2002, Boltz *et al.* 2003). El daño en la tierra y la apertura del dosel en áreas de RIL fueron menos de mitad que la causada en la explotación forestal convencional.

Una de las lecciones importantes aprendidas durante los últimos 15 años es que la dasonomía tropical sostenible es un complejo (ITTO 1990), el desafío multilabrado en facetas donde algunos componentes deben integrarse totalmente para dirigir las metas exitosas de mantenimiento. Los proyectos y riesgos de la dasonomía tropical sostenible deben ser ecológicamente legítimas, económicamente viables, socialmente responsables y políticamente aceptables. Si uno de estos cuatro importantes componentes faltase, es muy improbable que el proyecto o inversión tenga éxito. Algunas de las dificultades más obvias incluyen: El fracaso para obtener regeneración natural aceptable de especies preferidas o designadas (ecológico); el crecimiento insuficiente de la tasa de crecimiento de las especies focales para permitir corte razonable o ciclo de la rotación (ecológico); falta de un precio de demanda o acceso al mercado por productos de madera certificados de un bosque tropical bien manejado (económico); los costos más altos para reducir explotación forestal, tratamiento de silvicultura, o rotaciones largas (económico); falta de beneficios directos o exclusión de comunidades locales (social); y desincentivos u obstáculos para compañías privadas o las comunidades locales para comprometer a las inversiones a largo plazo en la dasonomía tropical sustentable (político). Claro, estos obstáculos ilustrativos son simplemente un golpe ligero al tímpano, pero ellos son indicativos de por qué tan pocas compañías privadas o las cooperativas locales se han comprometido para intentar manejar los bosques tropicales complejos basados en el criterio sostenible y de principios.

La dasonomía tropical sustentable debe tener los beneficios concomitantes para la conservación, particularmente en el mantenimiento de hábitats y fauna (Putz *et al.* 2001). Si por compañías privadas o las cooperativas comunitarias, el problema importante está limitando el acceso a los bosques de producción por los colonos y cazadores. La explotación forestal, por sí sola, raramente es la fuente de efectos negativos a largo plazo en la fauna. Cuando llevé el primer equipo de valoración para inspeccionar los bosques de producción del PORTICO, fuimos sorprendidos por encontrar niveles de poblaciones aceptables de especies tradicionalmente cazadas. Resultó que la compañía voluntariamente dio una fuerte política para no cazar en sus bosques de producción.

La industria forestal tropical debe dar un compromiso mucho más fuerte a la dasonomía tropical sustentable (Lugo 1995, 1999). Las concesiones a corto plazo y una descuidada ejecución de las regulaciones promueven sin criterio una alta extracción de la más valiosa madera y un serio daño al bosque por una proliferación de trochas. La dasonomía tropical sustentable debe integrar la conservación del bosque y el desarrollo económico usando mejoradas técnicas de aprovechamiento y protegiendo el bosque restante después de la explotación forestal (Hartshorn 1995, Reiche 1999, Lele *et al.* 2000). Lo más importante, las compañías forestales y cooperativas del bosque deben tener acceso al crédito para invertir en el compromiso de largo plazo a la dasonomía tropical sustentable.

Bibliografía

Abramovitz, J. 1991. Investing in Biological Diversity: U.S. Research and Conservation Efforts in Developing Countries. Washington DC, World Resources Institute. 94 p.

Achard, F; Eva; Stilbig, H; Mayaux, P; Gallego, J; Richards, T; Malingreau, J. 2002. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science* 297(5583): 999-1002.

Alley, R; Marotzke, J; Nordhaus, W; Overpeck, J; Peteet, D; Pielke Jr, R; Pierrehumbert R; Rhines, P; Stocker, T; Talley, L; Wallace, J. 2003. Abrupt climate change. *Science* 299(5615): 2005-2010.

Alves, D. 2002. Space-time dynamics of deforestation in Brazilian Amazonia. *International Journal of Remote Sensing* 23(14): 2903-2908.

Barreto, P, Amaral, P; Vidal, E; Uhl, C. 1998. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management* 108: 9-26.

Baur, G. 1968. *The Ecological Basis of Rainforest Management*. Sydney, Australia: New South Wales Government. 499 p.

Becker, J. 1998. Examples of sustainable development efforts in Costa Rica. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 5(3): 172-181.

Bennett, E. 2002. Is there a link between wild meat and food security? *Conservation Biology* 16(3): 590-592.

