

# Una Tormenta Perfecta en la Amazonía

Desarrollo y conservación en el contexto de la

Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Sudamericana (IIRSA)

---

Timothy J. Killeen, Ph.D.

The *Advances in Applied Biodiversity Science* series is published by:

Center for Applied Biodiversity Science (CABS)  
Conservation International  
2011 Crystal Drive, Suite 500  
Arlington, VA 22202  
(703) 341-2718 (tel.)  
(703) 979-0953 (fax)

CI on the Web: [www.conservation.org](http://www.conservation.org)  
CABS on the Web: [www.biodiversityscience.org](http://www.biodiversityscience.org)

*Editorial:* Suzanne Zweizig  
*Diseño:* Glenda P. Fábregas  
*Traducción al español:* Daniel Nash Gonzales

ISBN: 978-1-934151-07-5

© 2007 by Conservation International. All rights reserved.

 Printed on recycled paper.

Conservation International is a private, non-profit organizations exempt from federal income tax under section 501 c(3) of the Internal Revenue Code.

The designations of geographical entities in this publication, and the presentation of the material, do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of Conservation International or its supporting organizations concerning the legal status of any country, territory, or area, or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

Otras publicaciones en la serie de *Advances in Applied Biodiversity*:

- Kormos & Hughes. 2000. *Regulating Genetically Modified Organisms: Striking a Balance Between Progress and Safety* (no. 1)
- Bakarr *et al.* 2001. *Hunting and Bushmeat Utilization in the African Rain Forest: Perspectives toward a Blueprint for Conservation Action* (no. 2)
- Rice *et al.* 2001. *Sustainable Forest Management: A Review of Conventional Wisdom* (no. 3)
- Hannah & Lovejoy. 2003. *Climate Change and Biodiversity: Synergistic Impacts* (no. 4)
- Rodrigues *et al.* 2003. *Global Gap Analysis: Towards a Representative Network of Protected Areas* (no. 5)
- Oates *et al.* 2004. *Africa's Gulf of Guinea Forests: Biodiversity Patterns and Conservation Priorities* (no.6)

Para mas información sobre estos documentos favor de visitar [www.biodiversityscience.org](http://www.biodiversityscience.org)

---

## AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a mis colegas y amigos de Conservación Internacional y del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado por el apoyo prestado durante muchos años, el cual me permitió adquirir la experiencia y el conocimiento necesarios para escribir este documento. En particular, agradezco a Larry Gorenflo, Keith Alger y Rosimeiry Portela por brindarme información sobre economía de recursos naturales y sociedades humanas; a Marc Steininger, Lisete Correa, Liliana Soria, Belén Quezada, Else Ana Guerra, Veronica Calderón, Miki Calzada y Grady Harper por su ayuda en cuanto a teledetección y cambio de uso del suelo; a Kellee Konig, Mark Denil y Daniel Juhn por su experiencia en cartografía y SIG; a Ben Vitale, Sonal Pandya y Laura Ledwith por su revisión del texto sobre mecanismos de comercio de carbono; a Free de Koning, Jordi Surkin y Robert Bensted-Smith por su ayuda acerca de asuntos de políticas en los Andes; a Isabella Freire y Paulo G. Prado por sus conocimientos sobre conservación y desarrollo en el Brasil; y a Lisa Famalore por brindarme información importante acerca de Surinam y Guyana. Suzanne Zweizig aportó con una experiencia editorial excepcional y Glenda Fabregas mejoró enormemente la publicación final con su buen gusto en diseño gráfico. Debo un especial reconocimiento a Gustavo Fonseca que comisionó el estudio y reconoció la gran importancia del impacto de IIRSA en el área silvestre tropical más grande del mundo y a Alfredo Ferreyos que brindó todo su apoyo en una etapa clave de la elaboración del documento. Phillip Fearnside y Susan B. Hecht ofrecieron revisiones externas del manuscrito. Este documento es, esencialmente, una revisión bibliográfica extensa que abarca varios temas y que no hubiese sido posible sin el trabajo de docenas de biólogos, ecólogos, geógrafos, economistas y sociólogos que han dedicado su vida al estudio de la Amazonía, el Cerrado y los Andes. Mi capacidad para entender sus conocimientos se deriva de varios años de residencia en Santa Cruz, Bolivia que es simultáneamente un país Andino, situado dentro de la cuenca amazónica y, bio-geográficamente, forma parte del Cerrado. Tengo la suerte de haber contado con el apoyo de la Fundación Gordon y Betty Moore, la Fundación de la Familia Moore y el *Critical Ecosystem Partnership Fund* durante los últimos años, así como con los auspicios de un donante anónimo que suministró los fondos para la traducción de este trabajo al español y portugués.

# Prefacio

---

El presente estudio tiene el propósito de revisar y revitalizar el diálogo sobre conservación y desarrollo en el *Área Silvestre de Alta Diversidad de la Amazonía* y en los *Hotspots de Alta biodiversidad del Cerrado y los Andes Tropicales*. Si bien nuestra discusión toca una variedad de factores que influyen en las posibles vías de conservación y desarrollo de la región, incluidas las ventajas y desventajas de los diferentes escenarios emergentes, el tema central y factor motivador del estudio es la *Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Sudamericana (IIRSA)*. Ésta se está constituyendo, rápidamente, en un principio organizador del ímpetu para mejorar los vínculos físicos entre los países sudamericanos mediante carreteras, hidrovías, proyectos de energía y otras iniciativas.

En el estudio se trata de evaluar objetivamente a IIRSA mediante un análisis de los posibles cambios que ésta traería a la región. No se pretende plantear una diatriba en contra de IIRSA. Reconocemos que IIRSA es, potencialmente, una iniciativa visionaria que puede promover el intercambio cultural y estimular el crecimiento económico. La integración regional puede compensar los aspectos más despiadados de la globalización y brindar una alternativa a los ciclos de auge y caída causados por la dependencia excesiva de la exportación de materias primas. IIRSA se ha constituido en un paso válido hacia el crecimiento económico y la reducción de la pobreza, y en un ingrediente esencial para el futuro bienestar de Sudamérica.

Tenemos la esperanza de que este documento motive a IIRSA a convertirse en una iniciativa aún más importante y acertada, que incorpore la visión de una Amazonía ecológica y culturalmente intacta. Recientes experimentos en democracia participativa han demostrado que las inversiones en infraestructura se pueden modificar a fin de que respondan a las preocupaciones ambientales y prioridades sociales de la sociedad civil. Estos foros han hecho aportes importantes a la conservación de la biodiversidad y brindado oportunidades económicas a las comunidades locales. Puesto que los recursos naturales de la Amazonía forman la base de la economía regional, todos los sectores de la sociedad deberían participar en su uso y gestión.

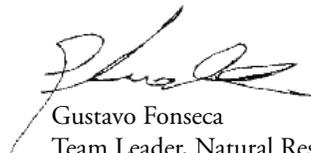
Creemos que nuestro estudio ofrece una perspectiva nueva acerca del desarrollo de la Amazonía, cuestionando la sostenibilidad del modelo actual de manejo forestal, así como la suposición muy socorrida de que la agricultura a gran escala es, intrínsecamente, inviable en el trópico húmedo. Se hizo un esfuerzo especial a fin de describir el riesgo que supone al cambio climático global y su impacto potencial en las funciones del bosque. Si existe una expresión que describiría este análisis, sería la identificación de vínculos – entre cambio climático e incendios forestales, entre deforestación y precipitación, entre fragmentación y extinción de especies, o entre minería y energía eléctrica, por mencionar algunos.

Estos temas forman parte de la interrogante mayor acerca de qué constituye “desarrollo sostenible”. El paradigma actual nos ha llevado, a medias, hasta nuestra meta pero (todavía) no ha logrado cambiar la índole esencialmente explotadora del desarrollo basado en los recursos naturales de la Amazonía. En la mayoría de los casos, sólo ha podido mitigar los impactos negativos más graves. La Amazonía requiere un nuevo paradigma de desarrollo que promueva el desarrollo económico y reduzca la pobreza, a la vez que promueve la conservación de recursos naturales y la salud económica a largo plazo de la región.

¿Cómo, entonces, podemos mejorar a IIRSA o, incluso más importante, cómo podemos hacer que el “desarrollo” funcione mejor en sus dimensiones ambientales, sociales y económicas? Este estudio ofrece el primer análisis a escala regional (si bien preliminar) de los costos y beneficios que supone la propuesta de inversiones en infraestructura. Se debe realizar un esfuerzo serio para documentar el costo proyectado de reemplazo en lo que se refiere a las emisiones de carbono provenientes de la deforestación; las estimaciones preliminares indican que se trata de decenas de miles de millones de dólares. ¿No sería mejor usar estos recursos para subvencionar sistemas de producción que no impliquen

la destrucción de bosques? Como mínimo, los costos y beneficios de IIRSA deberán ser reevaluados en el contexto de uno de los temas más importantes de nuestro tiempo: el rol del desarrollo amazónico en la mitigación o acentuación del impacto del calentamiento global. Debemos entender qué impactos tendrán la deforestación y el cambio climático en los patrones de precipitación de otras regiones del continente, puesto que incluso una pequeña reducción podría disminuir los rendimientos agrícolas con enormes consecuencias económicas.

Sudamérica contiene las extensiones más grandes de bosques tropicales prístinos que quedan en pie a nivel mundial. Se debe reconocer esta característica como la base para el desarrollo y como la principal ventaja comparativa de la región. Sudamérica tiene un incentivo económico enorme para conservar los servicios ecológicos que suministra la Amazonía, además de lograr una integración regional real y efectiva. Éstas no son metas contrapuestas. Somos plenamente conscientes de que para esto se requerirá la participación de todos los sectores de la sociedad, pero, sobre todo, de las comunidades que residen en la Amazonía y las empresas que transforman la riqueza de la Amazonía en bienes y servicios aptos para la comercialización. Los gobiernos locales y nacionales deben liderar este esfuerzo, como parte de su obligación de normar las interacciones entre los distintos sectores de la sociedad. Conservación Internacional presenta esta publicación a ese público a fin de sumarse a él en un esfuerzo común para salvar a la Amazonía.



Gustavo Fonseca  
Team Leader, Natural Resources  
The Global Environment Facility

# Contenido

---

<b>Prefacio</b> .....	4
<b>Resumen ejecutivo</b> .....	8
<b>Capítulo 1. Introducción</b> .....	11
Estructura institucional de IIRSA.....	12
El futuro de la Amazonía: tres escenarios .....	15
<b>Capítulo 2. Factores motrices de cambio</b> .....	21
Avance de la frontera agrícola .....	22
Manejo forestal y extracción maderera.....	25
Cambio climático global y regional .....	27
Incendios forestales .....	30
Exploración y producción de hidrocarburos .....	31
Minería.....	34
Energía hidroeléctrica y redes de distribución de energía .....	37
Biocombustibles.....	40
Mercados mundiales y geopolítica .....	41
<b>Capítulo 3. Biodiversidad</b> .....	45
Bosques montanos .....	46
Bosque húmedo tropical de tierras bajas .....	48
Sabanas, cerrados y bosques secos.....	50
Ecosistemas acuáticos .....	52
<b>Capítulo 4. Servicios ecológicos</b> .....	55
El valor de la conservación de la biodiversidad .....	56
Reservas de carbono y créditos de carbono .....	60
Agua y clima regional.....	63
<b>Capítulo 5. Paisajes sociales</b> .....	65
Migración, tenencia de la tierra y oportunidades económicas .....	66
Grupos indígenas y reservas extractivas.....	68
Migración y salud humana.....	70
La zona de libre comercio de Manaus.....	71
<b>Capítulo 6. Evaluación y mitigación ambiental y social</b> .....	73
Evaluación estratégica ambiental .....	74
Planes de desarrollo sostenible.....	75

<b>Capítulo 7. Evitar el fin de la Amazonía .....</b>	<b>79</b>
Recaudación de fondos mediante la monetización de los servicios ecológicos .....	81
Un intercambio equitativo: servicios ecológicos a cambio de servicios sociales .....	82
Quid pro quo.....	82
Subvención de los sistemas alternativos de producción .....	82
Aprovechar el poder de los gobiernos locales .....	84
Diseño de paisajes para la conservación .....	85
Conclusiones.....	86
 <b>Bibliografía.....</b>	 <b>87</b>
 <b>Anexo .....</b>	 <b>97</b>

# Resumen ejecutivo

---

La *Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Sudamericana* (IIRSA) es un programa visionario que transformará a los países de Sudamérica en una comunidad de naciones. A diferencia de esfuerzos diplomáticos y bloques aduaneros anteriores, IIRSA es una iniciativa eminentemente práctica que propone integrar físicamente al continente, lo cual ha sido, por mucho tiempo, una meta histórica de las democracias sudamericanas. No obstante, muchas de las inversiones proyectadas por IIRSA se realizarán en partes del continente donde existen ecosistemas y culturas extremadamente vulnerables al cambio. Entre éstos se incluye el *Área Silvestre de Alta Diversidad de la Amazonía*, y los *Hotspots de Diversidad del Cerrado y los Andes*, dos regiones geográficas que se caracterizan por un número extraordinariamente alto de especies que no se encuentran en ningún otro lugar del planeta. Asimismo, la Amazonía alberga a numerosas comunidades indígenas que luchan por adaptarse a un mundo globalizado. Lamentablemente, IIRSA se ha concebido sin prestar debida atención a sus posibles impactos ambientales y sociales, y debería incorporar medidas para garantizar que los recursos naturales renovables de la región se conserven y que las comunidades tradicionales se fortalezcan. Si no se prevé el impacto total de las inversiones de IIRSA, en particular en el contexto del cambio climático global y los mercados globalizados, se desencadenará una combinación de fuerzas que conllevarían a una tormenta perfecta de destrucción ambiental. Se encuentra en riesgo el área silvestre tropical más grande del planeta, que brinda una serie de servicios ecológicos a las comunidades locales y regionales, así como al mundo entero.

