

CAPÍTULO 1

DEFORESTACIÓN TROPICAL: UNA AMENAZA PARA LA VIDA EN LA TIERRA

Los bosques tropicales, que son el hogar de alrededor de la mitad de las especies de plantas y animales terrestres, están siendo destruidos a un ritmo sin precedentes en la historia geológica. El resultado es una ola de extinción de especies, que está dejando a nuestro planeta biológicamente empobrecido y ecológicamente menos estable. A pesar de que estos hechos son ampliamente aceptados por los científicos, calcular las cifras exactas de las tasas de deforestación tropical y de la pérdida de especies no es sencillo.

1.1 Ritmo y causas de la deforestación tropical

¿Con qué rapidez se están destruyendo los bosques tropicales?

Desde los tiempos pre-industriales, el área de los bosques tropicales de la Tierra se ha reducido en un 35–50% (Wright & Muller-Landau, 2006). Si las pérdidas continúan al ritmo actual, los últimos restos de bosque tropical primario desaparecerán, probablemente entre 2100 y 2150, aunque el cambio climático global (si no se controla) aceleraría, sin duda, el proceso.

La Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO) provee las estimaciones globales más completas de la cobertura de bosques forestales, ya que recopila las estadísticas de los organismos forestales de muchos países diferentes (FAO, 2009). Sin embargo, estas estimaciones están lejos de ser perfectas y son frecuentemente revisadas a medida que los métodos de estudio se vuelven más fiables. Además, las definiciones de ‘bosque’ varían (por ejemplo, a veces se incluyen a las plantaciones y a veces no), se debate muchas veces sobre dónde está el ‘margen’ de un bosque, y las tecnologías de información geográfica están cambiando constantemente. Una revisión de las estimaciones de la FAO por Grainger (2008) informa de que, entre 1980 y 2005, el área de bosques tropicales naturales¹ a nivel mundial se redujo de 19.7 a 17.7 millones km² (Tabla 1.1), una pérdida de un promedio de aproximadamente 0.37% al año.

La pérdida de **bosques primarios**² originales, representa una especial preocupación para la conservación de la biodiversidad³. Globalmente⁴, la FAO (2006) estima que un promedio de 60,000 km² de bosque primario ha sido destruido o modificado sustancialmente cada año desde 1990, con solo dos países tropicales, Brasil e Indonesia, que acaparan el 82% de esta pérdida global. En cuanto a los porcentajes de pérdida, tanto Nigeria como Vietnam perdieron más de la mitad de sus bosques primarios restantes entre el 2000 y el 2005, mientras que Camboya perdió 29% y Sri Lanka y Malawi perdieron 15% cada uno (FAO, 2006).

Tabla 1.1. Cobertura natural de bosques tropicales t¹ (millón km²), 1980–2005 (adaptado de Grainger (2008)).

Región	1980 ^a	1990 ^b	2000 ^b	2005 ^b
África	7.03	6.72	6.28	6.07
Asia-Pacífico	3.37	3.42	3.12	2.96
América Latina	9.31	9.34	8.89	8.65
Totales	19.71	19.48	18.29	17.68

Fuentes: Evaluación de Recursos Forestales Globales de la Organización para la Alimentación y Agricultura, ^a1981 y ^b2006. Adaptado de Grainger (2008).

¹ “ Toda la vegetación leñosa natural con >10% de cubierta de copa, excluidas las plantaciones madereras, matorrales, etc.”

² Bosques de especies nativas, con procesos ecológicos no perturbados y sin impactos serios causados por actividad humana.

³ La biodiversidad es la variedad de formas de vida, incluyendo genes, especies y ecosistemas (Wilson, 1992). En este libro usamos el término, para referirnos a todas las especies que naturalmente, comprenden la flora y fauna de los bosques forestales, excluido las especies exóticas domesticadas.

⁴ Excluido Rusia.

1.1 RITMO Y CAUSAS DE LA DEFORESTACIÓN TROPICAL

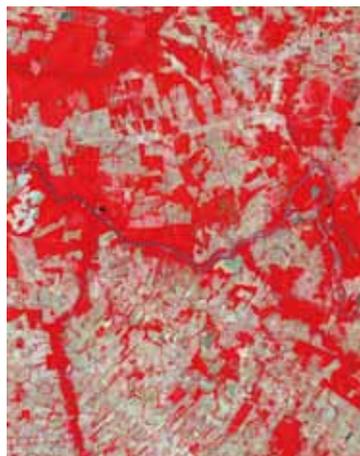


La línea divisoria de la deforestación tropical—en este caso para el establecimiento de plantaciones de palmas de aceite en el sudeste asiático. Esta destrucción 'al por mayor' es la causa principal de la crisis de la biodiversidad y está contribuyendo sustancialmente al calentamiento global. (Photo:A. McRobb).

Aunque las estimaciones globales de pérdida de bosques tropicales puedan ser problemáticas, hay varios ejemplos muy bien documentados de deforestación severa y rápida a nivel regional. Por ejemplo, entre 1990 y 2000, la isla indonesia de Sumatra perdió el 25.6% de su cobertura forestal (por lo menos 50,078 km² de bosque). La escala de destrucción está bien ilustrada en Google Earth (www.sumatranforest.org/sumatranWide.php)

En la Amazonía brasileña, la cobertura forestal se ha reducido un 10% (377,108 km²) desde 1988. Alrededor del 80% de la pérdida de bosque ha sido causada por el clareo para la ganadería, y el resto mayormente por la construcción de carreteras. Sin embargo, hasta el 30% de las áreas deforestadas podrían estar en un proceso de regeneración natural (Lucas *et al.*, 2000).

Es muy probable que continúe la pérdida de bosque tropical primario y su reemplazo con bosque secundario, a pesar de existir una mayor preocupación por la biodiversidad, el impacto en el medio ambiente y el cambio climático. Por consiguiente, mientras que la conservación de los restos de bosque primario sigue siendo importante, el manejo del bosque tropical secundario en proceso de regeneración se está convirtiendo rápidamente en uno de los temas globales para minimizar las pérdidas de biodiversidad.



La deforestación en el estado brasileño de Mato Grosso, después del asfaltado de la carretera BR 364 (bosque en rojo): izquierda 1992, derecha 2006 (Fuente: NASA Earth Laboratory).

¿Por qué son destruidos los bosques tropicales?

La última causa de la destrucción de bosques tropicales es: demasiada gente haciendo demasiadas demandas en tierras demasiado pequeñas. La ONU (2009) predice que la población humana superará los 9 billones para el 2050, (más de 7 billones en el momento de escribir esto), vamos en camino de exceder la capacidad de la Tierra, que se estima son unos 10 billones (United Nations, 2001). El destino de los bosques tropicales, y el de la mayoría de los ecosistemas naturales, depende en última instancia, del control del crecimiento de la población humana y del consumo.

En la mayoría de países tropicales, la destrucción de los bosques empieza normalmente con la explotación maderera. Para ello se despejan áreas de bosque para construir caminos y, al agotarse la provisión de madera, la gente rural sin tierra sigue a los leñadores en busca de tierras agrícolas. Los árboles restantes son talados y reemplazados con agricultura en pequeña escala. Al comienzo, los pequeños productores practicarán una agricultura de roza-y-quema de baja intensidad, pero al aumentar la presión de la creciente población sobre la tierra, se van adoptando típicamente sistemas de agricultura más intensivos. Al aumentar el valor de la tierra, los pequeños agricultores venden a menudo sus tierras a grandes compañías agrícolas, que van avanzando y despejando bosques en otras partes.



La deforestación tropical empieza frecuentemente con la explotación para la industria maderera, pero muchos otros factores están involucrados.

Haciendo carbón en Brasil. La dependencia de más de 80% de la gente en países en desarrollo de leña o carbón para cocinar sus alimentos, contribuye significativamente a la degradación de los bosques. (Photo:A. McRobb).

Sin embargo, la explotación maderera está ahora descendiendo como causa primaria de la pérdida de bosques tropicales, ya que ahora se produce más madera proveniente de plantaciones. Asia-Pacífico lleva la delantera en plantaciones de silvicultura, con un total de 90 millones de ha de plantaciones para la producción maderera en el 2005. De modo que, a pesar de que la explotación maderera ha sido históricamente la causa principal de la deforestación tropical, ahora ha sido superada por el surgimiento exponencial de la demanda de tierra agrícola, impulsada por los mercados globales (Butler, 2009).