- Bennett, E; Cauley, H; Peters, C; Donovan, R; O'Connor, J; Putz, F; Romero, C; Ghazoul, J. 2001. Timber certification: Where is the voice of the biologist? *Conservation Biology* 15(2): 308-319.
- Blate, G; Putz, F; Zweede, J. 2001. Changing harvesting practices in the Amazon: What facilitates and what impedes the adoption of reduced impact logging in the Brazilian and Bolivian Amazon? *ITTO Newsletter* 11(2):5 p.
- Boltz, F; Colmes, T; Carter, D. 2003. Economic and environmental impacts of conventional and reduced-impact logging in tropical South America: A comparative review. *Forest Policy and Economics* 5(1): 69-81.
- Boo, E. 1990. *Ecotourism: The Potentials and Pitfalls*, 2 volumes. Washington DC: World Wildlife Fund, 71 y 172 p.
- Boza, M. 1988. *Parques Nacionales Costa Rica*. Madrid, España, INCAFO. 271 p.
- Brooks, T; Mittermeier, R; Mittermeier, C; Fonseca, G; Rylands, A; Konstant, W; Flick, P; Pilgrim, J; Oldfield, S; Magin, G; Hilton-Taylor, C. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology* 16(4): 909-923.
- Brown, K; Rosendo, S. 2000. Environmentalists, rubber tappers and empowerment: The politics and economics of extractive reserves. *Development and Change* 31(1): 201-227.
- Bubb, P; Aldrich, M; Sayer, J. 2002. Tropical montane cloud forests-time for action. *Unasylva* 53(208): 36-37.
- Buttoud, G; Karsenty, A. 2001. Ecocertification for tropical forest management. *Revue Forestiere Francaise* 53(6): 691-706.
- Chazdon, R; Coe, F. 1999. Ethnobotany of woody species in second-growth, old-growth, and selectively logged forests of northeastern Costa Rica. *Conservation Biology* 13(6): 1312-1322.
- Clark, D. A; Piper, S; Keeling, C; Clark, D. B. 2003. Tropical rain forest tree growth and atmospheric carbon dynamics linked to interannual temperature variation during 1984-2000. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(10): 5852-5857.
- Coates, A., ed. 2003. *Paseo Pantera: Una Historia de la Naturaleza y Cultura de Centroamerica*. Washington: Smithsonian Books. 302 p.
- De Fries, R; Houghton, R; Hansen, M; Field, C; Skole, D; Townshend, J. 2002. Carbon emissions from tropical deforestation and regrowth based on satellite observations for the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99(22): 14256-14261.
- De Graaf, N; Poels, R; van Rompaey, R. 1999. Effect of silvicultural treatment on growth and mortality of rainforest in Suriname over long periods. *Forest Ecology and Management* 124: 123-135.

Dekker, M; de Graaf, N. 2003. Pioneer and climax tree regeneration following selective logging with silviculture in Suriname. *Forest Ecology and Management* 172(2/3): 183-190.

Dirzo, R; Miranda, A. 1991. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: A case study of the possible consequences of contemporary defaunation. Páginas 273-287 en P. Price, T. Lewinsohn, G. Fernandes y W. Benson, eds. *Plant-Animal Interactions: Evolutionary Ecology in Tropical and Temperate Regions*. New York: Wiley & Sons.

Enquist, C. 2002. Predicted regional impacts of climate change on the geographical distribution and diversity of tropical forests in Costa Rica. *Journal of Biogeography* 29(4): 519-534.

Fa, J; Peres, C; Meeuwig, J. 2002. Bushmeat exploitation in tropical forests: An intercontinental comparison. *Conservation Biology* 16(1): 232-237.

FAO (Food and Agricultural Organization). 1993. *Management and Conservation of Closed Forests in Tropical America*. Rome, Italy, FAO Forestry Paper 101, 141 p.

FAO (Food and Agricultural Organization). 2001. *Global Forest Resources Assessment 2000*. Rome, Italy, FAO Forestry Paper 140.

Fimbel, R; Grajal, A; Robinson, J. 2001. *The Cutting Edge: Conserving Wildlife in Logged Tropical Forests*. New York, Columbia University Press. 808 p.

Fredericksen, T; Pariona, W. 2002. Effect of skidder disturbance on commercial tree regeneration in logging gaps in a Bolivian tropical forest. *Forest Ecology and Management* 171(3): 223-230.

Gascon, C; Lovejoy, T. 1998. Ecological impacts of forest fragmentation in central Amazonia. *Zoology* 101(4): 273-280.

Groombridge, B; Jenkins, M. 2002. *World Atlas of Biodiversity: Earth's Living Resources in the 21st Century*. Berkeley CA, University of California Press. 340 p.

Guariguata, M; Kattan, G. 2002. *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional. 691 p.