## NECESIDAD DE IIRSA Y UNA ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN CONCOMITANTE

IIRSA está motivada por la necesidad, innegable, de estimular el crecimiento económico y reducir la pobreza en los países que la integran. Es así que esta iniciativa contempla una serie de inversiones bien definidas en tres sectores estratégicos: transporte, energía y telecomunicaciones. Algunas de sus inversiones más importantes mejorarán caminos que atraviesan la Amazonía, los Andes y el Cerrado, y vincularán las costas del Pacífico y el Atlántico creando un sistema moderno de carreteras a escala continental. Si bien las instituciones financieras responsables de IIRSA cuentan con normas relativamente estrictas de evaluación ambiental y social, los análisis ambientales están vinculados con proyectos individuales y no toman en cuenta el impacto colectivo de varias inversiones. Tampoco abordan el tema

de las fuerzas motrices de cambio a largo plazo tales como la agricultura, el manejo forestal, los hidrocarburos, los minerales y los biocombustibles. Ninguna evaluación ambiental, por ejemplo, enfocada la relación que existe entre mejora de caminos, aumento de la deforestación y emisiones de carbono, ni tampoco la forma en que la deforestación afectaría a los patrones locales y continentales de precipitación.

Conservación Internacional (CI) está elaborando una estrategia integral para la evaluación y el monitoreo de IIRSA y otras inversiones en infraestructura, a base de la información recopilado y recomendaciones de este documento. En el presente documento se analiza cómo el desarrollo de la región supone la participación de actores locales y regionales, la importancia de los mercados mundiales de materias primas y la forma en que el cambio climático podría influir en estos fenómenos, individual y colectivamente. Por ejemplo, la agricultura es el principal impulsor de cambio de uso del suelo en la región y ésta se extenderá más rápido y en mayor grado en respuesta a los mercados mundiales a medida que las carreteras construidas con inversiones de IIRSA abran acceso a tierras anteriormente remotas y conforme las nuevas tecnologías agrícolas hagan que la producción sea más rentable. Los sistemas modernos de transporte conllevarán a un aprovechamiento forestal más intensivo en superficies más extensas, en particular en la anteriormente remota Amazonía occidental, a medida que ésta se vincule con los mercados de Asia mediante puertos situados en la costa del Pacífico.

La mejora de los sistemas de transporte fluvial (hidrovías) aumentará la competitividad en los mercados internacionales de los productos agrícolas, biocombustibles y minerales industriales provenientes del sur y este de la Amazonía. La fragmentación y degradación de bosques causada por el desmonte y la extracción maderera aumentarán los incendios forestales, que también se acentuarán debido a las manifestaciones regionales del calentamiento global. El incremento de la deforestación creará un peligroso círculo de retroalimentación con los sistemas atmosféricos y oceánicos globales, acelerando el calentamiento global y, quizás, alterando los patrones de precipitación en escala local, continental y mundial. Éstos son los riesgos que deben evaluarse en un análisis integral; IIRSA deberá incorporar medidas para evitar o mitigar los más nocivos de estos impactos. IIRSA y otras inversiones similares afectarán profundamente la biodiversidad, única y vulnerable, de la región. A excepción de uno, los diez corredores de IIRSA atraviesan un Hotspot de Biodiversidad o Área Silvestre de Alta Diversidad – regiones muy vulnerables que contienen especies que no se encuentran en ninguna otra parte del mundo. En los bosques montanos de los Andes, los niveles de endemismo local son extremadamente altos y cualquier inversión que allí se realice supone el riesgo de grandes extinciones. En las tierras bajas de la Amazonía, donde se

encuentran bosques tropicales renombrados por la singularidad regional de su biodiversidad, fajas de deforestación creadas alrededor de las carreteras conllevarán a una fragmentación que interferirá con la capacidad de las especies para cambiar su distribución geográfica en respuesta al cambio climático. Las sabanas naturales del Cerrado continuarán sufriendo las repercusiones del desarrollo agrícola puesto que las tasas actuales de conversión conllevarán a la desaparición de los hábitats naturales hasta el año 2030. Un aumento en los efluentes provenientes de paisajes terrestres degradará los ecosistemas acuáticos, mientras que los ríos se fragmentarán debido a la construcción de plantas hidroeléctricas e hidrovías, poniendo en peligro la sostenibilidad de las poblaciones piscícolas. Las estrategias de conservación y los programas de mitigación que se apliquen a este desarrollo deberán basarse en una comprensión exhaustiva de la índole regional de la biodiversidad amazónica y deberán trascender los impactos directos e inmediatos de los proyectos individuales a fin de tomar en cuenta los impactos cumulativos y de largo plazo. No sólo se encuentra en riesgo la rara abundancia de biodiversidad de la región, sino también la sostenibilidad económica y social del desarrollo que IIRSA pretende estimular.

### **EL VALOR DE LA CONSERVACIÓN COMO PARTE DE UNA ESTRATEGIA DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

El Área Silvestre de Alta Diversidad de la Amazonía, y los Hotspots de Diversidad del Cerrado y los Andes suministran al mundo servicios ecológicos mediante su biodiversidad, reservas de carbono, recursos hídricos y regulación climática. Localmente, los recursos biológicos de la región brindan sustento e ingresos a los habitantes mediante peces, fauna terrestre, frutos y fibras. Pero también – como ecosistema natural intacto – aportan un gran valor a la economía mundial. Lamentablemente, los sistemas actuales de producción tienden a ser explotadores, enfatizando retornos económicos a corto plazo que, por lo general, son de índole cíclica, así como económica y ecológicamente insostenible. Peor aún, los economistas tienden a descontar los bienes y servicios ofrecidos por el ecosistema, puesto que éstos son intangibles y no pueden monetizarse en un mercado tradicional. Actualmente, no existe ningún mecanismo o mercado que convierta los servicios ecológicos de la Amazonía en los recursos financieros necesarios para pagar por su conservación o subvencionar la gestión sostenible de sus recursos naturales renovables.

La flora y fauna de la Amazonía tiene un valor intrínseco evidente, si bien hay límites en cuanto a la capacidad de la biodiversidad para generar ingresos de forma directa. No obstante, ésta tiene un papel irremplazable de respaldo de las economías locales y tiene potencial para el crecimiento económico mediante emprendimientos comerciales tales como la piscicultura y el ecoturismo. El activo económico más grande – y todavía no explotado – de la Amazonía, sin embargo, los constituyen sus reservas de carbono, que se estiman en un valor de \$2,8 billones si se monetizaran en los mercados actuales. Más allá de este cálculo teórico, existe el potencial para generar ingresos utilizando modelos más realistas contemplados en el

contexto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés). Por ejemplo, si los países amazónicos accedieran a reducir sus tasas de deforestación en un 5% anual cada año durante 30 años, esto podría calificar como una reducción en las emisiones de gases causantes del efecto invernadero y generar alrededor de \$10 mil millones anualmente por la duración del convenio. Distribuido de manera equitativa entre los aproximadamente 1.000 municipios de la Amazonía, este monto equivaldría a cerca de \$6,5 millones al año por comunidad y se podría invertir debidamente en salud y educación, los dos aspectos prioritarios para la mayoría de las comunidades.

### **IIRSA Y LA SOSTENIBILIDAD SOCIAL**

Nadie puede negar la necesidad, urgente y palpable, de brindar a los habitantes de la Amazonía condiciones de vida dignas. Los cambios inminentes que generarán las inversiones de IIRSA, en combinación con los mercados mundiales, decididamente tendrán un gran impacto en los habitantes actuales de la Amazonía, en particular las comunidades tradicionales y los grupos indígenas que dependen de los ecosistemas naturales para su subsistencia. Desde un punto de vista positivo, los proyectos de IIRSA reducirán enormemente el aislamiento de las comunidades rurales y promoverán crecimiento económico y nuevas oportunidades comerciales. La historia demuestra, sin embargo, que estos beneficios no se distribuirán equitativamente y, en ciertos casos, podrían marginar aún más a los pobres de áreas rurales si no se toman precauciones adecuadas. Por ejemplo, los corredores camineros estimularán la migración de cientos de miles, o incluso millones, de personas a la región; los nuevos inmigrantes competirán por los recursos con las comunidades tradicionales, la mayoría de cuyos residentes no están debidamente preparados para dicha competencia con inmigrantes más sofisticados. La titulación en derechos reales y el reconocimiento de los derechos tradicionales de uso serán vitales para garantizar que los residentes actuales y las comunidades indígenas no lleven las de perder en la reestructuración eventual – e inevitable – de la sociedad amazónica.

La rapidez del cambio cultural también aumentará la incidencia del alcoholismo, el suicidio, la prostitución y el VIH. Los residentes locales deberán estar capacitados para competir en las economías modernas y funcionar bien en las nuevas sociedades. Asimismo, será necesario abordar temas de salud: el aumento de los incendios forestales incrementará el riesgo de enfermedades respiratorias relacionadas con la inhalación de humo, y los patógenos del bosque se propagarán hacia los nuevos asentamientos humanos. Ninguno de éstos es un asunto insignificante y deberán ser enfocados como parte integral de los planes de desarrollo sostenible a fin de garantizar la creación de una sociedad saludable en la Amazonía.

### **¿IIRSA PUEDE SER UNA FUERZA POSITIVA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA AMAZONÍA?**

Se ha criticado mucho a los organismos de financiación y a los gobiernos por no identificar y mitigar los impactos ambientales

y sociales asociados con las inversiones en infraestructura. En respuesta a estas críticas, éstos se han comprometido a efectuar evaluaciones estratégicas ambientales (EEA) integrales y garantizar la participación activa de las comunidades locales en la determinación de impactos ambientales y sociales. No obstante, este proceso de evaluación debe mejorarse de varias formas para que el desarrollo sea realmente sostenible y para mitigar algunos de los impactos que se indican en este documento:

- **Evaluación socio- ambiental adelantada** — los EEA deben llevarse a cabo con debida anticipación antes de los estudios de factibilidad de modo que las recomendaciones se incluyan, de forma realista, en el diseño de los proyectos.
- **Ampliar el ámbito de las evaluaciones** — las cuales deben empezar a tomar en cuenta los impactos secundarios y cumulativos que se suman en proyectos múltiples, incluidos los que sean financiados por otras entidades e inversiones del sector privado.
- **Reconocer los motivos económicos de los actores** — los planes de desarrollo sostenible, que tienen el objetivo de evitar, mitigar o compensar los impactos identificados en los EEA, deben trascender las iniciativas enfocadas en la comunidad — por importantes que éstas puedan ser — a fin de considerar las motivaciones económicas del propietario de tierras a nivel individual. La Amazonía no está siendo deforestada por comunidades; está siendo desmontada y degradada por las acciones de individuos, sean éstos familias o empresas, y si se la quiere salvar de la destrucción, será necesario motivar a los individuos para que cambien de comportamiento.

Este documento concluye con la presentación de una serie de recomendaciones de mejora de IIRSA, de modo que ésta pueda servir como modelo de desarrollo para toda la región y otras regiones tropicales. Estas recomendaciones están ordenadas en dos categorías amplias: métodos tradicionales de mitigación ambiental (es decir, la creación de sistemas nacionales de áreas protegidas, complementadas por reservas indígenas y la gestión de tierras de propiedad privada para la conservación y el manejo forestal sostenible) y métodos no tradicionales que se enfocan en el potencial para generar ingresos a partir de servicios ambientales para subvencionar un crecimiento económico que evite la deforestación y recompense la conservación. Dichos métodos no tradicionales incluyen recomendaciones tales como:

- **Generación de ingresos mediante la monetización de los créditos de carbono** — Para salvar la Amazonía se requieren recursos. Los mercados y los mecanismos voluntarios de carbono pueden generar estos recursos y, a la vez, se pueden estructurar de manera que respeten el derecho soberano de los países a gestionar sus propios recursos naturales. Estos recursos económicos pueden crear modelos económicos alternativos a las industrias que dependen en sí en la deforestación.

- **Los servicios ecológicos deberían solventar los servicios sociales** — Se debe crear un sistema de transferencias económicas para educación y salud que compensen a las comunidades que protejan los servicios ecológicos y limiten la deforestación.
- **Quid Pro Quo** — Puesto que la conservación de la Amazonía ralentizará el calentamiento global, el cual es un tema de seguridad mundial, la comunidad global debería respetar la contribución de las naciones sudamericanas en el amparo de la seguridad internacional ((es decir, otorgar membresía al Brasil Consejo de Seguridad de Naciones Unidas) y reformar el comercio internacional respondiendo las peticiones de las naciones sudamericanas.
- **Personas por vía aérea, carga por vía fluvial:** Las carreteras son sólo una forma de transporte. El sistema fluvial del Amazonas es ideal para el transporte de materias primas en grandes volúmenes (granos, minerales, madera y biocombustibles), mientras que subsidios aplicados al transporte aéreo podrían cubrir las necesidades de transporte de las comunidades remotas de la Amazonía.
- **Reforma del sistema de tenencia de la tierra:** La inseguridad en la tenencia de la tierra es uno de los principales causantes de deforestación y conflicto; cambios necesarios desde hace mucho tiempo podrían revertir este paradigma de modo que la conservación del bosque se recompense en vez de ser castigada.
- **Cambio del paradigma de desarrollo:** La Amazonía necesita sistemas de producción que estén menos sujetos a las fluctuaciones de los mercados internacionales de materias primas. Esto sólo podrá lograrse mediante la transformación de dichas materias primas en bienes manufacturados y servicios, y a través de la inversión en industrias tecnológicas independientes de los recursos naturales (es decir, semejantes a la Zona de Libre Comercio de Manaus).

Los países de la Amazonía, los Andes y la Guayana reconocen que la conservación de la Amazonía constituye una prioridad estratégica. Sin embargo, también insisten en que la necesidad de crecimiento económico para mejorar el bienestar social de sus poblaciones es una prioridad estratégica aún mayor. La combinación de estas prioridades conlleva a una opción lógica de políticas: el uso de subsidios directos e indirectos para promover un crecimiento económico que, simultáneamente, conserve los ecosistemas naturales. Esto no sería ayuda y tampoco los residentes de la Amazonía desean caridad u otro tipo de limosna. Lo que quieren es trabajo decente y oportunidades para sus hijos. El desarrollo futuro deberá brindarles ambos, o los esfuerzos de conservación fracasarán. Este nuevo paradigma de desarrollo debe garantizar a los habitantes de la región un nivel digno de prosperidad, a la vez que aporta significativamente a las economías de los países que son custodios de la Amazonía. Si el bosque amazónico es un patrimonio mundial que merece conservarse, entonces sería razonable que se remunerara a los custodios por sus esfuerzos.