En África, más de la mitad (59%) de la deforestación es ejecutada por familias que van estableciendo granjas de pequeña escala. Mientras que en América Latina la deforestación es principalmente (47%) el resultado de la agricultura industrial, causada por la demanda global de productos agrícolas. En Asia, la conversión de bosques a granjas de pequeña escala, y el reemplazamiento de la agricultura migrante con prácticas de agricultura más intensiva, representan el 13% y el 23% de deforestación respectivamente, mientras que la agricultura industrial, particularmente palma de aceite y plantaciones de caucho, representan el 29% (FAO, 2009).



1.2 CONSECUENCIAS DE LA DEFORESTACIÓN TROPICAL



El bosque montano ha sido destruido para establecer plantaciones de té en Likombe, Camerún. (Foto:A. McRobb)



Un paisaje de sobre-pastoreo en el noreste de Brasil. (Foto:A. McRobb)

El desarrollo de infraestructuras, especialmente carreteras y presas, también puede tener un efecto muy destructivo en los bosques tropicales. Aunque este tipo de desarrollo tiene un impacto en áreas relativamente pequeñas de bosque, se van abriendo más áreas de bosque para asentamientos, a la vez que se fragmentan, dejando aisladas a pequeñas poblaciones de vida silvestre que continuamente se van reduciendo.

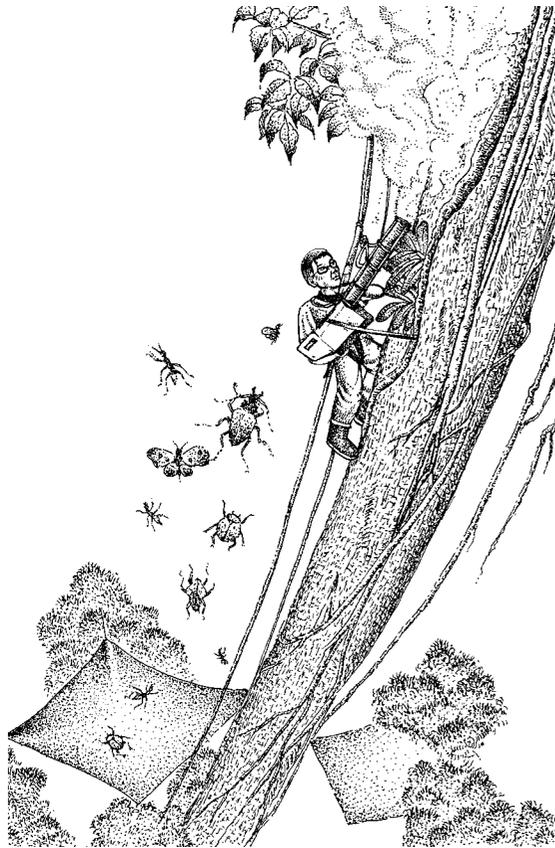
Finalmente, un gobierno débil es el factor principal para que la deforestación se lleve a cabo. Aunque la mayoría de los países tienen leyes que controlan la explotación forestal, los departamentos forestales muchas veces carecen de la autoridad y la financiación necesarias para hacerlas cumplir. Por consiguiente, en muchos países tropicales, más de la mitad de la producción de madera es extraída ilegalmente (Agencia de Investigación del Medio Ambiente, 2008). Los guardabosques reciben muchas veces sueldos muy bajos y son por ello fácilmente presa de la corrupción. Las comunidades locales son marginadas cuando se trata de tomar decisiones y van perdiendo su sentido de gobierno del bosque. Por ello, reforzar las instituciones gubernamentales y a la vez dar más poder a las comunidades locales, es fundamental para la supervivencia de los bosques tropicales de la Tierra.

1.2 Consecuencias de la deforestación tropical

Los efectos desastrosos de la destrucción de los bosques tropicales han sido muy bien documentados durante décadas (Myers, 1992). La preocupación más grave es que se trata del evento de extinción más grande en la historia geológica de nuestra Tierra.

¿Cuánta biodiversidad se está perdiendo?

Aunque los bosques tropicales solamente cubren hoy alrededor del 13.5% de la Tierra, son el hogar de más de la mitad de especies de plantas y animales terrestres. De modo que no es de extrañar que su destrucción esté causando la extinción de una proporción sustancial de la biota terrestre. Sin embargo, es difícil saber la cifra exacta de especies que probablemente morirán como resultado de la deforestación tropical, pues no existe una lista definitiva de todas las especies de los bosques tropicales. Los vertebrados y las plantas vasculares han sido bastante bien caracterizadas y censadas, aunque no son raros los descubrimientos de nuevas especies, de modo que esta tarea no está completa. Pero son los animales más pequeños, particularmente



En los años ochenta 1980, la nebulización de insectos en los doseles de bosques tropicales empezó a mostrar que la biodiversidad de la Tierra era mucho más alta de lo que cualquiera hubiera esperado, y que la destrucción del bosque tropical era la amenaza principal para ésta.

tropicales en las últimas tres décadas. Un estudio más reciente, de Ødegaard (2008), que probó algunas de las suposiciones de Erwin, sugirió que la fauna artrópoda global podría estar cerca de 5–10 millones de especies.

Si contar las especies vivientes es problemático, contar las extinguidas lo es aún más. La existencia continuada de una especie se verifica con una sola observación, pero es imposible tener la certeza de que una especie está extinta, ya que podría persistir en lugares donde los biólogos no han hecho prospecciones. Sigue habiendo re-descubrimientos de 'especies' extintas, de modo que tenemos que confiar en la teoría biológica de los conteos directos de especies para estimar la tasa de extinciones.

El modelo más ampliamente aplicado es la curva del área de las especies, que se deriva del conteo de especies en parcelas de muestreo consecutivas y del mismo tamaño. Al aumentar la cantidad de parcelas de muestreo, la cantidad acumulativa de las especies descubiertas aumenta. Al comienzo el aumento es rápido, pero luego la curva se nivela al añadirse más parcelas de muestreo, a la vez que hay menos especies a descubrir. La cantidad de nuevas especies en cada parcela de muestreo posterior disminuye finalmente a cero, cuando todas las especies han sido descubiertas, y así la curva del área de especies alcance su asíntota superior.

Para estimar las tasas de extinción, las curvas de áreas de especies se usan al revés, para contestar a la pregunta: "¿cuántas especies desaparecerán al reducirse el área de un hábitat?". Usando esta lógica, Wilson (1992) estimó que alrededor de 27,000 especies de bosques tropicales se extinguen cada año, en base a tasas publicadas de destrucción de bosques y una curva de área de especies, que predice una disminución eventual del 50% en cantidades de especies, cuando el área de un bosque se reduce un 90% (Figura 1.1).

los insectos y otros artrópodos, que forman la mayor parte de la biodiversidad tropical y no hay suficientes taxónomos trabajando en los trópicos para identificar y contar todas estas especies.

En los años ochenta, el trabajo de Terry Erwin empezaba a revelar cuántas especies de artrópodos podría haber en los bosques tropicales. Erwin (1982) estudió las comunidades de escarabajos en las copas de árboles tropicales. Usó una máquina de nebulización con insecticida, colocada en las copas, para capturar a los insectos. En las copas de una sola especie de árbol (*Luehea seemannii*), encontró 1,100 especies de escarabajos, de los cuales alrededor de 160 vivían exclusivamente en esa especie de árbol. Como los escarabajos representan el 40% de las especies de insectos, podemos estimar que las copas de *L. seemannii* probablemente alberguen alrededor de 400 especies de insectos especializados, junto a otras 200 especies que viven en otras partes del árbol. La cantidad de especies de árboles tropicales conocidas por la ciencia es alrededor de 50,000. Si cada una de éstas sustenta una cantidad de especies de insectos especializados similar a *L. seemannii*, los bosques tropicales del mundo podrían sustentar alrededor de 30 millones de especies de insectos.