Guillard, J. 1999. Contribution to the history of forest management in tropical countries. *Revue Forestiere Francaise* 51: 322-332.

Halpin, P. 1997. Global climate change and natural-area protection. Management responses and research directions. *Ecological Applications* 7(3): 828-843.

Hartshorn, G. 1995. Ecological basis for sustainable development in tropical forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 26: 155-175.

Hartshorn, G; Hartshorn, L; Atmetlla, A; Gómez, L; Mata, A; Mata, L; Morales, R; Ocampo, R; Pool, D; Quesada, C; Solera, C; Solórzano, R; Stiles, G; Tosi Jr., J; Umaña, A; Villalobos, C;

Wells, R. 1982. Costa Rica Perfil Ambiental: Estudio de Caso. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical. 151 p.

Hartshorn, G; Simeone, R; Tosi Jr., J. 1987. Manejo para rendimiento sostenido de bosques naturales: Una sinopsis del proyecto de desarrollo del Palcazú en la Selva Central de la Amazonía Peruana. Páginas 235-243 en J. Figueroa, F. Wadsworth y S. Branham, eds. Management of the Forests of Tropical America: Prospects and Technologies. Río Piedras, Puerto Rico, International Institute of Tropical Forestry.

Hartshorn, G; Peralta, R. 1988. Preliminary description of primary forests along the La Selva-Volcán Barva altitudinal transect, Costa Rica. Páginas 281-295 en F. Almeda y C. Pringle, eds. Tropical Rainforests: Diversity and Conservation. San Francisco CA: California Academy of Sciences.

Hartshorn, G; Hammel, B. 1994. Vegetation types and floristic patterns. Páginas 73-89 en L. McDade, K. Bawa, H. Hespdenheide y G. Hartshorn, eds. La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest. Chicago: University of Chicago Press.

Hartshorn, G; Salafsky, N. 2001. Institutional and economic success as a prerequisite for conservation: The Yánesha Forestry Cooperative in Central Perú. Páginas 590-592 en R. Fimbel, A. Grajal y J. Robinson, eds. The Cutting Edge: Conserving Wildlife in Logged Tropical Forests. New York: Columbia University Press.

Holdridge, L; Grenke, W; Hatheway, W; Liang, T; Tosi Jr. J. 1971. Forest Environments in Tropical Life Zones: A Pilot Study. San Francisco CA, Pergamon Press. 747 p.

Holmes, T; Blate, G; Zweede, J; Pereira Jr. R; Barreto, P; Boltz, F; Bauch, R. 2002. Financial and ecological indicators of reduced impact logging performance in the eastern Amazon Forest Ecology and Management 163(1/3): 93-110.

ITTO. 1990. ITTO Guidelines for the Sustainable Management of Natural Tropical Forests. Yokohama, Japan, ITTO Technical Series (5): 18 p.

James, A; Gaston, K; Balmford, A. 2001. Can we afford to conserve biodiversity? BioScience 51(1): 43-53.

Janzen, D. ed. 1991. Historia Natural de Costa Rica. San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica. 822 p.

Jerozolinski, A; Peres, C. 2003. Bringing home the biggest bacon: A cross-site analysis of the structure of hunter-kill profiles in Neotropical forests. Biological Conservation 111(3): 415-425.

Kleinn, C; Corrales, L; Morales, D. 2002. Forest area in Costa Rica: A comparative study of tropical forest cover estimates over time. Environmental Monitoring and Assessment 73(1): 17-40.

Lawton, R; Nair, U; Pielke Sr. R; Welch, R. 2001. Climatic impact of tropical lowland deforestation on nearby montane cloud forests. Science 294(5542): 584-587.

Lele, U; Viana, V; Verissimo, A; Vosti, S; Perkins, K; Husain, S. 2000. Brazil-Forests in the Balance: Challenges of Conservation and Development. Washington DC, World Bank. 195 p.

Lugo, A. 1995. Management of tropical forests. *Ecological Applications* 5(4): 956-961.

Lugo, A. 1999. Will concern for biodiversity spell doom to tropical forest management? *Science of the Total Environment* 240(1-3): 123-131.

McDade, L; Bawa, K; Hespeneide, H; Hartshorn, G, eds. 1994. *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest*. Chicago, University of Chicago Press. 486 p.

Nadkarni, N; Wheelwright, N, eds. 2000. *Monteverde: Ecology and Conservation of a Tropical Cloud Forest*. New York, Oxford University Press. 573 p.

Nepstad, D; Verissimo, A; Alencar, A; Nobre, C; Lima, E; Lefebvre, P; Schlesinger, P; Potter, C; Moutinho, P; Mendoza, E; Cochrane, M; Brooks, V. 1999. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature* 398(6727): 505-508.