# CAPÍTULO 1

## Introducción



Pese a décadas de avasallamiento y degradación, la gran Amazonía sigue siendo el bosque tropical más grande del mundo y contiene más de 6 millones de kilómetros cuadrados de hábitat boscoso (©Haroldo Castro/CI).

La Amazonía cuenta con el bosque tropical intacto más grande del mundo. La misma está situada entre el Hotspot de biodiversidad de los Andes Tropicales y el Hotspot de biodiversidad del Cerrado, dos regiones que en sí se caracterizan por un número extraordinariamente elevado de especies que no se encuentran en otras partes del planeta (Mittermeier *et al.* 1998, 2003). Si bien estas tres regiones están vinculadas por climas, ecosistemas, cuencas hidrográficas y experiencias culturales compartidas, los ocho países que comparten la Amazonía no han podido integrar sus economías nacionales. La *Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Sudamericana* (IIRSA) fue concebida a fin de crear una economía continental, forjando vínculos entre todos los países de Sudamérica. IIRSA es una iniciativa visionaria que aspira a un nivel de integración que ha sido, durante mucho tiempo, una meta histórica de los fundadores de las democracias del continente. Su meta máxima consiste en formar una identidad sudamericana en la que los ciudadanos se vean a sí mismos como parte de una sola comunidad con un futuro común. Si bien se han realizado esfuerzos anteriores para la

integración mediante iniciativas tales como la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) y la Comunidad Andina de Naciones (CAN) y la integración aduanera del MERCOSUR, el logro de una identidad común no se ha podido hacer realidad debido a diferencias políticas y asimetrías en el tamaño y la estructura interna de las economías de las naciones integrantes. IIRSA es una iniciativa eminentemente práctica concebida para complementar iniciativas diplomáticas; su objetivo es llevar adelante acciones específicas para vincular, físicamente, las regiones del continente de forma que se fomente el comercio y el intercambio social entre naciones (Figura 1.1). IIRSA no es un fin en sí, ni es otro mecanismo de tratados, sino una serie de inversiones bien definidas (IIRSA 2007) que convertirán a Sudamérica en una comunidad de naciones.

IIRSA está motivada por la necesidad muy real de promover el crecimiento económico y reducir la pobreza de los países que la integran. Sin embargo, también amenaza con acelerar la degradación ambiental que pone en peligro los ecosistemas naturales de Sudamérica. Si bien es cierto que el bosque amazónico ha funcionado como una barrera para el intercambio cultural y económico, éste es también un importante patrimonio biológico, al menos en cuanto a biodiversidad terrestre, puesto que alberga una cantidad desproporcionada de los recursos biológicos del planeta. Muchos de los proyectos de desarrollo de IIRSA causarán impactos directos en áreas que contienen especies únicas y vulnerables (Figura 1.2).

Se está tratando de instituir a IIRSA con una rapidez que refleja el compromiso político de los países integrantes. No obstante, la integración de las economías de la región no deberá efectuarse a expensas de los recursos naturales que forman la base de estas economías nacionales. IIRSA desencadenará fuerzas económicas que provocarán la migración humana hacia áreas que son extremadamente importantes para la conservación de la biodiversidad y lo hará en escalas y con una rapidez de cambio que sus propugnadores aún no han tomado en cuenta, pese a existir más de tres décadas de experiencia en evaluación de impactos ambientales. Al igual que el impulso inicial de desarrollo de la Amazonía, a principios de la década de 1960, muchas propuestas de inversión de IIRSA pasan por alto las consecuencias ambientales y son indiferentes a los impactos sociales. Un proyecto visionario tal como IIRSA debería ser visionario en todos sus componentes; asimismo, debería incorporar medidas que garanticen la conservación de los recursos naturales de la región y el bienestar social de las poblaciones tradicionales de ésta. No prever el pleno impacto de las inversiones de IIRSA desencadenará una combinación de efectos que crearán una tormenta perfecta de destrucción ambiental, degradando así el mayor bosque tropical del planeta.

En este documento se ofrece un vistazo general de las regiones de la Amazonía, los Andes y el Cerrado. En él se describe el proceso de desarrollo económico en relación con fenómenos locales, regionales y mundiales. También se analiza la índole de la biodiversidad de estas tres regiones ecológicamente complejas a fin de resaltar la vulnerabilidad de sus ecosistemas a los impactos relacionados con los proyectos de IIRSA. Asimismo, el documento destaca iniciativas de conservación y desarrollo que han tenido éxito y que podrían repetirse. Por último, se ofrece una serie de recomendaciones para políticas que podrían evitar los impactos más nocivos de IIRSA. Dichas recomendaciones no se formulan en contraposición a IIRSA, sino que brindan alternativas de desarrollo que podrían consolidar la misión de IIRSA en sentido de promover el crecimiento económico y el desarrollo.

**ESTRUCTURA INSTITUCIONAL DE IIRSA**

IIRSA comprende a todos los países de Sudamérica y fue creada a fin de promover el crecimiento y el desarrollo mediante la inversión en la integración física de tres sectores económicos estratégicos: transporte, energía y telecomunicaciones. Si bien IIRSA no es un tratado de libre comercio, aborda temas normativos que constituyen barreras para el intercambio económico y social entre los países. IIRSA promueve normas industriales y protocolos de comunicaciones comunes, a la vez que facilita el cruce de fronteras mediante el transporte ferroviario, marítimo y aéreo. IIRSA también auspicia reuniones y estudios para promover el comercio, y facilita el intercambio de tecnología, la integración de mercados y la estandarización de normas (BID 2006). Sin embargo, las inversiones más importantes de la iniciativa están enfocadas en mejorar la infraestructura física de transporte. Los proyectos de IIRSA están organizados dentro de uno de diez ejes de integración, cada uno



Figura 1.1. IIRSA está conformada por diez ejes que incorporan inversiones en carreteras modernas pavimentadas, ferrocarriles, hidrovías y redes de distribución de energía eléctrica. Las redes camineras mejoradas atravesarán la Amazonía, mientras que las hidrovías abrirán extensas áreas de la Amazonía occidental al comercio y el desarrollo (mapa modificado a partir de BID 2006).



Figura 1.2. Los principales corredores e hidrovías de IIRSA se muestran en el contexto del Área Silvestre de Alta Diversidad de la Amazonía, y los Hotspots de Diversidad del Cerrado y los Andes. Conservación Internacional organiza acciones prioritarias en estas regiones.

con varios corredores compuestos por carreteras, hidrovías<sup>1</sup> y ferrocarriles, así como redes de energía eléctrica y oleoductos y gasoductos (Figura 1.1). IIRSA no es un organismo de financiación; más bien, es un mecanismo de coordinación entre los gobiernos y las instituciones multilaterales que están a cargo de financiar la mayoría de las inversiones en obras públicas en Sudamérica.

IIRSA está regida por un Comité de Dirección Ejecutiva (CDE) y un Comité de Coordinación Técnica (CCT). El CDE está a cargo del desarrollo de una visión unificada, que defina prioridades estratégicas y apruebe planes de acción periódica. Este comité está conformado por representantes de cada uno de los doce países integrantes, generalmente pertenecientes a ministerios de planificación, pero ocasionalmente personeros de los ministerios de asuntos exteriores o finanzas (Figura 1.3). El CCT comprende representantes de tres organismos regionales de financiamiento: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Corporación Andina de Fomento (CAF) y el Fondo Financiero para el Desarrollo de la Cuenca del Plata (FONPLATA). Este comité brinda apoyo financiero y técnico, coordina reuniones y es depositario de la memoria institucional de IIRSA. Las funciones principales del CCT son identificar proyectos elegibles, involucrar al sector privado y organizar los aspectos financieros. Finalmente, los proyectos aprobados por la iniciativa para cada eje de integración son administrados por Grupos Técnicos Ejecutivos (GTE); éstos aprueban proyectos, revisan estudios ambientales y sociales, y administran las inversiones de IIRSA. Los proyectos se seleccionan sobre la base de los principios paralelos de sostenibilidad y factibilidad, analizándose los proyectos en el contexto de una cartera de inversiones y

reflejando el consenso de los GTE (BID 2006). En la práctica, los proyectos aprobados son aquellos favorecidos por los ministerios nacionales de planificación y presentados a los comités ejecutivos y técnicos de IIRSA (Dourojeanni 2006). Actualmente, la agenda de IIRSA consta de 335 proyectos, con 31 proyectos prioritarios que constituyen un total de más de \$6,4 mil millones a ser implementados en la primera fase de la iniciativa, que abarca desde 2005 hasta 2010 (Cuadro 1; Figura 1.4).

Brasil cuenta con una iniciativa complementaria, semejante a IIRSA tanto en filosofía como en escala geográfica, en la cual el gobierno federal y los gobiernos estatales y municipales reciben el mandato constitucional para presentar un plan integrado de desarrollo plurianual (PPA por su sigla en portugués) a sus correspondientes poderes legislativos. El PPA actual, que abarca de 2004 a 2007 y se denomina “Plano Brasil de Todos”, tiene tres objetivos principales: 1) inclusión social y reducción de la desigualdad social, 2) crecimiento económico y creación de empleos en el contexto del desarrollo sostenible y la reducción de la desigualdad entre regiones y 3) fortalecimiento de la democracia mediante mecanismos participativos. Puesto que el objetivo principal del PPA consiste en fomentar el crecimiento económico, muchas de sus inversiones mejorarán la integración de las redes nacionales de transporte y energía con países limítrofes.

La mayoría de los proyectos de IIRSA se financian mediante préstamos de los tres organismos financieros del CCT; no obstante, los paquetes financieros a menudo incluyen fondos provenientes de presupuestos nacionales, bonos financieros de los países, donantes bilaterales y fuentes privadas obtenidas por las empresas constructoras que son contratadas para ejecutar los proyectos. El financiamiento del PPA proviene de distintas fuentes públicas; la mayoría viene de los presupuestos locales,

1 El término hidrovía se refiere a vías de transporte fluvial.

Cuadro 1. Resumen de inversiones proyectadas por IIRSA.

Eje de integración	Segmentos de corredores	Proyectos individuales	Inversión estimada <sup>1</sup> (\$ millones)	Financiamiento prioritario (\$ millones) <sup>2</sup>
Amazonía	7	91	8.027	1.215
Andes	11	92	8.400	117
Perú – Bolivia – Brasil	3	21	12.000	1.067
Interoceánico	5	54	7.210	921,5
Escudo de Guayana	4	44	1.072	121
Sur	2	22	1.100	n.d.
Capricornio	4	27	2.702	65
Mercosur – Chile	5	70	13.197	2.895
Hidrovia Paraná – Paraguay	1	3	1.000	1
Andes del Sur	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<b>Total</b>	42	424	54.708	6.403

<sup>1</sup>Modificado a partir de IIRSA (2007) y BICECA (2006).

<sup>2</sup>BID (2006).



Figura 1.3. Estructura de IIRSA. El Comité de Dirección Ejecutiva de IIRSA incluye a representantes de cada gobierno sudamericano. Los proyectos son administrados mediante tres organismos multilaterales de crédito: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Corporación Andina de Fomento (CAF) y el Fondo Financiero para el Desarrollo de la Cuenca del Plata (FONPLATA).

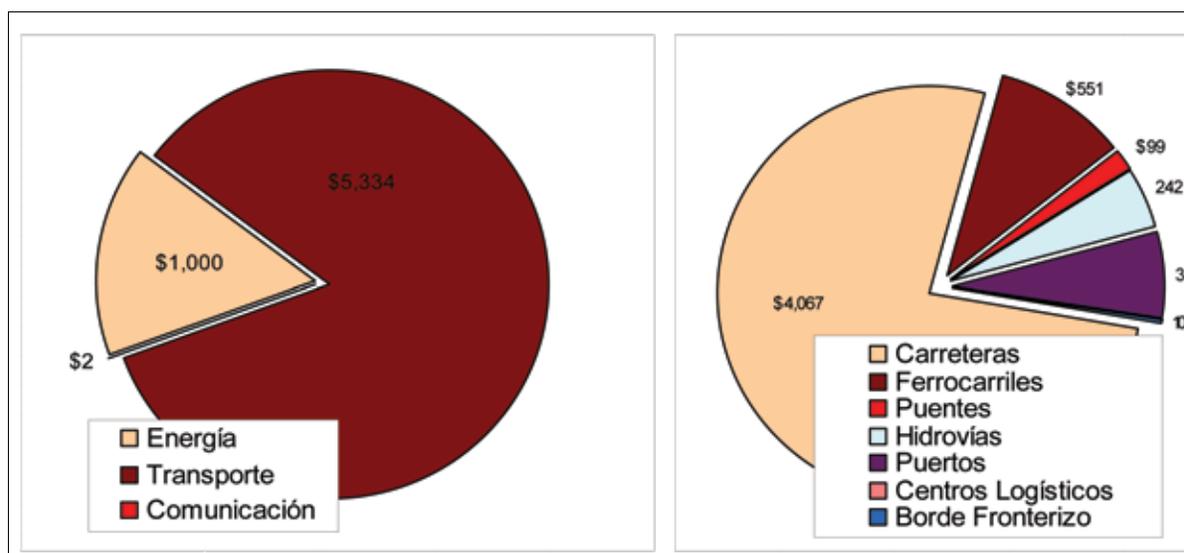


Figura 1.4. Las inversiones de IIRSA están enfocadas, en su mayoría, en infraestructura caminera, pero también incluyen sistemas estratégicos de transporte, así como redes de conducción de energía y sistemas de comunicación (BID 2006).