Aunque este cálculo se basa en muchas suposiciones (mayormente aún sin verificar) y en trabajos que ya tienen 30 años, sigue siendo una de las estimaciones más ampliamente citadas de biodiversidad tropical; un triste reflejo del progreso de la taxonomía en los bosques

1.2 CONSECUENCIAS DE LA DEFORESTACIÓN TROPICAL

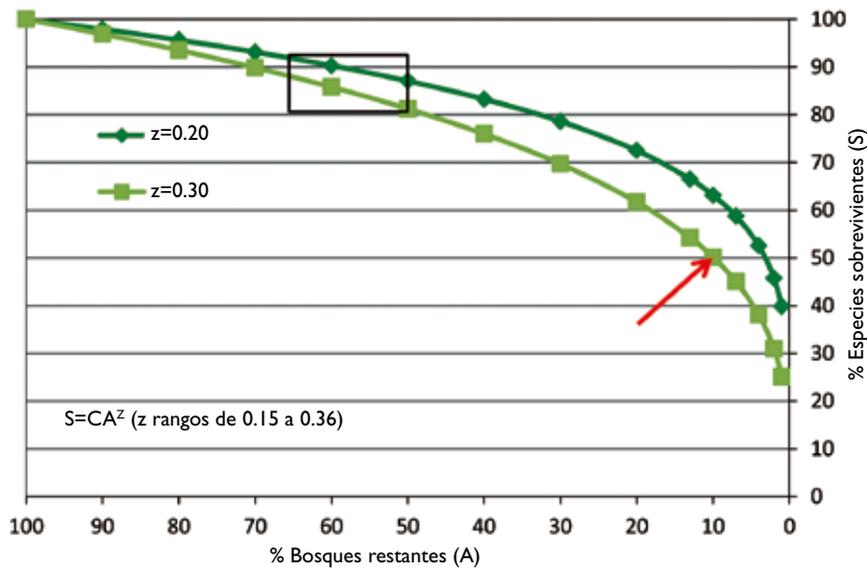


Figura 1.1. A pesar de sus defectos, los modelos de áreas de especies todavía contribuyen a la predicción de las tasas de extinción. Para los bosques tropicales, los valores del parámetro 'z' varían de 0.2 a 0.35 (de estudios empíricos). Un valor de 0.3 predice un 50% de disminución de la biodiversidad, con 90% de pérdida de bosque (flecha). El rectángulo muestra un 8–20% de pérdida de especies tropicales desde los tiempos pre-industriales (suponiendo un 35–50% de reducción en la cobertura de bosques tropicales).

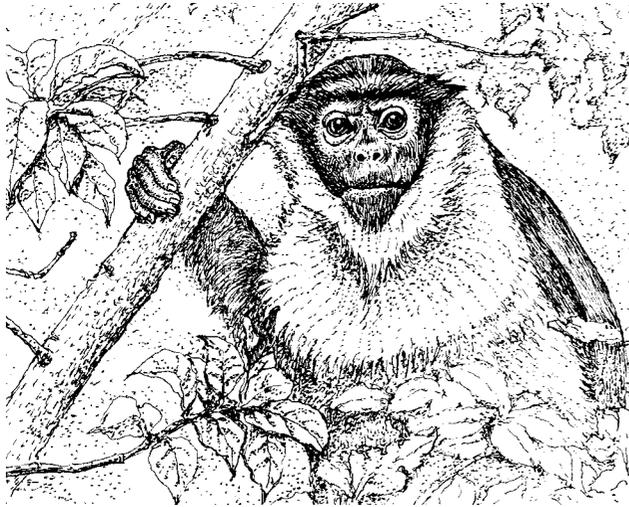
Wright y Muller-Landau (2006) también incorporaron las relaciones de áreas de especies en sus análisis de extinción de especies tropicales. Asimismo demostraron que hay una relación negativa entre las densidades de poblaciones humanas, especialmente en áreas rurales, y la cobertura forestal. Estos autores pronosticaron la continua pérdida de bosques primarios debido a la explotación maderera, pero esperaban una caída de la densidad de la población en los países tropicales para el 2030, que resultaría en la regeneración de bosques secundarios en las tierras abandonadas. Por consiguiente, pronosticaron poco cambio en la cobertura de bosques en general para los siguientes 20 años, aunque la mayoría de los bosques primarios serían reemplazados por bosques secundarios, con estos últimos proporcionando refugio para la mayoría de especies de bosques tropicales⁵. Al aplicar las relaciones de las áreas de especies a este escenario, los autores proyectaron extinciones de especies del 21–24% en Asia, 16–35% en África y 'significativamente menos' en América Latina para el año 2030.

Hay varios problemas con estas proyecciones. El primero es que las relaciones de áreas de especies se basan en el área total de bosques restantes, antes que en el tamaño de los fragmentos individuales de bosque. Si la cobertura total de los bosques de un país es alta pero esos bosques están altamente fragmentados, cada fragmento podría no ser lo suficientemente grande como para sustentar poblaciones viables de plantas y animales. En esta situación, la endogamia gradualmente acabará con cada pequeña población, fragmento por fragmento, y conforme las especies van desapareciendo, la red de las relaciones entre las especies, que es vital para el mantenimiento de la biodiversidad de los bosques tropicales, se dismantelará. A medida que las plantas pierden a sus polinizadores, las especies que dispersan sus semillas fracasarán en su reproducción; al morir las especies claves, una cascada de extinciones reducirá la rica biodiversidad de los bosques tropicales a unas pocas especies herbáceas comunes que dominarán el paisaje. De modo que no es solamente la tasa general de deforestación la que acelera la extinción, sino también el grado en el que el bosque restante está fragmentado.

Otro problema es la suposición de Wright and Muller-Landau de que el bosque tropical secundario proveerá refugio para especies de bosques primarios (Gardner *et al.*, 2007), especialmente si estas áreas están separadas por vastos campos agrícolas, que no pueden ser atravesados por la mayoría de especies de bosques primarios. El problema, entonces, tiene más que ver con la fragmentación de los bosques, que con el hecho de tratarse de un bosque 'secundario' o 'primario'. Y por último, su análisis no considera los efectos de la caza y del cambio climático global en la extinción de especies.

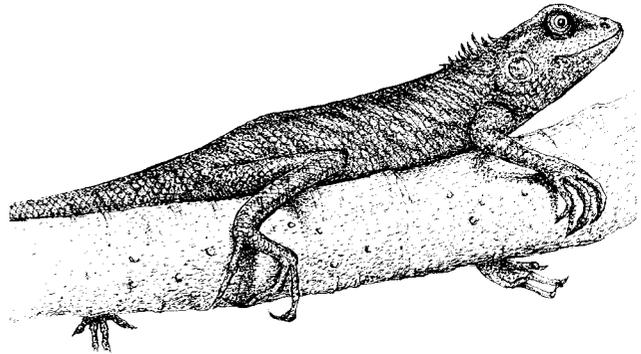
⁵ En Asia, los bosques secundarios fragmentados ya cubren un área más grande que los bosques primarios (Silk, 2005).

Sólo algunas de las muchas especies de animales tropicales amenazadas de extinción como resultado directo de la deforestación.



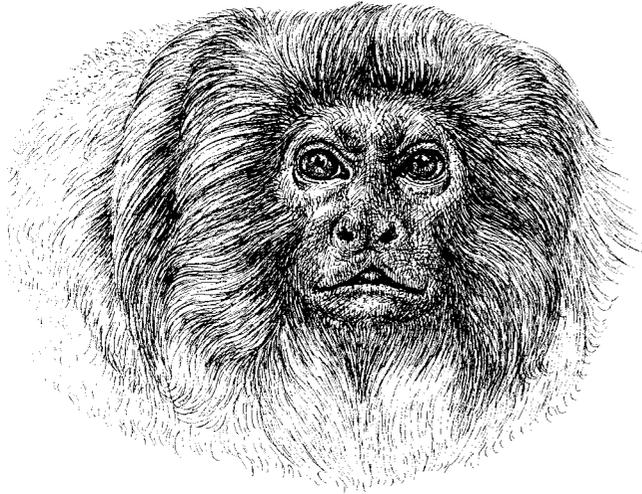
El espectacular cercopiteco diana (*Cercopithecus diana*) ha sido llevado peligrosamente casi a la extinción, debido a la conversión de los bosques de África Occidental en tierras agrícolas. Ahora, la caza pone en peligro los pocos animales que quedan.

El lagarto de espinas pequeñas (*Calotes liocephalus*) es endémica al bosque montano húmedo en Sri Lanka. Está amenazada por la destrucción y fragmentación del hábitat, debido al cultivo de cardamomo, el pastoreo y la tala.