Nepstad, D; Carvalho, G; Barros, A; Alencar, A; Capobianco, J; Bishop, J; Moutinho, P. 2001. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management* 154(3): 395-407.

Nittler, J; Nash, D. 1999. The certification model for forestry in Bolivia. *Journal of Forestry* 97: 32-36.

Ocaña, J; Tosi Jr., J; Hartshorn, G; Simeone, R; Divney, T; Aspinall, W; Bolaños, R; Krones, M; Greub, H; Brack, A; Low, F; Fernández-Dávila, P; Pariona, W; Zagarra, O; Farfán, J; Rada, O. 1990. *Manejo de Bosques Naturales de la Selva Alta del Perú: Estudio de Caso del Valle del Palcazú*. Lima, Perú, INADE - APODESA y Centro Científico Tropical. 233 p.

Parrotta, J; Knowles, O. 1999. Restoration of tropical moist forests on bauxite-mined lands in the Brazilian Amazon. *Restoration Ecology* 7(2): 103-116.

Parrotta, J; Knowles, O. 2001. Restoring tropical forests on lands mined for bauxite: Examples from the Brazilian Amazon. *Ecological Engineering* 17(2/3): 219-239.

Pereira, R; Zweede, Jr., J; Asier, G; Séller, M. 2002. Forest canopy damage and recovery in reduced-impact and conventional selective logging in eastern Para, Brazil. *Forest Ecology and Management* 168(1/3): 77-89.

Perl, M; Kiernan, J; McCaffrey, D; Buschbacher, R; Batmanian, G. 1991. *Views from the Forest: Natural Forest Management Initiatives in Latin America*. Washington DC, World Wildlife Fund. 30 p.

Primack, R; Rozzi, R; Feinsinger, P; Dirzo, R; Massardo, F. 1998. *Fundamentos de Conservación Biológica: Perspectivas Latinoamericanas*. México, Fondo de Cultura Económica. 797 p.

- Putz, F; Blate, G; Redford, K; Fimbel, R; Robinson, J. 2001. Tropical forest management and conservation of biodiversity: An overview. *Conservation Biology* 15(1): 7-20.
- Reaka-Kudla, M; Wilson, D; Wilson, E. eds. 1997. *Biodiversity II: Understanding and Protecting our Biological Resources*. Washington DC, Joseph Henry Press. 551 p.
- Redford, K. 1992. The empty forest. *BioScience* 42: 412-422.
- Reiche, C. 1999. Technologies for sustainable forest management in the Northern Zone, Costa Rica. Páginas 184-194 en F. Pichón, J. Uquillas y J. Frechione, eds. *Traditional and Modern Natural Resource Management in Latin America*. Pittsburgh PA, University of Pittsburgh Press.
- Sánchez-Azofeifa, A; Daily, G, Pfaff, A; Busch, C. 2003. Integrity and isolation of Costa Rica's national parks and biological reserves: Examining the dynamics of land-cover change. *Biological Conservation* 109(1): 123-135.
- Sayer, J; Whitmore, T. 1991. Tropical moist forests: Destruction and species extinction. *Biological Conservation* 55(2): 199-213.
- Schwartzman, S; Moreira, A; Nepstad, D. 2000. Rethinking tropical forest conservation: Perils in parks. *Conservation Biology* 14(5): 1251-1357.
- Shanley, P, Luz, L; Swingland, I. 2002. The faint promise of a distant market: A survey of Belén's trade in non-timber forest products. *Biodiversity and Conservation* 11(4): 615-636.
- Simberloff, D. 1986. Are we on the verge of a mass extinction in tropical rain forests? Páginas 165-180 en D. Elliott, ed. *Dynamics of Extinction*. New York: Wiley.
- Thiollay, J. 1999. Responses of an avian community to rain forest degradation. *Biodiversity and Conservation* 8(4): 513-534.
- Thiollay, J. 2002. Avian diversity and distribution in French Guiana: Patterns across a large forest landscape. *Journal of Tropical Ecology* 18(4): 471-498.
- Veríssimo, A; Cochrane, M; Sousa Jr, C. 2002. National forests in the Amazon. *Science* 297(5586): 1478.
- Webb, E. 1997. Canopy removal and residual stand damage during controlled selective logging in lowland swamp forest of northeast Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 95(2): 117-129.
- Williams-Linera, G; Manson, R; Isunza Vera, E. 2002. Fragmentation of the montane cloud forest and patterns of land use in western Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques* 8(1): 73-89.
- Wilson, E. O. 1999. *The Diversity of Life*. New York: Norton. 424 p.