Figura 1.5. En un Escenario Utilitario, el capital privado convertiría a la Amazonía en una potencia agroindustrial que suministraría alimentos, fibras y biocombustibles para el planeta, a la vez que facultaría el crecimiento económico y la equidad social. Los países amazónicos desarrollarían soluciones tecnológicas para superar limitaciones agrícolas tales como la infertilidad del suelo y el control de malezas (© Hermes Justiniano/Bolivi-anature.com).

estatales y federales, pero una parte importante es suministrada por el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), entidad pública asociada al Ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Exterior. Asimismo, el BNDES financia a las empresas brasileñas que funcionan en países vecinos mediante un programa conocido como BNDES-EXIM que existe a fin de promover la exportación de bienes y servicios desde el Brasil.<sup>2</sup> Como resultado de esto, algunos contratos de IIRSA se otorgan a los consorcios dirigidos por empresas de construcción brasileñas que tienen acceso a crédito ofrecido por el BNDES<sup>3</sup> o por otros programas de promoción de las exportaciones administrados por el Banco do Brasil (Banco do Brasil 2007).

Debido a los impactos adversos relacionados con anteriores inversiones de este tipo, muchos observadores indican que las inversiones de IIRSA en infraestructura constituyen una amenaza para los ecosistemas naturales de la Amazonía y las regiones adyacentes. Afortunadamente, la mayoría de los organismos financieros que participan en IIRSA tienen normativas relativamente estrictas de evaluación ambiental y social, y, por lo general, condicionan los préstamos a la implementación de planes de acción ambiental y social.<sup>4</sup> No obstante, puesto que

los proyectos de infraestructura se evalúan individualmente,<sup>5</sup> éstos no toman en cuenta cómo la combinación de proyectos y fuerzas externas tales como mercados mundiales, migración transfronteriza o cambio climático podrían actuar en sinergia causando efectos imprevistos.<sup>6</sup> La comunidad académica ha suministrado análisis valiosos sobre posibles impactos futuros y una amplia justificación de la necesidad de un procedimiento integral de evaluación tanto para IIRSA como para los PPA (Laurance *et al.* 2001, 2004, Nepstad *et al.* 2001, da Silva *et al.* 2005, Fearnside 2006b).

### EL FUTURO DE LA AMAZONÍA: TRES ESCENARIOS

Prácticamente todas las sociedades de Sudamérica respaldan la conservación del bosque amazónico y – simultáneamente – piden más desarrollo que brinde a los residentes de la Amazonía una vida digna exenta de pobreza. Existen enormes diferencias entre las personas acerca de esta visión, particularmente en lo que se refiere a preservación de áreas silvestres, manejo forestal, producción agrícola y tenencia de la tierra. La mayoría de los conservacionistas ven a IIRSA como un tipo tradicional de desarrollo que conllevará mayor deforestación; a la vez, muchos economistas y empresarios perciben las metas del movimiento conservacionista como un impedimento para el crecimiento económico. Al margen del contraste entre estos puntos de vista, serán los mercados económicos y las decisiones de las sociedades democráticas los que decidan, en última instancia, el destino de la Amazonía. Es imposible predecir este futuro, pero

- 2 En 2005, el BNDES aprobó un total de \$2,5 mil millones en préstamos para las exportaciones brasileñas; de esta cifra total aproximadamente \$ 1,06 mil millones se destinaron a exportaciones destinadas a Argentina, Chile, Ecuador, Paraguay y Venezuela.
- 3 El BNDES también ha aumentado su participación en la CAF aumentando recientemente sus acciones de 2,5 a 5 por ciento, pero no lo suficiente para tener los mismos privilegios de voto que los países andinos (las denominadas acciones A).
- 4 Los bancos multilaterales han sido más progresistas que los bancos comerciales en temas ambientales y sociales. Por ejemplo, el BID y la CAF han formulado y adoptado directrices ambientales y Evaluaciones Ambientales Estratégicas, si bien éstas aún no se han implementado. En contraste, el FONPLATA sólo requiere que los proyectos cumplan las normas ambientales de sus países miembros y, recientemente, el BNDES recibió malas calificaciones en una evaluación independiente que se enfocó en bancos comerciales (WWF/BankTrack 2006).

- 5 Hasta la fecha de impresión, se habían contratado o estaban en curso Evaluaciones Ambientales Estratégicas para el corredor Puerto Suárez–Santa Cruz (Proyecto BID No. TC-9904003-BO0), el Corredor del Norte en Bolivia (Proyecto BID BO-0200), y el Corredor Interoceánico en Madre de Dios, Perú (Proyecto INRENA-CAF).
- 6 Antes de 2006, sólo se encomendó un estudio que abarque toda la Amazonía, el cual consistió en una consultoría, por un monto de \$81.000, contratada por el BID con fondos suministrados por Holanda; el contrato se otorgó al grupo consultor privado, Golder Associates, de Boulder, Colorado.

es posible, sobre la base de eventos históricos e investigación científica, imaginar varios escenarios que podrían suscitarse a partir de distintas políticas. En esta sección se ofrecen tres escenarios posibles que se presentarían en la Amazonía después de un siglo de cambios inducidos por la humanidad. Dos de ellos son decididamente optimistas en sus perspectivas, pero diametralmente opuestos en sus fundamentos, mientras que el tercer escenario es un punto de vista más realista de lo que podría pasar si no se aplica un cambio radical en las políticas públicas actuales.

### La Amazonía como granero (escenario utilitario)

En este escenario, el cambio climático y el cambio de uso del suelo interactuarían para crear una Amazonía que se haría paulatinamente más seca y calurosa, y donde los sistemas de bosques naturales serían reemplazados, en su mayoría, por plantaciones forestales y agricultura mecanizada (Figura 1.5). Este escenario se basa, en gran parte, en dos suposiciones: 1) el clima de la Amazonía será más seco y cálido, según lo predicen los modelos de cambio climático, derivando en un colapso del ecosistema de bosque húmedo y 2) habrá una gran deforestación en la Amazonía como resultado de decisiones tomadas por gobiernos y habitantes locales. El resto de las suposiciones que fundamentan este escenario, referentes específicamente a sistemas agrícolas y crecimiento económico, reflejan la tenacidad y la capacidad tecnológica de la sociedad moderna para adaptarse al cambio.

El calentamiento global es la primera fuerza motriz de cambio. Mayores temperaturas y sequedad hacen que la respiración de los suelos del bosque húmedo sea más rápida que la fotosíntesis de los árboles, con lo cual el ecosistema amazónico se convertiría en una fuente neta de carbono, agravando el calentamiento global. Las especies de árboles del ecosistema de bosque húmedo no podrían adaptarse a las nuevas condiciones climáticas y serían eliminadas eventualmente del bosque debido a la mayor mortandad de ejemplares adultos y a los menores niveles de reproducción. Las carreteras transcontinentales de IIRSA aumentarían la densidad de caminos secundarios, de modo que en un siglo un 70 por ciento de la cobertura boscosa original sería reemplazada por pastizales, cultivos y plantaciones forestales. Al hacerse evidente que las especies arbóreas están amenazadas fisiológicamente por el cambio climático, los gobiernos adoptarían políticas para monetizar las reservas forestales, en lugar de que éstas se pierdan debido a procesos naturales de mortalidad y degradación. Básicamente, el ecosistema de bosque colapsaría y sería reemplazado por un sistema de producción agrícola que consolidaría al Brasil como el productor agrícola más importante del mundo en lo que respecta a alimentos y biocombustibles.

La tecnología facultaría al sector agrícola para la adaptación al cambio climático. Reconstrucciones arqueológicas efectuadas en la Amazonía han revelado la forma en que las civilizaciones amerindias mejoraron los suelos y mantuvieron la fertilidad de éstos a largo plazo mediante el uso de cerámica y carbón para contrarrestar la acidez del suelo y aumentar la materia orgánica. Las ciencias agrícolas modernas han redescubierto estas técnicas de manejo y las adoptado tanto para sistemas de producción

perennes como anuales. La agricultura sería más diversificada y los mejores suelos se dedicarían a cultivos anuales, mientras que los terrenos con topografía ondulada se dedicarían a la ganadería y las plantaciones forestales. La producción de biocombustibles adquiriría cada vez mayor importancia, con plantaciones de caña de azúcar para la producción de alcohol y palma aceitera para biodiesel. La investigación mejoraría el control de plagas mediante el uso de organismos modificados genéticamente, en combinación con un creciente arsenal de plaguicidas. Las fincas especializadas en especies perennes altamente productivas harían que la Amazonía sea la región agrícola de mayor productividad del mundo por hectárea al año.

Si bien la precipitación disminuiría, la cuenca amazónica seguiría siendo el sistema hidrológico más grande del mundo, puesto que contiene el depósito acuífero subterráneo más grande del planeta.<sup>7</sup> La tecnología de riego, que funcionaría con las abundantes reservas de gas natural de la Amazonía occidental y con biocombustibles producidos localmente, mitigaría las fluctuaciones estacionales de precipitación. Represas y embalses aportarían agua superficial para el sistema de riego y brindarían energía hidroeléctrica económica a centros urbanos con una economía industrial enfocada en metalurgia, productos forestales y procesamiento de alimentos. Habría una migración continua desde áreas rurales hacia áreas urbanas, en especial a ciudades tales como Iquitos en Perú y Leticia en Colombia, que seguirían el ejemplo de Manaus, Brasil en el desarrollo de economías basadas en manufactura, servicios financieros e innovación tecnológica.

Estos cambios radicales en la cuenca amazónica causarían impactos ambientales a nivel mundial, regional y local. A nivel mundial, el colapso de los ecosistemas de bosque acentuaría el calentamiento global. Las reservas de carbono de la Amazonía serían liberadas hacia la atmósfera; el carbono emitido por la Amazonía durante este siglo sería equivalente a unos 13 años de emisiones industriales. Los regímenes de precipitación de la Amazonía y áreas adyacentes serían afectados tanto por manifestaciones globales como regionales de cambio climático. Sin embargo, la Amazonía central contaría con niveles moderados de precipitación garantizados por los vientos alisios que transportan humedad desde el Océano Atlántico. La deforestación tendría un impacto negativo en los sistemas de convección que reciclan alrededor del 50 por ciento de la precipitación que cae en la Amazonía; esto ocasionaría temporadas secas más largas y acentuadas. La Corriente en Chorro de Bajo Nivel de Sudamérica (SALLJ por sus siglas en inglés) que modula las temporadas de lluvias y transporta vapor de agua de la Amazonía a la cuenca del Río de la Plata aumentaría su intensidad pero acarrearía menos agua debido a las condiciones más secas predominantes en la Amazonía occidental. No obstante, la productividad agrícola de la cuenca baja del Río de la Plata no sería afectada gravemente puesto que otros sistemas

7 Recientemente, se cartografiaron las dimensiones de la parte sur de este depósito acuífero en Santa Cruz, Bolivia (Cochrane *et al.* 2007). La geología de la cuenca está formada por sedimentos libremente consolidados que se han cargado de agua durante varios millones de años. Puesto que éste es un depósito acuífero no confinado, éste se recarga continuamente a partir de fuentes superficiales y tiene potencial para su uso en un sistema de riego verdaderamente sostenible.

climáticos aumentarían la precipitación que se origina en el Atlántico Sur.

La conservación de la biodiversidad se gestionaría mediante un sistema de reservas con áreas protegidas que se estableció en la última década del siglo veinte y continuaría en las dos primeras décadas del siglo veintiuno. Al igual que las áreas protegidas de Norteamérica y Europa, éstas serían reservas de tipo insular que contendrían una muestra representativa de la biodiversidad que existió en la Amazonía antes de la industrialización de la agricultura. Tal y como lo predijeron los biólogos especializados en conservación, este nivel de aislamiento habría causado la extinción de muchas especies endémicas y la homogeneización de biomas dentro de las áreas protegidas. La fragmentación de ecosistemas limitaría la capacidad de las especies para migrar en respuesta al calentamiento global, lo que causaría, consiguientemente, aún más extinciones.

El crecimiento económico generado por la agricultura, la ganadería y las plantaciones forestales crearía un ambiente empresarial favorable y aumentaría las oportunidades de empleo. La prosperidad incrementaría la recolección de impuestos y generaría mayores inversiones en educación y servicios sanitarios. Los profesionales capacitados necesarios para administrar las instituciones financieras, industriales y comerciales comenzarían a migrar hacia la Amazonía desde centros urbanos de Sudamérica (ej. Sao Paulo, Bogotá y Lima). Los pueblos indígenas se adaptarían al cambio a consecuencia de su propia organización social que les ayudaría a afrontar la homogeneización de sus culturas y a proteger los intereses económicos de sus comunidades. Sin embargo, el elemento más importante de su éxito radicaría en la ventaja de contar con titulación de vastas extensiones de tierras. Siendo el grupo con mayor superficie de tierras en la Amazonía, usarían este activo para el crecimiento económico mediante la producción agrícola y las plantaciones forestales.

En este escenario utilitario, los países amazónicos habrían integrado exitosamente sus economías y Brasil se habría constituido en uno de los países más prósperos y dinámicos del planeta. Su gran población y economía estable serían el motor económico de la región y brindarían mucha de la innovación tecnológica que respaldaría los sistemas productivos sostenibles que caracterizarían a la Amazonía. Los países andinos tendrían vínculos comerciales estrechos con el Brasil y el crecimiento económico de la Amazonía estaría vinculado con los mercados de Asia a los cuales se accedería mediante puertos situados sobre el Océano Pacífico. Las predicciones de pérdida de biodiversidad se harían realidad, pero se evitaría el colapso ecológico mediante el uso de tecnología para la creación de sistemas sostenibles de producción que brinden productos estratégicamente importantes a los mercados mundiales.