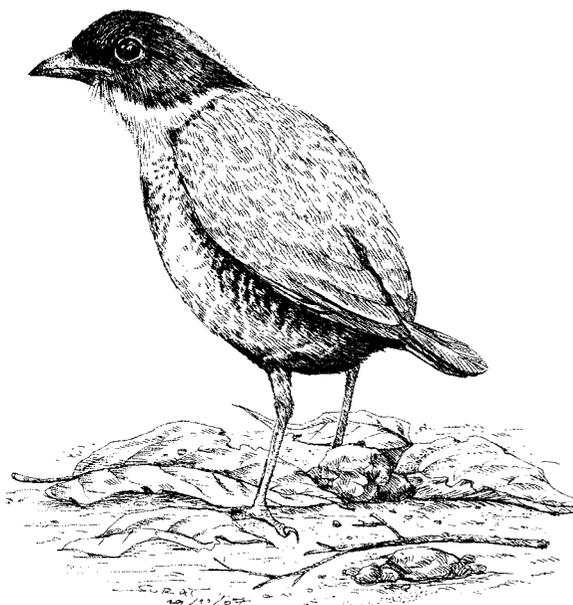
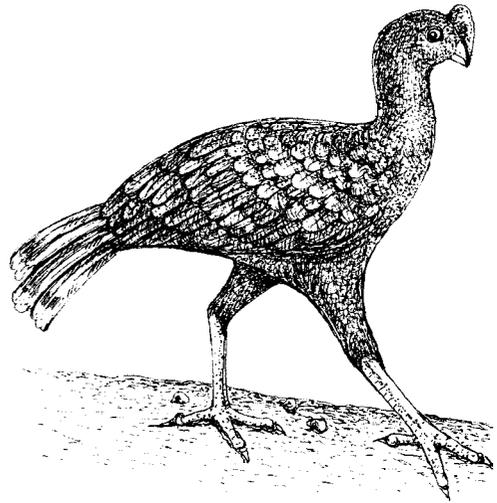
El gato de cabeza plana (*Prionailurus planiceps*) está en peligro en Indonesia y Malasia, principalmente debido a la conversión de su hábitat en bosques tropicales en plantaciones de palma.

1.2 CONSECUENCIAS DE LA DEFORESTACIÓN TROPICAL



El tamarino león dorado (*Leontopithecus rosalia*) es endémico a los bosques costeros de las tierras bajas de Rio de Janeiro, uno de los tipos más amenazados de los bosques tropicales. Hoy reducido a menos de 1,000 individuos, la especie continúa tambaleándose al borde de la extinción, a pesar de un programa de reintroducción.

El paujil de Alagoas (*Mitu mitu*) está extinguido en el mundo silvestre debido a la destrucción del bosque primario de tierras bajas en Brasil. Por consiguiente, el ecosistema de este bosque ha perdido un importante dispersador de semillas. Dos poblaciones en cautividad son la única esperanza que queda para la supervivencia de la especie.



El pita de Gurney (*Pitta gurneyi*) ya ha sido declarada extinta debido a la transformación de bosques tropicales perennifolios de tierras bajas, en plantaciones de caucho y palmas, en Tailandia y Birmania. Su redescubrimiento en 1986 fue seguido por los esfuerzos frenéticos de proteger, restaurar y 'desfragmentar' las minúsculas manchas de bosque en el sitio del descubrimiento. www.birdlife.org/news/features/2003/06/gurneys_pitta_stronghold.html

CAPÍTULO 1 DEFORESTACIÓN TROPICAL – UNA AMENAZA PARA LA VIDA EN LA TIERRA

Aunque la pérdida de entre un cuarto y un tercio de la biodiversidad tropical en los próximos 20 años es grave, muchos científicos argumentan que Wright y Muller-Landau realmente subestimaron las extinciones tropicales. El aumento de la industria y las plantaciones agrícolas, como las principales causas de la deforestación tropical, podría invalidar la premisa de la relación entre las poblaciones humanas y la deforestación. La ganadería, las plantaciones de árboles y la producción de bio-combustible, a menudo incrementan la deforestación, a la vez que reducen la densidad de la población humana.

Se necesita claramente un modelo mejor para las estimaciones de las tasas de extinción, pero desarrollar predicciones cada vez más precisas de extinciones de especies no resolverá el problema. En un mundo en el que los bosques secundarios reemplazarán en gran parte a los bosques primarios, la supervivencia de la mayoría de especies dependerá de que los bosques secundarios crezcan bien, sustenten una veloz recuperación de la biodiversidad y estén bien conectados, de modo que ecológicamente se parezcan lo más rápido posible a los bosques primarios. La ciencia de la reforestación de bosques tropicales puede, seguramente, ayudar con esto.

Contribución de la deforestación tropical al cambio climático global

La deforestación contribuye significativamente al cambio climático global. El dióxido de carbono (CO_2), liberado al despejar o quemar los bosques tropicales contribuye actualmente, entre todas las actividades humanas, alrededor del 15% del total del CO_2 emitido a la atmósfera (Union of Concerned Scientists, 2009). El resto proviene de la quema de combustible fósil. En varios países, la deforestación y degradación son la mayor fuente de emisiones de CO_2 , con Brasil e Indonesia juntos, representando casi la mitad de las emisiones de CO_2 globales de la deforestación tropical (Boucher, 2008).

Los bosques tropicales almacenan el 17% del total de carbón contenido en toda la vegetación terrestre de la Tierra. El promedio pan-tropical es de aproximadamente 240 toneladas de carbón almacenado por hectárea de bosque, más o menos divididas en partes iguales entre los árboles y el suelo (IPCC, 2000). Los bosques tropicales más secos almacenan menos de este promedio, mientras que bosques húmedos almacenan más. En contraste, las tierras de cultivo en promedio solo almacenan 80 toneladas por hectárea (casi todo en el suelo). De manera que, en promedio, despejar 1 hectárea de bosque tropical para agricultura emite aproximadamente un neto de 160 toneladas de carbón, a la vez que reduce la futura absorción de carbono, al reducir el sumidero de carbono global. Además, la agricultura (particularmente los cultivos de arroz y actividades ganaderas) frecuentemente libera cantidades sustanciales de metano, que es 20 veces más eficiente en mantener el calor en la atmósfera que CO_2 .

Estos hechos demuestran que, aunque la deforestación global contribuya significativamente al cambio climático global, la restauración de bosques podría ser una parte significativa de la solución.

Deforestación y recursos de agua

Los bosques tropicales producen enormes cantidades de hojarasca, que forman suelos ricos en material orgánico, capaces de almacenar grandes cantidades de agua por unidad de volumen. Estos suelos absorben el agua durante la estación de lluvia, ayudando así a rellenar los acuíferos y asegurando que el agua sea liberada lentamente durante la estación de sequía. La deforestación resulta en el incremento del total de la cosecha de agua desde una cuenca (al remover los árboles que transpiran agua a través de sus hojas), pero este aumento de la productividad frecuentemente se vuelve más estacional. Sin la contribución de la hojarasca en el suelo, ni de las raíces de los árboles para reducir la erosión del suelo, la capa superior de éste (que es la que absorbe), es rápidamente arrasada. La compactación del suelo (que resulta de la exposición a

1.2 CONSECUENCIAS DE LA DEFORESTACIÓN TROPICAL



La deforestación puede causar que las fuentes de agua se sequen en la estación seca, como se ilustra aquí en el noreste de Brasil.

lluvias intensas), la desaparición de la fauna del suelo, el sobre-pastoreo y la construcción de carreteras, todo junto, reduce la infiltración del agua de lluvia en el suelo y la recarga de los acuíferos. De modo que en la estación de lluvia, las tormentas provocan rápidas crecidas de agua en las cuencas, muchas veces ocasionando inundaciones. Por el otro extremo en la estación seca, las cuencas no pueden retener suficiente agua para sostener el flujo del arroyo. Los arroyos se secan y la producción agrícola se deteriora (Bruijnzeel, 2004).

La deforestación aumenta dramáticamente la erosión del suelo, especialmente donde el sotobosque y el compostaje del suelo están dañados (Douglas, 1996; Wiersum, 1984). Esto, a su vez, causa la sedimentación de los arroyos, ríos y reservorios, la cual reduce la vida de los sistemas de irrigación que son vitales para la agricultura río abajo.

Los efectos de la deforestación en las comunidades

Las personas que viven cerca de bosques son los primeros en ser afectadas por la deforestación, al perder los beneficios medio ambientales descritos arriba, así como comida, medicina, combustible y materiales de construcción.

Millones de personas que viven en los bosques dependen de sus productos para su subsistencia. En épocas de necesidad, la recolección y la venta de estos productos garantizan una red de seguridad para la gente rural pobre (Ros-Tonen & Wiersum, 2003). Para unos pocos, el comercio de productos forestales provee un ingreso en efectivo significativo y regular, aunque los problemas de comercialización y el cambio de estilos de vida han limitado el desarrollo comercial de esta industria (Pfund & Robinson, 2005).