#### **La Amazonía como zona de bosques silvestres (escenario utópico)**

En este escenario, la marcada disminución de precipitación pronosticada por algunos modelos climáticos no se haría realidad y se evitaría la deforestación a gran escala debido a que los países que comparten la Amazonía se comprometerían a conservar el bosque amazónico como un ecosistema natural (Figura 1.6). Para evitar la deforestación se crearía un sistema en el que pagos por servicios ecológicos subvencionarían la conservación de la Amazonía. Por ejemplo, los países desarrollados pagarían por el almacenamiento de carbono en ecosistemas naturales y estarían dispuestos a transferir considerables sumas de dinero desde sus economías a los países amazónicos. La estabilidad de los niveles de precipitación supondría que el mundo evite el peor escenario de calentamiento global mediante la limitación de emisiones de carbono y que la conservación mantenga los sistemas de convección que reciclan el agua en la Amazonía. Este escenario se basa en la idea de que las sociedades humanas tendrían la capacidad para gestionar el crecimiento y el desarrollo en la



Figura 1.6. Un Escenario Utópico requeriría un convenio internacional que compense a los países amazónicos por reducir las emisiones de carbono causadas por la deforestación. Los pagos por servicios ecológicos se usarían para financiar la salud y la educación, y para subvencionar la producción en la que se evite la deforestación y la degradación del bosque (©Greenpeace).

Amazonía y que las sociedades latinoamericanas reformarían sus gobiernos y establecerían el imperio de la ley en la frontera agrícola, en especial sistemas normativos que garanticen la tenencia de la tierra.

Los gobiernos nacionales que accedan a reducir la deforestación adoptarían mecanismos para el uso de pagos por servicios ecológicos para la conservación de bosques a cambio de inversiones en salud y educación; una parte de estos pagos se usaría para subvencionar industrias de valor agregado que transformarían los abundantes recursos naturales de la región en bienes y servicios competitivos a nivel mundial. Estudios satelitales anuales monitorearían el cambio de uso del suelo y el incumplimiento de compromisos incidiría negativamente en el presupuesto anual destinado a servicios sociales. Este vínculo explícito crearía un fuerte apoyo local para el cumplimiento de las metas de reducción de la deforestación y el énfasis en servicios sociales tendría beneficios inmediatos a corto plazo debido al auge en la construcción de nuevas escuelas y clínicas, mientras que los impactos a largo plazo se derivarían del aumento de empleo en los sectores de educación y salud.

Coincidentemente con uno de los principales objetivos de IIRSA – facilitar la exportación de productos agrícolas desde el centro del Brasil hacia la costa del Pacífico – la producción intensiva acrecentaría las exportaciones, pero se limitaría la deforestación mediante la adopción de modelos mixtos de uso del suelo que mantendrían un 80 por ciento de la tierra con cobertura boscosa y limitarían el cambio de uso del suelo a un 20 por ciento de la cobertura total.<sup>8</sup> La implementación de este modelo se promovería mediante una garantía de titulación clara y créditos subvencionados para los propietarios de tierras que adopten las reglas de uso del suelo en proporción 80:20. Estos créditos estarían vinculados a la producción intensiva que maximizaría el uso de las tierras deforestadas. Mediante imágenes de satélite se monitorearía el uso del suelo y se identificaría las

8 Este tipo de normativa de uso del suelo ya se ha afianzado en la legislación del Brasil, pero su aplicación y cumplimiento en la frontera agrícola son casi nulos.



Figura 1.7. En un Escenario Realista se asume que los modelos existentes de explotación de recursos naturales continuarían operando, lo que conllevaría a paisajes dominados por agricultura de baja intensidad y bosques degradados. La falta de gobernabilidad y los mercados no regulados derivarían en ciclos de auge y caída que inhibirían la inversión a largo plazo en servicios sociales y la región se caracterizaría por una pobreza arraigada (© Olivier Langrand/CI).

propiedades que no cumplan los criterios. El incumplimiento derivaría en pérdida de créditos y reversión de tierras.

En lugar de corredores camineros, los países amazónicos adoptarían el modelo de transporte de “personas por vía aérea y carga por vía fluvial”. El tráfico barato por barcaza haría que el precio de mercancías y minerales sea competitivo en los mercados mundiales. El transporte aéreo subvencionado facilitaría un sistema de salud más efectivo, permitiendo el acceso a servicios sanitarios durante emergencias y visitas por parte de personal médico a comunidades alejadas. En toda la Amazonía, los servicios aéreos baratos estimularían el desarrollo de la industria turística en áreas remotas. Se usarían créditos subvencionados para fomentar sociedades entre el sector privado y comunidades locales, garantizando la participación de los lugareños, a la vez que se mejora la experiencia de los turistas.

Los sistemas de producción intensiva incluirían algunas opciones tradicionales, tales como la agricultura mecanizada, la ganadería, las plantaciones forestales y los biocombustibles. Sin embargo, puesto que el agua es el recurso más abundante y valioso de la Amazonía, sería también lógico que ésta sea la base más importante para la producción. La piscicultura sería la forma más eficiente de convertir productos agrícolas en proteína animal, en especial en las lagunas de aguas tibias de la Amazonía donde especies nativas de peces herbívoros se alimentarían con productos agrícolas importados desde regiones cercanas dedicadas a la producción de granos. La piscicultura requiere poca superficie y es ideal para las fincas familiares; asimismo, da lugar a una cadena productiva con valor agregado que incrementaría los ingresos de las poblaciones rurales. El modelo productivo con mayor uso de superficie, sin embargo, seguiría siendo el aprovechamiento forestal. El sector de productos forestales adoptaría directrices de aprovechamiento que imitarían los procesos naturales del bosque, con ciclos de extracción de más de 100 años. Este modelo de aprovechamiento maderero de baja intensidad dependería del transporte subvencionado, las rebajas tributarias y los pagos directos por servicios ecológicos. En lugar de recolectar regalías por concepto de explotación maderera, los Estados compensarían a los propietarios de tierras por adoptar criterios de manejo que garanticen la conservación del bosque.<sup>9</sup>

Mantener la integridad del ecosistema de bosque derivaría en beneficios para la conservación de la biodiversidad en este escenario utópico optimista. Las propiedades agrícolas y plantaciones estarían dispersas en un amplio paisaje geográfico debido a la dependencia del transporte fluvial; no obstante, el respeto del uso del suelo en proporción 80:20 ayudaría a evitar la fragmentación de bosques y a mantener la matriz forestal intacta. Se mantendrían conexiones entre áreas protegidas a fin de garantizar la supervivencia de especies endémicas regionales y raras. Lamentablemente, la dependencia del transporte fluvial conllevaría a una degradación de los sistemas acuáticos, sobre todo en lugares donde se instalen esclusas y represas para evitar rápidos o donde se usen dragas y explosivos para facilitar el tránsito de convoyes de barcasas en ríos más pequeños. Del

9 Con esto, se acabarían los incentivos distorsionados actuales en los que las concesiones forestales pagan regalías por la madera aprovechada, mientras que los ganaderos y agricultores no pagan nada por la madera que extraen durante el desmonte de tierras.

mismo modo, la adopción general de la piscicultura degradaría algunos recursos hidrológicos debido a la descarga de efluentes desde lagunas de producción.

El escenario utópico brinda una mejora del bienestar humano en las sociedades amazónicas. Grandes flujos de efectivo provenientes de los pagos por servicios ecológicos mejorarían los ingresos y subvencionarían los servicios sociales más importantes. El modelo de uso mixto del suelo combinaría manejo forestal de baja intensidad con producción agrícola de alta intensidad. Los grupos indígenas con grandes extensiones de tierra se beneficiarían al formar empresas de riesgo compartido con inversionistas urbanos que brindarían experiencia técnica y acceso a capital. Asimismo, el uso de subsidios, rebajas tributarias y créditos con intereses bajos para la producción sostenible crearía nuevas oportunidades de negocios que aumentarían la cantidad y calidad de empleo tanto en comunidades rurales como urbanas.

En el escenario utópico los países amazónicos integrarían sus economías. La decisión soberana de Brasil de conservar el ecosistema amazónico como patrimonio nacional conllevaría a la creación de un sistema para compensar a las comunidades por los servicios ecológicos brindados por el bosque. Los países andinos seguirían el ejemplo y harían esfuerzos especiales para preservar la diversidad étnica que caracteriza las tierras bajas de la Amazonía occidental. Los mercados de Asia seguirían dominando las exportaciones amazónicas, pero éstas se caracterizarían por cadenas de producción con valor agregado que generarían empleo y aportarían a economías estables.

#### **La Amazonía como un bosque degradado (escenario realista)**

Lamentablemente, el escenario futuro más probable sería “igual que siempre”. Las suposiciones que fundamentan este escenario indican que las personas seguirían motivadas por las ganancias económicas a corto plazo, mientras que los gobiernos nacionales no podrían hacer cumplir las normativas para el control del desarrollo en la Amazonía y los organismos internacionales no podrían crear mecanismos de mercado para el pago por los servicios ecológicos. Como resultado, los mercados mundiales y las presiones demográficas nacionales continuarían motivando a las personas a adquirir tierras en la Amazonía y dedicarse a prácticas agrícolas y de desarrollo que deforestarían paisajes, degradarían los suelos e interrumpirían los sistemas hidrológicos (Figura 1.7).

La motivación de este escenario pesimista no es distinta a la que fundamenta el escenario utilitario optimista; no obstante, en este escenario, los sofisticados sistemas de producción que requieren inversión de capitales e innovación tecnológica no se harían realidad debido a la inestabilidad en cuanto a la tenencia de la tierra y a los altos costos del capital de financiamiento. Sin embargo, la determinación de integrar la estructura de transporte del continente aceleraría la demanda de tierras e induciría a los gobiernos a abrir más áreas para la colonización. Agricultores de pequeña escala y campesinos competirían por la tierra con la agricultura industrializada, malas prácticas de manejo de suelos conllevarían, a la larga, al predominio de la ganadería de baja intensidad combinada con plantaciones forestales, modelo de negocios de bajo riesgo que brindaría un retorno moderado a los inversionistas.

La deforestación tendría un impacto dramático en el ciclo

hidrológico regional al disminuir la precipitación y aumentar la intensidad de la temporada seca anual. La agricultura también sería afectada negativamente en las zonas periféricas de la Amazonía tales como Argentina, Paraguay, Santa Cruz en Bolivia, y Mato Grosso do Sul, en Brasil, que serían los mayores graneros del continente. Los paisajes se verían afectados radicalmente y el bosque se reduciría a manchas degradadas que variarían en tamaño y composición de acuerdo a la distancia que las separa de las carreteras principales. Grandes extensiones de bosque sólo existirían en áreas protegidas, territorios indígenas y reservas extractivas, si bien las dos últimas categorías estarían muy degradadas debido a prácticas excesivamente agresivas de extracción forestal. La conexión entre manchas de bosque sería mínima o nula, excepto en áreas donde la topografía y los suelos inhibían el desarrollo de la agricultura. Los ríos y arroyos sufrirían un aumento en la sedimentación y la escorrentía por el uso de plaguicidas y fertilizantes nitrogenados, cambiando sus atributos tanto físicos como químicos. Los propietarios de tierras en las cabeceras construirían estructuras de retención a fin de brindar agua para el ganado, mientras que iniciativas gubernamentales para construir represas y embalses para la gestión de aguas y la generación de energía hidroeléctrica degradarían la conectividad de los sistemas acuáticos y los empobrecerían.

La biodiversidad sufriría tanto en los sistemas acuáticos como en los terrestres, ocurriendo extinciones masivas de especies a nivel mundial, regional y local. Esta extinción masiva ocurriría paulatinamente y muchas especies, tales como las plantas leñosas longevas, sobrevivirían como individuos solitarios no reproductivos en varias manchas de bosque. El exterminio de grandes mamíferos y la sobreexplotación de poblaciones de peces migratorios ocasionarían cambios drásticos tanto en estructura como en composición de las comunidades biológicas. La rapidez del cambio climático y la fragmentación del paisaje inhibirían la capacidad de muchas especies para adaptarse y migrar a regiones donde las condiciones climáticas sean adecuadas para su supervivencia. Todos estos procesos conllevarían a la extinción de muchas especies endémicas regionales en las tierras bajas de la Amazonía y de especies endémicas locales en las estribaciones andinas.

La falta de incentivos y políticas innovadoras conllevaría al estancamiento de las comunidades humanas. Las sociedades indígenas que recibieron grandes extensiones de bosque sobreexplotarían estos recursos y se harían aún más dependientes de la agricultura de subsistencia debido a la escasez de caza y pesca. El grupo social más susceptible a los efectos negativos del crecimiento económico mal planificado y del cambio ambiental serían los pobres de zonas rurales sin clara pertenencia étnica. La pobreza y la escasez de caza aumentarían la presión en las áreas protegidas, derivando en extracción de madera y cacería ilícitas en las regiones más remotas de la Amazonía. Los inmigrantes seguirían avasallando las áreas protegidas, que tendrían poca prioridad para los gobiernos que encararían una pobreza arraigada. La mano de obra no calificada, tanto nativa como inmigrante, se congregaría en guetos urbanos y competiría por empleos en un mercado laboral atrofiado. La desigualdad social se acentuaría puesto que los ganaderos y los grandes agricultores prosperarían con la producción para los mercados de exportación

con poca transformación y valor agregado. La falta de inversión en educación originaría personas con poca capacitación, mientras que la carencia de presupuestos de investigación en las universidades limitaría la innovación en el desarrollo de nuevos sistemas productivos.

En este escenario, los países amazónicos no lograrían integrar sus economías pese a las grandes inversiones en infraestructura. En la Amazonía brasileña, predominaría la producción industrializada a gran escala debido a la decisión de la sociedad de adoptar una economía capitalista de mercado libre. En contraste, los países andinos habrán optado por un modelo de desarrollo en el que el Estado asumiría un rol predominante en la planificación económica. El estancamiento económico resultante obligaría a los pobres de las tierras altas a migrar a la Amazonía occidental donde, debido a la carencia de capital, adoptarían sistemas ineficientes de producción. Los mercados asiáticos continuarían dominando las exportaciones amazónicas pero éstas se caracterizarían por ser materia prima en lugar de bienes manufacturados derivados de dichas materias. Consiguientemente, los productores de la Amazonía estarían sujetos a grandes fluctuaciones en los mercados internacionales, perpetuando la mentalidad de auge y caída que ha caracterizado a la región por más de dos siglos.

## CAPÍTULO 2

### Factores Motrices de Cambio



Ganado premiado de raza Nelore en la Estancia el Carmen, en Santa Cruz, Bolivia (© Luís Fernando Saavedra Bruno).

IIRSA desencadenará fuerzas económicas y sociales que alterarán radicalmente a la Amazonía. Muchas de éstas son bien conocidas y han sido responsables del proceso en curso de deforestación y degradación del bosque durante la segunda mitad del siglo pasado. La dinámica, de rápida evolución, de una economía globalizada hace esencial visualizar los fenómenos económicos y sociales que trascienden el alcance de nuestros conocimientos. En este capítulo se describen los principales impulsores de cambio y sus relaciones con el crecimiento económico y las inversiones en infraestructura. Sólo si entendemos la índole y las dimensiones de estas fuerzas podremos entender el impacto potencial de las inversiones de IIRSA y elaborar una estrategia efectiva de mitigación para gestionar debidamente el crecimiento y el desarrollo.

**AVANCE DE LA FRONTERA AGRÍCOLA**

La mayor amenaza para la conservación del bosque amazónico y las regiones biogeográficas del Cerrado y el los Andes Tropicales es el cambio de uso del suelo debido a la expansión de la frontera agrícola. Pese a profundas reformas en las economías nacionales y enormes inversiones nacionales y extranjeras directas en las últimas dos décadas, decenas de miles de campesinos siguen migrando hacia la Amazonía, como resultado de la presión demográfica y la gran pobreza que caracterizan a los países de la región. A la vez, las propiedades agrícolas mecanizadas y ganaderas están ampliando su producción hacia áreas de frontera,<sup>10</sup> aprovechando los precios bajos de la tierra y la tecnología moderna para obtener economías de escala y retornos interesantes a la inversión. Los proyectos de construcción de carreteras financiados por IIRSA (si bien

en gran parte éstos suponen mejoras de redes camineras ya existentes) acelerarán este proceso al incrementar el acceso a miles de kilómetros cuadrados de tierras fiscales. De hecho, las carreteras modernas son la causa más importante de deforestación en la Amazonía. Los caminos nuevos y mejorados también cambiarán la economía de los modelos de transporte: si bien los caminos primitivos construidos por las empresas madereras no ofrecen un sistema de transporte viable, cuando éstos se mejoran con terraplenes elevados, puentes y pavimento, los costos de transporte disminuyen, confiriendo competitividad a productores agrícolas de lugares remotos de la Amazonía tanto en mercados nacionales como internacionales (Kaimowitz & Angelsen 1998, Lambin *et al.* 2003, Hecht 2005).

La dinámica de uso del suelo varía de una región a otra y ha cambiado con el paso del tiempo. En las décadas de 1970 y 1980, los gobiernos de la región adoptaron políticas económicas y de desarrollo para promover la migración de campesinos hacia áreas de frontera y ofrecieron una serie de subsidios para la ganadería (Hecht & Cockburn 1989, Thiele 1995, Pacheco 1998). El impacto de estas políticas sigue siendo visible en el paisaje de muchas partes de la Amazonía (Figura 2.1).

10 En este documento, se usa la expresión “frontera” para referirse a la región de frontera agrícola o de avance de las actividades de desarrollo y asentamiento humano (Nota del traductor)

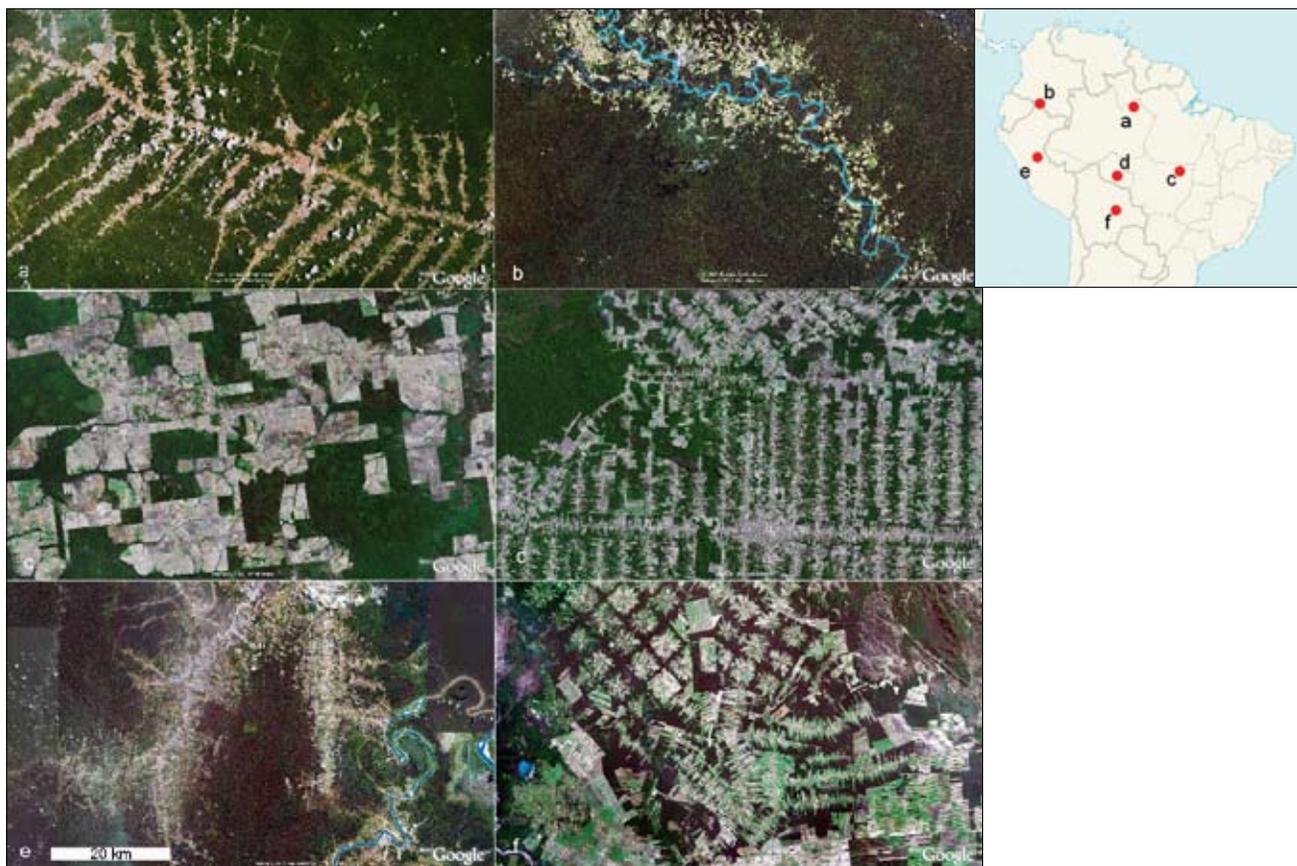


Figura 2.1. La migración estimulada por la construcción de carreteras ha dejado su huella en los paisajes de la Amazonía; a menudo se pueden observar los sistemas sociales y agrícolas en el tipo de deforestación: a) La deforestación en Roraima es característica de agricultores de subsistencia en regiones remotas del Brasil que no cuentan con mercados para su producción agrícola; muchos de ellos también son garimpeiros. b) Se cree que la deforestación dispersa en el río Caguan, en el departamento de Caquetá en Colombia, se debe en gran parte al cultivo de coca. c) Los grandes bloques de tierras deforestadas son característicos de haciendas ganaderas corporativas del noreste de Mato Grosso, en Brasil. d) La colonización a lo largo de la red de caminos primarios y secundarios en Rondonia, Brasil, ha derivado en un patrón de deforestación con forma de espinazo de pez. e) En el pie de monte andino cerca de Pucallpa, Perú, los colonos se han asentado a lo largo de la carretera que conectan los afluentes del río Amazonas con mercados urbanos de las tierras altas andinas. f) Los complejos patrones de uso del suelo en Santa Cruz, Bolivia, son resultado de la presencia de colonos de zonas andinas, comunidades Mennonitas, y empresas agrícolas (Google Earth™ Mapping Services).

En la década de 1990, preocupaciones acerca de la deforestación en el trópico indujeron a los gobiernos a cambiar sus políticas y a eliminar muchos de los subsidios que respaldaron los sistemas de producción agrícola responsables de la deforestación. Simultáneamente, los gobiernos y los organismos internacionales invirtieron en áreas protegidas y fomentaron el crecimiento del ecoturismo (Mittermeier *et al.* 2005). La búsqueda de alternativas económicas viables que reemplacen a la agricultura conllevó a iniciativas de mejora del manejo de productos maderables y no maderables (Putz *et al.* 2004, Ruiz-Perez *et al.* 2005). Sin embargo, la deforestación no ha disminuido. Posteriormente a una breve pausa a fines de la década de 1990 y quizás nuevamente en los últimos dos años,<sup>11</sup> las tasas anuales de deforestación han estado aumentando constantemente tanto en Brasil como en Bolivia (Figura 2.2).

Si bien los gobiernos ya no promueven activamente la migración ni el cambio de uso del suelo mediante proyectos organizados de colonización,<sup>12</sup> siguen apoyando el desarrollo agrícola, tanto directa como indirectamente. Existe un apoyo más obvio a las inversiones en infraestructura tales como las ejemplificadas por IIRSA (Laurance *et al.* 2004, Hecht 2005). Sin embargo, otras políticas también tienen efectos sutiles. Por ejemplo, la investigación agrícola y ganadera tropical, con apoyo gubernamental, aporta a la rentabilidad de los sistemas agrícolas que motivan el cambio de uso del suelo. Del mismo modo, la entrega de títulos a personas y empresas que ocupan tierras fiscales confiere beneficios económicos indisputables a los actores que son directamente responsables de la deforestación (Andersen 1997, Pacheco 1998, Margulis 2004). No obstante, el avance más importante que contribuye a la deforestación es la vinculación de los mercados globales con el sector agrícola, que ahora está firmemente arraigado en un modelo de mercado libre basado en la oferta y demanda. Es así que, el pequeño agricultor o ganadero a gran escala de la Amazonía trabajan para maximizar el retorno de sus inversiones personales (Margulis 2004). Las fuerzas del mercado son, ahora, el factor más importante que motiva la deforestación en el trópico.

Una de las doctrinas más firmes de la ecología tropical señala que los suelos tropicales son infértiles; muchos biólogos especializados en conservación están convencidos de que las tierras deforestadas serán abandonadas, a la larga, o requerirán prolongados periodos de descanso para restaurar su fertilidad. Si esto fuese cierto, la expansión agrícola y la deforestación no tendrían una lógica económica, excepto en los casos en que los campesinos migran, practican agricultura de tumba y quema, y luego siguen desplazándose en un esfuerzo fútil para huir de la pobreza (Fujisaka *et al.* 1996).<sup>13</sup> Sin embargo, la tecnología moderna y los mercados están facultando, rápidamente, el desarrollo agrícola y haciendo que la agricultura mecanizada a

11 El Ministerio de Medio Ambiente del Brasil ha reportado una disminución del 31 por ciento en la tasa anual de deforestación de 2004 en la Amazonía Brasileña; para mayor información ingresar a la página <http://www.socioambiental.org/nsa/detalhe?id=2161>.

12 Esta política podría cambiar nuevamente en Bolivia, donde el gobierno del presidente Evo Morales ha anunciado un plan de distribución de tierras enfocado en pequeños agricultores y campesinos sin tierra.

13 Las consecuencias de este modelo y la pobreza pronosticada se evidencian en áreas colonizadas por campesinos con poco acceso a capital o tecnología, tales como el pie de monte andino, Rondonia y a lo largo de la Carretera Transamazónica, en Pará.

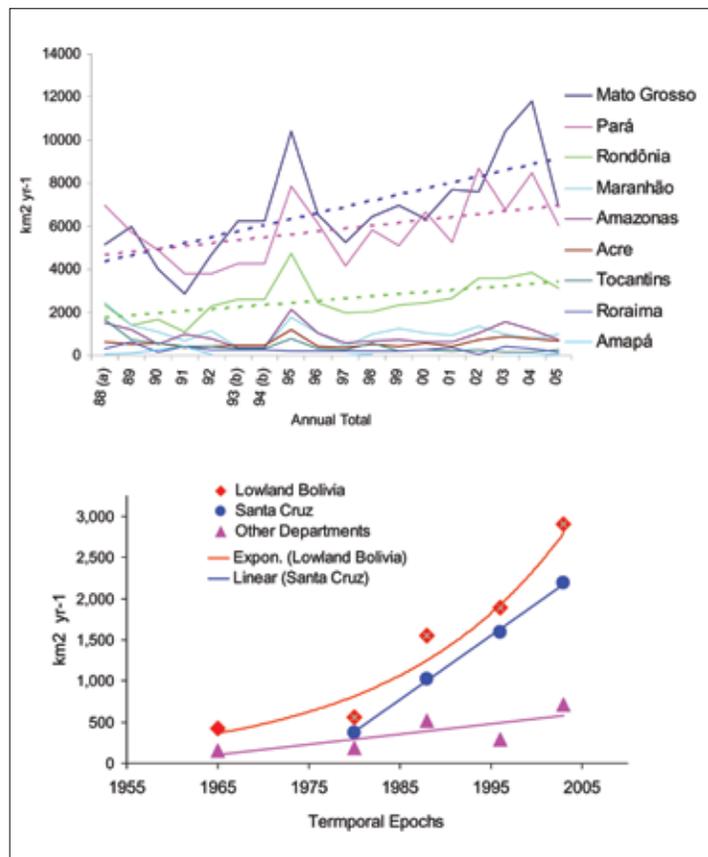


Figura 2.2. Los datos sobre deforestación fluctúan de un año a otro, pero ésta aumenta a mediano plazo, al menos en Brasil y Bolivia. IIRSA abrirá extensas áreas de bosques anteriormente remotos, incrementando la tasa de deforestación a corto plazo a menos que se tomen medidas para contrarrestar esta tendencia (modificado a partir de INPE 2007 y Killeen *et al.* 2007).

gran escala sea factible económicamente (véase el Recuadro 1). Las inversiones en razas de ganado mejoradas genéticamente y variedades de pastos, combinadas con fábricas eficientes de procesamiento de carne y devaluaciones monetarias, han aumentado la producción convirtiendo al Brasil en uno de los exportadores de carne más grandes del mundo. En la última década, ochenta por ciento del crecimiento del hato ganadero se ha producido en los estados de la Amazonía. Mientras tanto, las inversiones en transporte local y redes de energía eléctrica han reducido los costos de operación de los productores. Las inversiones de IIRSA acelerarán este proceso al aumentar el acceso a decenas de miles de kilómetros cuadrados de tierras fiscales, aumentando así la competitividad de los productores ganaderos del Brasil. Procesos similares se encuentran en curso en Bolivia y Colombia, y el modelo brasileño de producción probablemente se exportará a otros países andinos como consecuencia de los proyectos de IIRSA (Figura 2.3).