Puesto que la mayoría de los productos del bosque no son comprados o vendidos en los mercados, su valor no contribuye al desarrollo de los índices económicos, como el producto interior bruto (PIB). De ahí que su importancia sea muchas veces ignorada por las respectivas autoridades, que sacrifican el bosque para otros usos. Por consiguiente, la pobreza empeora, a la vez que los pobladores locales se ven forzados a gastar su dinero en efectivo para comprar sustitutos para sus productos de bosque perdidos. Paradójicamente, estas transacciones se ven reflejadas en favor del PIB, dando la falsa impresión de crecimiento económico.

1.3 ¿Qué es la restauración de bosque?

La reforestación y la restauración de bosque no siempre son lo mismo

‘Reforestación’ significa diferentes cosas para diferentes personas (Lamb, 2011) y el término puede referirse a acciones que convierten cualquier tipo de cobertura de árboles en tierra deforestada. La agro-silvicultura, silvicultura comunitaria, plantaciones forestales etc. son tipos de ‘reforestación’. En los trópicos, las plantaciones de árboles son la forma más común de reforestación. Plantaciones de una sola especie de la misma edad (muchas veces exóticas) podrían necesitarse para responder a las demandas económicas de productos de madera y aliviar la presión sobre los bosques naturales. Sin embargo, éstas no pueden proveer la gama de hábitats para todas las especies de plantas y animales que alguna vez formaron el ecosistema del bosque que reemplazan.

La restauración de bosque es una forma especializada de restauración, pero a diferencia de las plantaciones industriales, su objetivo es la recuperación⁶ de la biodiversidad y la protección del medio ambiente. La definición de restauración de bosque usada en este libro es:

... “las acciones para restaurar los procesos ecológicos que aceleran la recuperación de la estructura del bosque, el funcionamiento ecológico y los niveles de biodiversidad hacia aquellos que son típicos de los bosques clímax”...

... es decir, la fase final de la sucesión natural de bosques — los ecosistemas relativamente estables que han desarrollado la biomasa, complejidad estructural y la máxima diversidad de especies posible dentro de los límites impuestos por el clima y el suelo, y sin perturbaciones continuas causadas por humanos (ver **Sección 2.2**). Esto representa el ecosistema-objetivo que se aspira a lograr a través de la restauración.

Puesto que el clima es un factor central que determina la composición del bosque clímax, los cambios en el clima pueden alterar el tipo de bosque clímax en algunas áreas y así podrían cambiar el objetivo de la restauración (ver **Secciones 2.3 y 4.2**).

La restauración de bosque puede incluir la protección pasiva de la vegetación remanente (ver **Sección 5.1**) o intervenciones más activas para acelerar la regeneración natural (RNA, ver **Sección 5.2**), así como plantar árboles (ver **Capítulo 7**) y/o sembrar semillas (siembra directa) de especies que son representativas del ecosistema-objetivo. Las especies de árboles que son plantadas (o alentadas a establecerse) deben ser aquellas típicas de, o proveer una función ecológica crucial en, el ecosistema-objetivo. Cuando la gente vive cerca de sitios de restauración, las especies económicas pueden ser incluidas entre las silvestres para poder generar productos de subsistencia o generar ingresos en efectivo.

La restauración de bosques es un proceso inclusivo, que fomenta la colaboración entre una amplia gama de partes interesadas, incluyendo la gente local, autoridades del gobierno, organizaciones no gubernamentales, científicos y organismos de financiación. Su éxito se mide en términos del incremento de la diversidad biológica, la biomasa, la productividad primaria, el material orgánico del suelo y la capacidad de almacenamiento de agua, así como el regreso de especies claves raras que son características del ecosistema-objetivo. (Elliott, 2000). Los índices económicos de

⁶ A través de este libro, ‘recuperación de la biodiversidad’ se refiere a la re-colonización de un sitio por las especies de plantas y animales que originalmente vivieron en el ecosistema del bosque clímax. Excluye las especies exóticas y domésticas.

éxito pueden incluir el valor de los productos del bosque y los servicios ecológicos generados (por ejemplo, protección de las cuencas, almacenamiento de carbono etc.), que contribuyen a la reducción de la pobreza.

¿Cuándo es apropiada la restauración de bosque?

La restauración es siempre apropiada cuando la recuperación de la biodiversidad es el objetivo principal de la reforestación, ya sea para la conservación de la vida silvestre, la protección medio ambiental, el ecoturismo o para abastecer a las comunidades con una amplia variedad de productos del bosque. Los bosques pueden ser restaurados en una amplia gama de circunstancias, pero los sitios degradados dentro de las áreas protegidas tienen prioridad, especialmente allí donde permanece parte de bosque clímax como una fuente de semillas. Incluso en áreas protegidas, hay frecuentemente grandes zonas deforestadas; áreas que han sido taladas o sitios que alguna vez fueron despejados para la agricultura. Si las áreas protegidas han de cumplir su papel como los últimos refugios de vida silvestre en la Tierra, su restauración debe ser categóricamente incluida en sus planes de administración.

Pero la vida silvestre no es la única a considerar. Muchos proyectos de restauración se están implementando ahora bajo el manto de 'restauración de paisajes forestales' (RPF, ver **Sección 4.3**), definido como un 'proceso planeado para recuperar la integridad ecológica y mejorar la calidad de vida humana en paisajes deforestados o degradados'. RPF reconoce que la restauración de bosques también puede aportar funciones sociales y económicas. Está enfocado en lograr el mayor compromiso posible entre las metas de la conservación y las necesidades de las comunidades locales. A medida que aumenta la presión humana en el paisaje, la restauración de bosque será practicada generalmente dentro de un mosaico de otras formas de manejo de bosques, para satisfacer las necesidades económicas de la población local.

¿Es esencial la plantación de árboles para restaurar los ecosistemas de los bosques?

No siempre. Se puede lograr mucho al estudiar cómo se regeneran los bosques (ver **Sección 2.2**), identificando los factores que limitan la regeneración y los métodos de evaluación para superarlos. Estos pueden incluir cortar las malezas y añadir fertilizantes ecológicos alrededor de las plántulas naturales, sacar al ganado etc. Esto se llama regeneración natural 'acelerada' o 'asistida' (RNA, ver **Sección 5.2**). Esta estrategia es simple y rentable, pero solo puede funcionar donde ya estén presentes principalmente especies pioneras. Estos árboles representan solo una fracción pequeña del total de especies de árboles que comprenden los bosques clímax. Por ello, para la recuperación de toda la biodiversidad, es frecuentemente necesario que se realicen algunas plantaciones de árboles, especialmente de especies escasamente dispersadas, con semillas grandes. No es factible plantar todos los cientos de especies de árboles que alguna vez crecieron en el bosque tropical primario original, pero por fortuna, normalmente no es necesario si se puede usar el método de especies 'framework'.

El método de especies 'framework'

Plantar unas pocas especies cuidadosamente seleccionadas puede rápidamente restablecer los ecosistemas de bosques que tienen una alta biodiversidad. Primero desarrollado en Queensland, Australia (Goosem & Tucker, 1995; Lamb *et al.*, 1997; Tucker & Murphy, 1997; Tucker, 2000; ver **Recuadro 3.1**), el método de especies 'framework' (es decir, especies 'de marco') implica plantar



En los años ochenta, las organizaciones de conservación advirtieron que, una vez destruidos, los bosques tropicales nunca podrán recuperarse. Treinta años de investigación de restauración están empezando ahora a retar esta verdad aceptada durante tanto tiempo.

- (a) Este sitio en el Parque Nacional Doi Suthep-Pui, en el norte de Tailandia, fue deforestado, sobre-cultivado y después quemado, pero la población local se unió posteriormente a la Universidad de Chiang Mai para reparar la cuenca.
- (b) La prevención de incendios, el cuidado de la regeneración existente y la plantación de especies de árboles 'framework', redujeron los efectos en un año.
- (c) Nueve años más tarde, el tocón de árbol ennegrecido es eclipsado por el bosque restaurado.



mezclas de 20–30 especies de bosque original que rápidamente re-establecen la estructura y el funcionamiento del ecosistema del bosque (ver **Sección 5.3**). Los animales salvajes atraídos por los árboles plantados, dispersan las semillas de especies de árboles adicionales a las áreas plantadas, mientras que las condiciones más frescas, más húmedas y libres de malezas, creadas por los árboles plantados, favorecen la germinación de semillas y el establecimiento de plántulas. Se han logrado excelentes resultados con este método en Australia (Tucker & Murphy, 1997) y en Tailandia (FORRU, 2006).