Asimismo, el redescubrimiento de métodos agrícolas especiales, practicados por culturas precolombinas, también podría brindar tecnologías para el desarrollo agrícola moderno en la cuenca amazónica. Los arqueólogos han demostrado que la Amazonía sustentaba una agricultura intensiva y que en el brazo principal del río Amazonas vivían poblaciones de varios

**Recuadro 1****¿Es factible la agricultura mecanizada en la Amazonía?**

Los ecólogos tropicales siempre han sostenido que los suelos tropicales son infértiles y no son económicamente viables para el desarrollo agrícola. Sin embargo, la tecnología moderna está refutando este principio y agricultores y ganaderos, debidamente capitalizados, están superando las limitaciones que suponen los suelos tropicales (Mertens *et al.* 2002). Mediante el uso de nuevas variedades de pastos forrajeros, la rotación del pastoreo para el control de maleza y la aplicación de vitaminas para compensar la carencia de micro-nutrientes, los ganaderos han aumentado su rentabilidad y logrado la sostenibilidad. Otros factores que también confieren competitividad a la carne amazónica en los mercados mundiales son: innovaciones en la crianza de animales, eliminación de la fiebre aftosa y ausencia de la encefalitis bovina (enfermedad de las vacas locas) que ha tenido un gran impacto en la competencia de Europa y EE.UU. Hoy por hoy, alrededor de 33 millones de hectáreas están cubiertas por pastizales en la Amazonía Brasileña y éstos albergan unos 57 millones de cabezas de ganado (Kaimowitz 2005).

La agricultura también se ha hecho más factible, gracias a la tecnología moderna y a soluciones económicamente viables. En el Hotspot de Biodiversidad del Cerrado, los agricultores dedicados al cultivo de soya aplican cal ( $\text{CaCO}_3$ ), con lo que cambian el pH de los suelos, solucionan la toxicidad por aluminio y movilizan nutrientes minerales que antes estaban ligados a partículas de arcilla. En Bolivia, los agricultores rotan la soya con maíz o sorgo a fin de evitar hongos patógenos. Es probable que se descubran soluciones similares y éstas se implementen en la Amazonía para manejar la fertilidad del suelo y mejorar el control de plagas. Un informe de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos señala que la producción continua de cultivos para la alimentación es posible en la mayoría de los oxisoles y ultisoles del trópico húmedo y que ésta es económicamente viable cuando las condiciones del mercado garantizan acceso a fertilizantes y a mercados para los productos (BOA 1993).

millones de habitantes (Roosevelt *et al.* 1996).<sup>14</sup> Los sistemas de producción agrícola de estas poblaciones estaban estrechamente vinculados con los ríos principales, pero también incluían extensos huertos de árboles en los que se modificaba la química del suelo mediante adiciones de carbón y cerámica, práctica agrícola que ofrece una alternativa interesante para el desarrollo en torno a un sistema revitalizado de transporte fluvial (Lehmann *et al.* 2003, Glaser & Woods 2004).

Factores sociales clave tienen un papel importante en la introducción de la tecnología agrícola en regiones de frontera. Los agricultores menonitas generalmente han sido los primeros en llevar la agricultura mecanizada a las tierras nuevas y han experimentado con distintos cultivos. Los menonitas tienen la tradición cultural de migrar hacia tierras que no habían ocupado antes y que, frecuentemente, están a cientos de kilómetros de sus asentamientos originales. Del mismo modo, los inmigrantes andinos de segunda o tercera generación, con experiencia en cultivos tropicales, a menudo forman la vanguardia de la colonización de nuevas zonas. Actualmente, estos grupos están dedicados a la especulación de tierras en la periferia del Parque Nacional Madidi, en el norte de Bolivia.

En Brasil, las fuerzas del mercado rigen las acciones de agricultores residentes de pequeña y mediana escala, así como las de los inversionistas urbanos que son propietarios de la mayoría de las haciendas agrícolas y ganaderas industriales. Por lo general, los pequeños agricultores son responsables de la deforestación.

14 La cultura actual de los caboclos mantiene varios atributos de este sistema de producción, incluyendo agricultura, pesca y recolección de frutos de árboles y palmeras en los bosques de valles inundados por ríos. Las poblaciones precolombinas también habitaron las zonas altas del norte y sur de la llanura aluvial donde practicaron una agricultura intensiva usando suelos antropogénicos de "tierra negra" que se crearon usando una combinación de tecnologías tales como la aplicación de carbón y arcilla. También existe evidencia circunstancial de que éstas crearon extensos huertos de árboles nativos que servían como fuentes de frutos y atracción para los animales que cazaban (véase en Mann 2005 un relato popular y una revisión de la bibliografía pertinente).



Figura 2.3. En Brasil, la ganadería se basa en un modelo exitoso de negocios en el que se usa mejoramiento genético, pastos cultivados, pastoreo rotativo y complementos vitamínicos que suplen los minerales esenciales del suelo. La tecnología brasileña se ha exportado a esta hacienda en Santa Cruz, Bolivia, donde la productividad se monitorea cuidadosamente por computadora© Luis Fernando Saavedra Bruno.

Si bien sus propiedades no son particularmente lucrativas, éstos recuperan su inversión en mano de obra como capital cuando venden sus tierras a ganaderos o a agricultores que fusionan estas pequeñas propiedades en grandes operaciones agroindustriales (Fearnside 2001a, Margulis 2004). En los países andinos, la deforestación es, en gran parte, resultado de campesinos que practican agricultura de subsistencia, que complementan con cultivos comerciales que se venden en áreas urbanas en la costa o en las tierras altas (Gomez-Romero & Tamariz-Ortiz 1998, Kalliola & Flores-Paitan 1998). En algunas áreas el cultivo comercial es la coca, que se usa para la producción de drogas ilícitas (Figura 2.1b). Al integrar las economías del Brasil y los países andinos, IIRSA acelerará la tendencia de los agricultores andinos a adoptar los sistemas más eficientes de producción del Brasil e incrementará radicalmente la tasa de cambio de uso del suelo en la Amazonía occidental, tal como sucedió anteriormente en el oriente de Paraguay en la década de 1980 y en Bolivia en la de 1990 (Steininger *et al.* 2001, Pacheco & Mertens 2004). Existen, por ejemplo, informes recientes de agricultores que están adoptando sistemas de producción mecanizada de arroz cerca de Pucallpa, en Perú (Figura 2.1e).

En Bolivia, la agricultura campesina y la industrializada han coexistido durante varias décadas, pero en los últimos años la agricultura mecanizada y la ganadería intensiva se han difundido marcadamente a medida que la región se ha vinculado más con los mercados mundiales (Pacheco 1998, Kaimowitz *et al.* 1999, Pacheco & Mertens 2004). Con esta expansión de la agricultura orientada hacia el mercado, la especulación de tierras se ha constituido en un impulsor, cada vez más importante, de cambio de uso del suelo (Pacheco 2006) y la superficie cultivada ha crecido alcanzando tasas anuales cercanas al 20 por ciento durante la última década (Figura 2.2b). La transferencia de tecnología no sólo va de inversionistas brasileños a agroindustrias bolivianas, sino también del sector agroempresarial a la agricultura campesina.<sup>15</sup>

15 Un vuelo reciente sobre una zona de colonización campesina (San Julián) cerca de Santa Cruz, Bolivia reveló que aproximadamente 25 por ciento de los campos estaban plantados en filas, con cultivos como soya, girasol y maíz. Las empresas agroindustriales están reclutando activamente a pequeños agricultores mediante la entrega de crédito durante la época de siembra pagaderos en grano después de la cosecha (com. Pers. D. Onks, Gerente General ADM/Sao, Santa Cruz, Bolivia).

Una reforma del comercio mundial también podría aumentar dramáticamente la presión en los ecosistemas de los bosques tropicales. La producción agrícola es más rentable en América Latina que en Norteamérica, Europa o Japón gracias a las subvenciones del combustible, los bajos costos de mano de obra, los valores de la tierra y la exención o evasión tributaria.<sup>16</sup> Los agricultores de la región ya compiten exitosamente en mercados internacionales, en particular de la China<sup>17</sup> y el mayor ingreso a mercados de países desarrollados podría aumentar marcadamente la presión en los hábitats naturales. El nuevo interés en los biocombustibles también creará presiones en los ecosistemas de bosques tropicales, sobre todo si dichos combustibles se elaboran a base de especies adaptadas a climas y suelos tropicales (véase la sección sobre biocombustibles, abajo). Los corredores de integración de IIRSA abrirán extensas áreas del interior del continente a la migración, la especulación de tierras y la deforestación (Figura 2.4). Las dimensiones de la expansión agrícola que acompañará a estos cambios aún no se ha evaluado debidamente mediante estudios encargados por IIRSA; en ciertos casos, la expansión agrícola podría ser un resultado deseado y una motivación legítima para las inversiones. No obstante, en áreas remotas donde los ecosistemas naturales aún prevalecen, los posibles impactos ambientales relacionados con la agricultura deberán ser previstos y descritos de modo que se puedan incorporar medidas apropiadas de mitigación en las inversiones de IIRSA (véase el Capítulo 6).

## MANEJO FORESTAL Y EXTRACCIÓN MADERERA

El mayor acceso a mercados también motivará profundos cambios en la industria de los productos forestales, que se basa en la extracción y explotación tanto de productos maderables como no maderables. El sector más sostenible ambientalmente

- 16 El valor de la tierra fluctúa entre \$20–\$300 ha<sup>-1</sup> (Santa Cruz, Bolivia) y \$200–\$1,000 ha<sup>-1</sup> (Matto Grosso do Sul, Brasil), comparado con \$2,000–\$7,000 ha<sup>-1</sup> (Iowa, EE.UU.). Véase <http://www.extension.iastate.edu/agdm/articles/leibold/LeibDec01.htm>.
- 17 En Bolivia, los agricultores de gran escala dedicados a la soya experimentaron retornos de hasta 100 por ciento sobre el capital en 2005, con rendimientos de 2 toneladas métricas (Tm) ha<sup>-1</sup> y precios de \$240 por Tm, mientras que un precio de \$140 Tm les permitía cubrir sus costos.

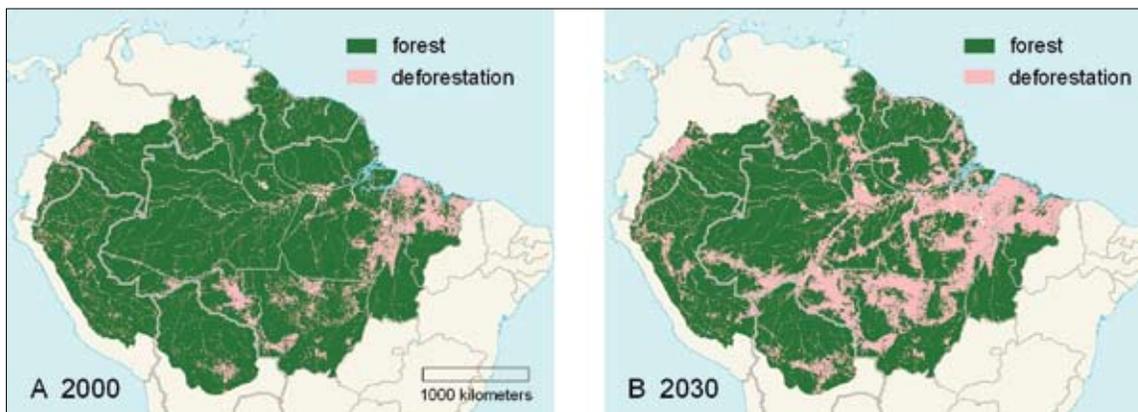


Figura 2.4. Los modelos estadísticos basados en tendencias anteriores (mapa a) pueden pronosticar la distribución de la deforestación futura (mapa b). Este modelo probablemente subestima la deforestación en el pie de monte andino puesto que no toma en cuenta los impactos de las inversiones de IIRSA (Britaldo Soares, Universidad Federal de Minas Gerais).

de esta industria es también una de las actividades económicas más rentables en el suroeste de la Amazonía: la recolección, el procesamiento y el transporte de castaña. El suroeste de la Amazonía cuenta con una de las densidades más altas de castaña de la Amazonía (Peres *et al.* 2003), exportándose anualmente sólo del norte de Bolivia alrededor de \$70 millones en castaña, lo que representa cerca del 50 por ciento de la producción mundial de este importante producto amazónico (Bolivia Forestal 2007). Irónicamente, las carreteras financiadas por IIRSA aumentarán la rentabilidad de este sector a corto plazo al disminuir los costos de transporte pero, a mediano plazo, las exportaciones se reducirán a medida que la deforestación y la fragmentación de bosques devasten las poblaciones de castaña. Los estudios han demostrado que aún si se dejan árboles en pie en medio de paisajes deforestados, éstos al quedar aislados en pastizales dejan de producir frutos y sufren tasas elevadas de mortandad (Ortiz 2005).