Los límites de la restauración de bosques

“Los bosques tropicales, una vez destruidos, nunca pueden ser recuperados” — este fue el toque de queda de las organizaciones de conservación hace 30 años a la hora de crear fondos para proteger los bosques. Aunque la ciencia de restauración ha logrado mucho en los años transcurridos, la protección de áreas restantes de bosque primario, como ‘cunas de la evolución’, debe seguir siendo la máxima prioridad de la conservación global, cuando se busca reducir la pérdida de la biodiversidad. Aunque ahora se pueden restaurar algunos atributos de los bosques primarios, la larga e ininterrumpida historia de la evolución de las especies no se puede cambiar. Una vez que las especies del bosque más sensibles a las perturbaciones se extinguen, ninguna medida de restauración, por más sofisticada que fuere, puede traerlas de vuelta. Además, la restauración es cara y laboriosa, y el resultado no puede garantizarse, de modo que los avances en las técnicas de restauración no se pueden usar para sostener una política de “destruye ahora — restaura después” en el manejo del bosque.

1.4 Los beneficios de la restauración de bosques

Es esencial usar técnicas fiables para el éxito de la restauración de bosques, pero son de poca utilidad sin el apoyo, la motivación y el trabajo duro de las comunidades locales. La población local es la que más se beneficia de los servicios medio ambientales y productos que resultan de una restauración del bosque, pero también sufren el costo más alto al renunciar a tierras potencialmente productivas. Su participación está asegurada solamente cuando son completamente conscientes de todos los beneficios y están seguros de que recibirán la parte que les corresponde.

Numerosos estudios han cuantificado los valores de los bosques tropicales (www.teebweb.org/), pero esos valores solo se convierten en realidad cuando alguien quiere pagar por ellos. Los políticos, las autoridades y la gente de negocios continuarán ignorando el valor de los bosques tropicales, salvo que dichos valores contribuyan al crecimiento económico. Se están desarrollando ahora varios mecanismos de valoración que podrían recompensar razonablemente a aquellos que invierten sus esfuerzos en la restauración de bosques. El comercio de emisiones de carbono es, en estos momentos, posiblemente el más avanzado de estos métodos, pero también están creciendo en aceptación los pagos por suministro de agua, los esquemas de compensación por biodiversidad y la generación de ingresos a través del ecoturismo y la comercialización de los productos del bosque.

El valor de mercado de la biodiversidad

Una de las maneras más obvias de valorar un bosque tropical es calculando el valor total de sustitución de los productos extraídos por la población local. Por ejemplo, si los aldeanos pierden su provisión de leña debido a la deforestación y compran bombonas de gas en el mercado, el valor de sustitución por la leña es el precio pagado por el gas. Esto es lo que se llama una medida del valor del bosque. Resulta interesante que la pérdida de leña no tenga ningún efecto en el PIB (ya que normalmente no es vendida y comprada), pero la compra de gas sí contribuye al PIB. De esta manera, la deforestación parecería incrementar la prosperidad nacional, aunque los aldeanos se vuelvan cada vez más pobres. La restauración de bosques neutraliza esta paradoja. Al restaurar el suministro de productos del bosque, se provee a la población local de un motivo poderoso para plantar árboles: es un valor directamente medible de la restauración.

El valor de los productos del bosque tropical, incluyendo ratán, bambú, nueces, aceites esenciales y productos farmacéuticos, son comercializados internacionalmente, contribuyendo por lo menos en US\$ 4.7 billones/año a la economía global. La restauración de bosques podría jugar un papel importante en satisfacer la demanda de estos productos, a la vez que genera ingresos para las comunidades locales. La provisión de tales productos

Productos del bosque.



CAPÍTULO 1 DEFORESTACIÓN TROPICAL – UNA AMENAZA PARA LA VIDA EN LA TIERRA



Preparándose para los ecoturistas. En el Proyecto de Himmapaan, se ha construido un vivero de árboles y un centro de exposición específicamente para involucrar a los clientes del ecoturismo en actividades de reforestación. Los guías del eco-tour son cuidadosamente entrenados en técnicas de restauración, listos para guiar a sus clientes en las técnicas de vivero y de campo.

puede incluirse en el diseño de proyectos de restauración de bosques, tanto plantando las especies económicas apropiadas, como creando las condiciones que mejoren su colonización natural en el bosque restaurado. Los ingresos de la extracción de productos forestales sólo se pueden mantener si estos productos son cosechados de manera sostenible⁷ y los beneficios son repartidos de manera justa entre los miembros de la comunidad. Sin embargo, esto es más probable que ocurra en bosques en los que los aldeanos han invertido su trabajo para restaurarlos, que en bosques naturales, donde estos recursos son considerados como 'gratuitos'. La 'Rainforestation', un método de restauración desarrollado en las Filipinas, es quizás la forma más conocida para incorporar los productos del bosque en proyectos de reforestación (www.rainforestation.ph) (ver **Cuadro 5.3**).

Los ingresos a través del ecoturismo son otra manera de valorar el retorno de la biodiversidad que resulta de la restauración del bosque. Por ejemplo, la Iniciativa del Bosque Húmedo Harapan⁸ en Indonesia, administrada por una coalición de organizaciones de conservación⁹, tiene como objetivo restaurar más de 1,000 km² de bosque húmedo en Sumatra para la conservación de la vida salvaje, y planifica generar fondos para el proyecto, teniendo como destino único el ecoturismo. Por otro lado, compañías de ecoturismo¹⁰ han establecido conjuntamente con los aldeanos de Tailandia del norte un proyecto de restauración de bosque, la Fundación Himmapaan¹¹, para comprometer a sus clientes en la recolección de semillas de árboles, trabajar en el vivero del proyecto y plantar y cuidar los árboles en los sitios restaurados

También se están desarrollando los mercados internacionales que valoran la biodiversidad como un todo. En algunos países, la destrucción de la biodiversidad causada por el desarrollo, tiene que ser enmendada por la restauración de la biodiversidad equivalente en otras partes. Esto se denomina 'compensación de biodiversidad' o 'bio-banca'. Los promotores adquieren créditos de biodiversidad que son generados por proyectos de conservación que restauran o mejoran la biodiversidad. Por ejemplo, una compañía minera que destruye 100 hectáreas de bosque tropical en una localidad, paga el costo total de la restauración de un área similar con la misma biodiversidad en otro lugar. Esquemas como éstos podrían pagar la restauración de los bosques, pero son altamente controvertidos. Comprar el 'derecho de destruir biodiversidad' es moralmente

⁷ esto es: la cantidad cosechada por año no excede la productividad anual. .

⁸ 'esperanza' en el idioma de Indonesia.

⁹ Burung Indonesia, Birdlife International, 'Sociedad Real para la Protección de Aves y otros' www.birdlife.org/action/ground/sumatra/harapan_vision.html).

¹⁰ East West Siam Travel, Asian Oasis, Gebeco y Travel Indochina.

¹¹ Un bosque mítico en las culturas orientales, equivalente al Jardín de Edén. <http://himmapaan.com>

1.4 LOS BENEFICIOS DE LA RESTAURACIÓN DE BOSQUES

cuestionable. Por su naturaleza, la biodiversidad no es una mercancía uniforme (como el carbono). En bosques tropicales altamente diversos, es imposible garantizar la restauración de todas las especies, si éstos son impactados al mismo tiempo por el desarrollo en otro sitio, por más dinero que se gaste. De modo que, mientras el patrocinio corporativo de restauración de bosques es loable, la 'compensación' de la biodiversidad en su forma actual permanece como un valor de conservación cuestionable

El valor del almacenamiento de carbono

Los bosques tropicales absorben más CO₂ a través de la fotosíntesis del que emiten por respiración. Investigaciones recientes han cuantificado este 'descenso' en alrededor de 1.3 gigatoneladas de carbono (GtC) por año (Lewis *et al.*, 2009), equivalente al 16.6% de las emisiones de carbono de la industria de cemento y quema de combustibles fósiles¹² y contribuyendo al 60% del descenso previsto para toda la vegetación terrestre de la Tierra. En África, los bosques tropicales absorben en realidad más carbono del que es liberado por emisiones de combustibles fósiles (Lewis *et al.*, 2009). Al incrementarse la concentración atmosférica de CO₂, los bosques tropicales se vuelven aún más eficientes en absorber CO₂, puesto que las altas concentraciones de CO₂ estimulan la fotosíntesis. No se puede confiar en que los bosques tropicales resuelvan el problema del cambio climático global, pero pueden ayudar a frenarlo lo suficiente como para dar tiempo a transformar una economía global basada en carbono en una economía que es carbono-neutral.

El comercio con créditos de carbono, podría convertir el potencial de almacenamiento de carbono de los proyectos de reforestación, en dinero en efectivo. La idea parece simple. El dióxido de carbono es el gas de invernadero más importante. Las centrales de energía eléctrica que queman carbón o petróleo liberan CO₂ a la atmósfera, mientras que los bosques tropicales lo absorben. De modo que, si una central eléctrica paga por la restauración de bosques, podría seguir emitiendo CO₂ sin incrementar la concentración atmosférica de CO₂. Una compañía que compra créditos de carbono, compra el derecho de emitir una cierta cantidad de CO₂. El dinero pagado por esos créditos, puede entonces ser usado para financiar la restauración de bosques, a la vez que incrementa la capacidad del descenso global de carbono. Los créditos de carbono son comercializados como acciones y participaciones. De modo que sus precios pueden subir o bajar según la demanda. Hay dos tipos:

- Corporaciones y gobiernos compran créditos de cumplimiento con el fin de cumplir con sus obligaciones internacionales bajo el Protocolo de Kioto, compensando de esta manera, algo del carbono que emiten. El Mecanismo de Desarrollo Limpio del protocolo (MDL) canaliza el dinero acreditado en los proyectos que reducen las emisiones CO₂.
- Personas individuales u organizaciones que buscan reducir sus 'huellas de carbono' compran créditos voluntarios. El 'mercado voluntario' es mucho más pequeño que el mercado de compensación y los créditos son más baratos, porque los proyectos apoyados con éstos no tienen que cumplir con los estrictos requerimientos de la MDL.

Actualmente, pocos proyectos de restauración de bosque han sido aprobados para ser apoyados con la MDL, porque es difícil medir la cantidad de carbono almacenado en bosques que tienen ritmos de crecimiento muy variables y que podrían incendiarse o degradarse con facilidad. Además, los créditos podrían fomentar el establecimiento de plantaciones de árboles de crecimiento rápido en grandes áreas, que conllevarían al desplazamiento de la población local. De manera que hay que superar todavía varios obstáculos antes de que los créditos de compensación puedan generar ingresos para los proyectos de reforestación.

Se está demostrando, sin embargo, que el principio voluntario tiene mucho más éxito. Corporaciones de todo el mundo están patrocinando la plantación de árboles, en parte para compensar sus huellas de carbono, pero también para promover una imagen más limpia y verde.

¹² 7.8 GtC al año, como en el año 2005, aumentando 3% por año (Marland *et al.*, 2006)

CAPÍTULO 1 DEFORESTACIÓN TROPICAL – UNA AMENAZA PARA LA VIDA EN LA TIERRA

El desafío es asegurar que proyectos como éstos resulten en algo más que almacenamientos de carbono, al restaurar los ecosistemas de bosques ricos en biodiversidad que proveerán toda la gama de productos forestales y servicios ambientales tanto para la población local como para la vida salvaje.

Otro esquema internacional que vale la pena mencionar aquí es el REDD+, que significa ‘reducir emisiones de las deforestaciones y degradaciones de bosques’. Este es un conjunto de normas e incentivos que se viene desarrollando dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas del Cambio Climático (CMNUCC) para reducir las emisiones de CO₂ derivadas del despeje y de la quema de bosques tropicales. El concepto fue recientemente ampliado para incluir el ‘incremento de existencias de carbono’, es decir restauración de bosques para incrementar la absorción de CO₂¹³. Una vez establecido, este marco internacional proveerá fondos y mecanismos de monitoreo, tanto para proyectos de conservación como de restauración de bosques que mejoren el ‘descenso’ de CO₂ global, a la vez que conservan la biodiversidad y benefician a la población local. Los fondos vendrían tanto de mercados establecidos de créditos de carbono, como de fondos internacionales especialmente creados, aunque todavía no se ha llegado a acuerdos internacionales formales. El éxito de REDD+ dependerá también de considerables mejoras en la gobernanza forestal, así como de capacitaciones en todos los niveles, desde aldeanos hasta políticos. A pesar de estos desafíos, varios proyectos piloto de REDD+ están ya en camino, los cuales, sin duda, proveerán valiosas lecciones para el futuro desarrollo del programa.

Arroyo de bosque
en Tailandia.

¿Qué sucede con el agua?



En muchos países tropicales, los suministros de agua limpia dependen de la conservación de las cuencas forestadas. El suelo rico en material orgánico debajo de los bosques provee un mecanismo de almacenamiento y un filtro natural, que mantienen los flujos de agua durante la estación seca y previenen la sedimentación de la infraestructura del agua. (Bruijnzeel, 2004). Mantener la cobertura forestal acarrea costos para la gente que vive en las cuencas (es decir, ingresos agrícolas no percibidos), pero beneficia a los agricultores y habitantes de las ciudades río abajo. Por lo tanto, para garantizar suministros de agua limpia, algunas compañías de agua han propuesto mecanismos novedosos para pagar la conservación de bosques. Por ejemplo, la Empresa de Servicios Públicos de Heredia, Costa Rica, cobra a los clientes 10 céntimos de dólar americano extra por metro cúbico de agua consumida. Este dinero se paga a parques forestales estatales y propietarios de tierra para proteger o restaurar bosques a una tasa de US\$ 110/ha/año (Gámez, sin fecha). De hecho, Costa Rica es líder mundial en pagos por servicios ambientales (PSA). El Programa Nacional PSA de ese país, financiado mayormente por un impuesto sobre el combustible, paga a propietarios de bosques por cuatro paquetes de servicios ambientales (protección de cuencas, almacenamiento de carbono, belleza del paisaje y biodiversidad). A lo largo de 9 años pagó US\$ 110 millones a 6,000 propietarios de más de 5,000 km² de bosque (Rodríguez, 2005).

¹³ www.scribd.com/doc/23533826/Decoding-REDD-RESTORATION-IN-REDD-Forest-Restoration-for-Enhancing-Carbon-Stocks

El valor de los bosques tropicales

Si todos los valores de los bosques fuesen comercializados y remunerados, la restauración de bosques podría volverse más rentable que otros usos de la tierra. El estudio de La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB)¹⁴ ha estimado el valor total promedio, de todos los servicios de los ecosistemas de los bosques tropicales en más de US\$ 6,000/ha/año (**Tabla 1.2**), lo cual lo hace más provechoso que el aceite de palma. La elegancia del modelo del negocio de la restauración de bosques es que genera varias fuentes diferentes de ingresos, que se comparten entre muchas partes interesadas. De modo que, si cae el precio de mercado de un producto, se puede desarrollar otro para mantener la rentabilidad. La restauración de bosques ha dejado de ser solamente una utopía de los conservacionistas; puede perfectamente convertirse en una industria global altamente lucrativa.

Tabla 1.2. Valores promedio de servicios de los ecosistemas de los bosques tropicales (TEEB, 2009).

	Valor promedio (US\$/ha/yr)	Núm. de estudios
Servicios de abastecimiento		
Comida	75	19
Agua	143	3
Otras materias primas	431	26
Recursos genéticos	483	4
Recursos medicinales	181	4
Servicios reguladores		
Calidad del aire	230	2
Regulación del clima	1,965	10
Regulación del flujo del agua	1,360	6
Tratamiento de aguas servidas/purificación del agua	177	6
Prevención de erosión	694	9
Servicios culturales		
Recreación y turismo	381	20
Total	6,120	109
Fuente: TEEB (2009)		

¹⁴ www/teebweb.org/

ESTUDIO DE CASO 1

Cristalino

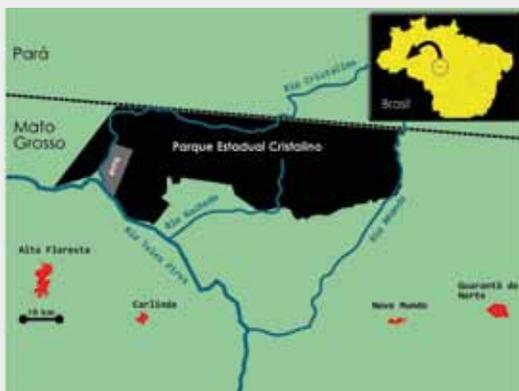
País: Brasil

Tipo de bosque: Bosque tropical de tierras bajas siempreverde, bosque estacionalmente inundado, bosque tropical seco de tierras bajas y formaciones de arena blanca.

Propiedad: Áreas protegidas estatales y privadas, minifundos y fincas ganaderas.

Manejo y uso comunitario: Manejo de conservación, ganadería y agricultura de roza y quema.

Nivel de degradación: Áreas considerables de pastizales degradados y vegetación secundaria.



Localización del área de estudio.

Antecedentes

El Parque Nacional Cristalino en el Mato Grosso, se ubica en la frontera de la extensión hacia el norte de la deforestación de la Amazonía sur brasileña. Es parte de una propuesta de un corredor de conservación, diseñado para bloquear este proceso. Aunque el área está oficialmente protegida, ha perdido áreas sustanciales de vegetación natural, debido al establecimiento de fincas ganaderas en el año 2000. Sus límites sureños y orientales han sido severamente deforestados, como resultado tanto de la ocupación legal como ilegal por ganaderos y minifundistas.

Formando la línea de base: investigación de la biodiversidad en la región Cristalino

En estrecha colaboración, el Jardín Botánico Real, Kew, la Fundación Ecológica Cristalino (FEC) y la Universidad del Estado de Mato Grosso (UNEMAT) han realizado inventarios de especies, mapeo de vegetación y análisis cuantitativos de la composición de especies, para proveer los datos de base para la planificación del manejo y la restauración. El trabajo ha generado una lista de control de aproximadamente 1,500 especies, asociadas a los tipos de vegetación y la ecología Zappi *et al.*, 2011). Esta comprensión básica de la composición del bosque y de la diversidad es reconocida como un punto de partida fundamental para el desarrollo de las actividades de restauración en la región, donde la flora no había sido previamente estudiada en medida significativa.



Las áreas degradadas en el Parque Nacional Cristalino. Las áreas sombreadas rojo/blanco fueron deforestadas antes de establecerse la reserva, las de rojo sólido posteriormente.

Discusiones con organizaciones gubernamentales y no-gubernamentales, resaltaron la necesidad de la recuperación estratégica de las áreas degradadas y el desarrollo y diseminación de metodologías e incentivos de reforestación localmente apropiados.

Oportunidades, aproximaciones y métodos para la restauración

Se identificaron las oportunidades para la restauración en áreas de pastizales abandonadas dentro de la reserva, en tierra degradada ocupada por minifundistas, y a lo largo de los márgenes de cursos de agua en las zonas de amortiguamiento alrededor del parque. La selección apropiada de un marco comunitario de

especies de árboles para la restauración, dependerá tanto del contexto ecológico como humano. La demanda de beneficios en un plazo relativamente corto dentro de los minifundios, dicta la inclusión de especies con valor económico, tanto directos (como plantas comestibles, árboles maderables, etc.) o indirectos (árboles que dan sombra para alimentar sotobosque de cultivo comercial). Los datos sobre usos locales de plantas recolectadas durante los estudios en línea de base fueron complementados con información publicada sobre los usos de las mismas especies en otros lugares de la Amazonía.

Se han registrado en el área catorce especies nativas de *Inga* (Leguminosae), un género que fija nitrógeno, capaz de crecer rápidamente en suelos pobres o altamente degradados. Incluye especies que están adaptadas a bosques inundados, de orillas de río y de tierra firme. Las semillas de *Inga* están envueltas en arilos dulces y blancos que atraen a la vida silvestre y que son ampliamente consumidos por las comunidades indígenas a través de la Amazonía. *Inga edulis*, una especie cultivada que también crece de manera silvestre en Cristalino, ha sido exitosa en pruebas de cosecha de callejón en tierra degradada en otras partes de los Neotrópicos (Pennington & Fernandes, 1998). Enriquece el suelo con nutrientes y material orgánico (asistida por una poda periódica en los callejones) y rápidamente impide el crecimiento del pasto exótico *Brachiaria* que inhibe la regeneración de los árboles. Este sistema es igualmente apropiado para establecer árboles de bosque que pueden ser plantados en corredores entre filas manejadas (T. D. Pennington, comunicación personal).

En la región de Cristalino, la reforestación exitosa tendrá lugar inevitablemente mediante la conexión entre la agro-silvicultura, la silvicultura y la restauración ecológica. Una ONG local, el Instituto Ouro Verde (IOV), ha desarrollado una base de datos prototípica basada en la web, para proveer datos sobre especies localmente apropiadas para sistemas agro-forestales. Esto permitirá la selección de especies 'framework' para la restauración de bosques en la región y proveerá una guía para su manejo. En respuesta a un problema creciente de falta de agua, IOV, con la contribución de Kew, está también comprometiendo a las comunidades locales en la restauración de galerías de bosque en los minifundios y provee materiales para cercas. Basado en los datos de línea de base sobre la diversidad botánica, ahora existe la oportunidad de desarrollar un programa pro-activo de siembra de árboles que usa especies adaptadas a la situación actual.

En la región Cristalino, la vegetación nativa es altamente variable y está fuertemente influenciada por los factores edáficos e hidrológicos. Los suelos varían desde una arena blanca, casi pura y pobre en nutrientes, hasta latosolos arcillosos más fértiles; el primero asociado, por lo general, con el estrés de agua en la estación seca de cinco meses y en ciertos lugares, con el anegamiento durante la estación de lluvias. Esta complejidad necesita una cuidadosa concordancia de especies selectas con condiciones del sitio y por ello subraya la importancia de los estudios de referencia detallados de la vegetación. Por ejemplo, el bosque de tierra firme en suelos arcillosos en Cristalino está dominado por especies de la familia Burseraceae, con abundante *Tetragastris altissima*. Este gran árbol de dosel está bien adaptado a la región, atrae la vida silvestre con los dulces arilos que envuelven sus semillas y tiene varios usos populares. En bosques semi-caducifolios de suelos arenosos sin embargo, la familia dominante es la Leguminosae, con abundante *Dialium guianense* y *Dipteryx odorata*. Ambas son especies maderables comerciales. La última atrae murciélagos, que son importantes dispersadores



Bosque siempreverde no perturbado en el Parque Nacional Cristalino.

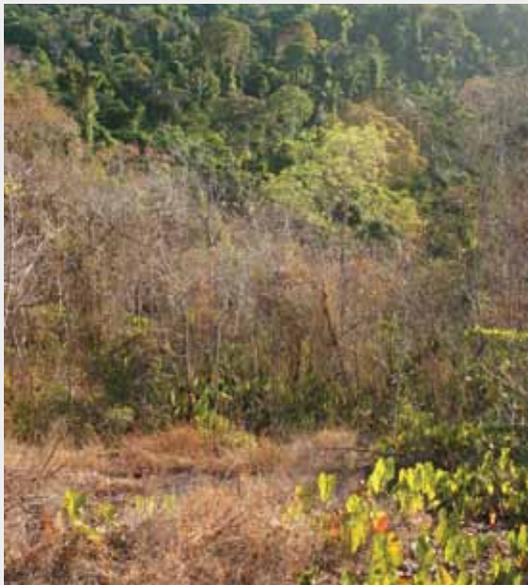


Inga marginata, una de las varias especies nativas encontradas en la región.

CAPÍTULO 1 DEFORESTACIÓN TROPICAL – UNA AMENAZA PARA LA VIDA EN LA TIERRA



Pasto *Brachiaria* en el Parque Nacional Cristalino.



Bosque seco (caducifolio) en una colina de granito, con bosque siempreverde en la tierra baja.

de semillas. Estas importantes especies de árboles son por ello, candidatos prometedores a ser especies 'framework'. De forma parecida, las observaciones sobre la vegetación secundaria también han sido útiles para la identificación de potenciales especies pioneras 'framework'. Tanto la *Acacia polyphylla* (Leguminosae) como la *Cecropia* spp. (Urticaceae) son excelentes candidatas de especies locales; la última es también dispersada por murciélagos.

El futuro impacto del cambio climático también influenciará la elección de especies para la reforestación. Modelos preliminares para la Amazonía del sur prevén un cambio de vegetación siempreverde a tipos de vegetación adaptados a la sequía (Malhi *et al.*, 2009) debido a un clima cada vez más seco. Dado que ya existen hábitats secos en la región Cristalino, donde la disponibilidad del agua está restringida durante la temporada seca, puede resultar beneficioso incorporar especies adaptadas a la sequía como la *Tabebuia* spp. (Bignoniaceae) en plantaciones experimentales en localidades donde no crecerían naturalmente en las condiciones actuales.

Por William Milliken