IIRSA tendrá un efecto igualmente profundo en la industria maderera. Las hidroviás amazónicas y los corredores con carreteras modernas conectarán a remotas regiones de la Amazonía occidental con la costa del Pacífico (véase la Figura A.1). Actualmente, la extracción maderera en estas zonas es altamente selectiva; sólo unas cuantas especies son conocidas en mercados internacionales y tienen características organolépticas

que las hacen particularmente atractivas.<sup>18</sup> Si bien este tipo de extracción maderera ha sido criticado tanto por la industria forestal como por los conservacionistas por su ineficiencia y por conllevar a la extinción comercial de estas especies de alto valor unitario (Uhl & Viera 1989, Blundell & Gullison 2003, Kometter *et al.* 2004), la estructura, función y biodiversidad general del bosque se mantienen esencialmente intactas, aunque la presión sobre estas especies pueda ser grande (Gullison & Hardner 1993). No obstante, la mejora de los sistemas de transporte en la Amazonía occidental cambiaría el modelo de negocios del sector maderero regional (Figura 2.5), haciéndolo más semejante al modelo de explotación que ha predominado en el este y sur de la Amazonía. Se ha demostrado que este tipo de extracción forestal semi-intensiva, a veces erróneamente denominada extracción selectiva, causa modificaciones en la estructura del bosque (Uhl *et al.* 1997, Asner *et al.* 2005) y, a la larga, conllevaría a la degradación de éste, la pérdida del valor económico y la conversión eventual del bosque a pastizales, agricultura o plantaciones forestales – pese a esfuerzos en curso que tratan de hacer que la industria sea sostenible (véase el recuadro 2).

En vista del escenario actual, las inversiones de IIRSA tendrían tanto impactos positivos como negativos en el sector

18 Caoba (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), roble (*Amburana cearensis*).



Figura 2.5. Bolivia y Perú han otorgado concesiones forestales comerciales (áreas sombreadas con rayas) en bosques de producción permanente y están implementando procesos de certificación forestal a fin de lograr la sostenibilidad (Modificado a partir de Superintendencia Forestal, Bolivia e INRENA, Perú).

## Recuadro 2

### Manejo forestal sostenible: ¿realidad, ficción o sólo buenos deseos?

Los ecólogos forestales han propuesto una serie de recomendaciones de manejo para garantizar la sostenibilidad; éstas se hicieron muy populares en la anterior década y son mantenidas por programas que certifican el aprovechamiento forestal sostenible. Las mismas incluyen la adopción de ciclos rotativos de extracción de 20 a 30 años, métodos de aprovechamiento con impacto reducido, control de incendios y la conservación de especies clave de la fauna (Putz *et al.* 2004). Sin embargo, los estudios han demostrado que los árboles requieren décadas de crecimiento para llegar al dosel y lograr la madurez reproductiva (Gullison *et al.* 1996, Brienen & Zuidema 2006), mientras que los cupos propuestos de aprovechamiento por lo general superan las tasas combinadas de crecimiento anual de las especies con potencial comercial (Dauber 2003).

Los ingenieros forestales sostienen que las especies aprovechadas cambiarán entre los ciclos de extracción y que las poblaciones remanentes explotadas durante el primer ciclo crecerán y se regenerarán para mantener las poblaciones. Si bien éste podría ser el caso en una industria debidamente regulada, en la Amazonia, el ambiente normativo actual fluctúa entre laxo y caótico (Powers 2002). Un escenario más probable, dadas las directrices actuales de certificación, sería una extinción secuencial de especies y la pérdida del valor económico residual del bosque. En este punto, los concesionarios abandonarían sus concesiones o se dedicarían a las plantaciones forestales, cultivando especies de rotación corta para la producción de pulpa, biocombustible y madera. Este escenario puede ser aceptable para el sector de productos forestales (Lugo 2002, Hecht *et al.* 2006), pero no garantiza la conservación de la biodiversidad del bosque amazónico de tierras bajas o del bosque montano andino (Rice *et al.* 2001).

de productos forestales. La mejora de los sistemas de transporte aumentaría las ganancias de los productores madereros y no madereros. Sin embargo, el incremento de la deforestación causado por las carreteras financiadas por IIRSA conllevaría a una erosión paulatina de la base del recurso que mantiene al sector de productos forestales. Del mismo modo, el mayor acceso a regiones remotas conllevará a una mayor intensidad de la extracción forestal por parte tanto del sector formal como del informal; esta extracción, esté certificada o no, probablemente no será verdaderamente sostenible en lo que se refiere a mantener los ecosistemas de bosques naturales (Figura 2.6). En las mejores circunstancias, los paisajes deforestados adyacentes a los corredores camineros de IIRSA se convertirán en plantaciones forestales para la producción de madera, la conservación del recurso edáfico y para contribuir a los procesos hidrológicos que sustentan los sistemas climáticos regionales. No obstante, estas plantaciones forestales no conservarán la biodiversidad de los



Figura 2.6. La extracción forestal en la Amazonía, por lo general, se enfoca en árboles de entre 100 y 300 años de edad, tales como éstos que se muestran en un camión maderero en Brasil. No obstante, los programas de certificación se basan en ciclos de aprovechamiento de 20 a 30 años, que son insuficientes para garantizar la regeneración de especies maderables nativas (© John Martin/Ci).

ecosistemas de bosques naturales. Las evaluaciones ambientales y los posteriores planes de acción deberán abordar el tema de degradación del bosque a largo plazo, particularmente en lo que se refiere al impacto de abrir las regiones occidentales de la Amazonía para la explotación comercial de madera.

## CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL Y REGIONAL

Los climatólogos estiman las consecuencias del calentamiento global mediante modelos de circulación global (GCM por sus siglas en inglés), que integran procesos geofísicos y flujos de energía en la atmósfera, los océanos y la superficie terrestre. Si bien las proyecciones de los modelos son inciertas, éstas ayudan a indicar las consecuencias potenciales del cambio climático en escala continental o global (IPCC 2007). Un GCM (HadCM3LC) incorpora principios de fisiología vegetal en su componente de superficie terrestre, mostrando cómo el aumento de temperaturas y la reducción de precipitación en la Amazonía podría conllevar a la muerte de los bosques húmedos tropicales (Cox *et al.* 2000). A la larga, las plantas absorberán menos carbono mediante la fotosíntesis del que se libera mediante la respiración de los suelos, tornando el ecosistema amazónico en una fuente neta de carbono y acrecentando el calentamiento global. Este modelo asume que las especies vegetales tropicales no se adaptarán a las temperaturas altas ni a la sequía. Esta suposición está respaldada por la respuesta del ecosistema amazónico a fases secas de El Niño – Oscilación Austral (ENSO por sus siglas en inglés), fenómeno climático caracterizado por fases húmedas/secas y cálidas/frías en diferentes partes del hemisferio sur (Potter *et al.* 2004, NOAA 2007). Durante las fases secas de ENSO, la Amazonía se convierte en una fuente neta de carbono debido al aumento de la respiración y a los incendios forestales (Giannini *et al.* 2001, Coelho *et al.* 2002, Foley *et al.* 2002).

El modelo HadMC3LC pronostica que el cambio climático global esencialmente inclinará a la Amazonía central hacia

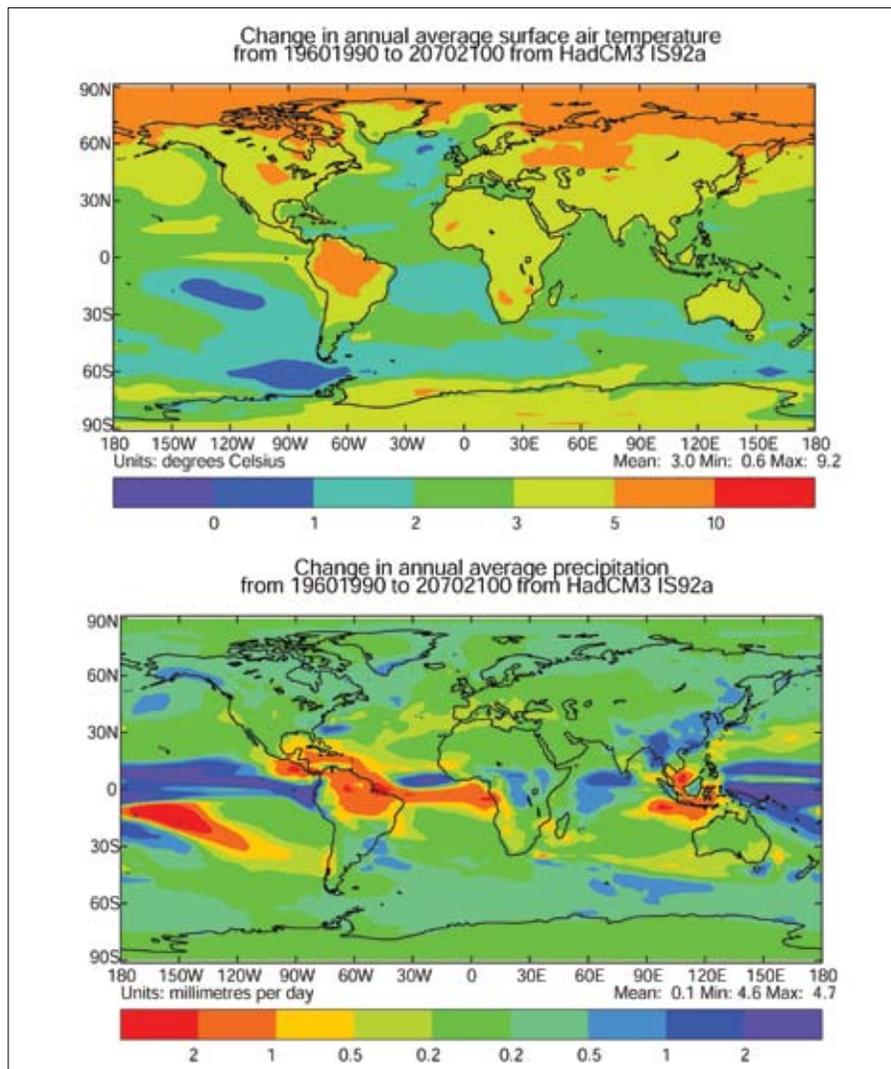


Figura 2.7. Cambios en temperatura y precipitación. Algunos modelos de circulación global predicen que la Amazonía será más caliente y seca, lo que conllevaría a la desaparición del bosque amazónico; un resultado más probable sería un cambio de bosques húmedos siempreverdes a bosques secos estacionales (Betts *et al.* 2004, véase <http://www.metoffice.com/research/hadleycentre/models/HadCM3.html>).

condiciones muy semejantes a las de la fase seca del fenómeno ENSO (Figura 2.7), iniciando un ciclo de retroalimentación que cambiará a la Amazonía de un sistema de bosque siempreverde a uno de sabana estacional dentro del próximo siglo (Betts *et al.* 2004, Cox *et al.* 2000). Estos autores resaltan la incertidumbre de sus modelos y, en una evaluación reciente de los resultados del modelo HadMC3LC, Li *et al.* (2006) aplicaron once modelos GCM elaborados para el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC 2007) y determinaron que si bien los niveles generales de precipitación no cambiaron en la mayoría de los modelos, la estacionalidad se acrecentó con el aumento de la precipitación en la temporada de lluvias y en menor grado durante la temporada seca. Malhi y Wright (2005) han presentado recientemente corroboración de que la Amazonía se ha estado recalentando dándose un aumento de temperatura de 0,25°C por década a partir de la década de 1970.

Además de estos cambios en los ecosistemas, ocasionados por el cambio climático global, la deforestación también podría alterar el clima regional de la Amazonía. La deforestación

mundial aporta alrededor de un 20 por ciento del total anual de emisiones antropogénicas de gases causantes del efecto invernadero y, consiguientemente, es un factor importante que contribuye al cambio climático global (IPCC 2007). No obstante, la deforestación también afecta a los ciclos hidrológicos locales y regionales que inducen la formación de tormentas en la Amazonía (Werth & Avissar 2002, Avissar & Werth 2005, Feddema *et al.* 2005). La importancia de la cobertura boscosa para mantener niveles altos de precipitación en la Amazonía ha sido un postulado básico de la ecología de ecosistemas durante décadas (Chen *et al.* 2001). En resumen, el ecosistema de bosque húmedo tropical de la Amazonía depende de los vientos alisios húmedos que traen agua desde el Océano Atlántico; sin embargo, alrededor de un 25 a 50 por ciento de la lluvia que cae en la Amazonía proviene de la evapotranspiración y precipitación mediante sistemas de convección que forman tormentas (Salati & Nobre 1991, Eltahir & Bras 1994, Garreaud & Wallace 1997). Cuando el paisaje queda casi completamente deforestado, la cantidad de agua reciclada mediante sistemas

de convección disminuye entre un 10 y 25 por ciento (Shukla *et al.* 1990, Nobre *et al.* 1991, Henderson-Sellers *et al.* 1993, Laurance 2004). Los paisajes deforestados son más calientes que los forestados. En combinación con el humo producido por incendios forestales debidos a los desmontes, la deforestación puede retrasar el inicio de la temporada de lluvias (Koren *et al.* 2004, Li & Fu 2004).

Incongruentemente, algunos estudios indican que los paisajes deforestados experimentan, parcialmente, un aumento de precipitación puesto que la mayor evaporación sobre los bosques conlleva a una mayor precipitación sobre zonas de pastizales (Avissar & Liu 1996, Negri *et al.* 2004). No obstante, la precipitación se reduce drásticamente con el aumento de la deforestación y los niveles de precipitación disminuyen cuando se ha deforestado más del 50 por ciento del paisaje (Kabat *et al.* 2004). Al igual que los fenómenos del cambio climático, las tendencias a largo plazo frecuentemente se encubren por los ciclos de corto plazo o por fluctuaciones aleatorias. Por ejemplo, precipitaciones recientes que superan el promedio en la cuenca amazónica se han atribuido a fenómenos en escala de década que han encubierto el impacto de la deforestación a escala regional (Marengo 2006).

Si bien la tasa y escala de cambios futuros sigue siendo motivo de conjeturas, existe amplia evidencia de cambios climáticos anteriores en sedimentos lacustres y en la distribución actual de especies vegetales. Durante la última época máxima glacial, ocurrida hace unos 20.000 a 25.000 años,<sup>19</sup> la distribución de las especies de bosque húmedo se redujo a una región mucho más pequeña de la Amazonía occidental ecuatorial; consecuentemente, gran parte del área geográfica considerada actualmente como “bosque amazónico” ha estado ocupada

19 Durante el Pleistoceno, los glaciares continentales se expandieron y contrajeron periódicamente a lo largo de milenios. La última máxima glacial ocurrió hace aproximadamente 25.000 a 20.000 años.

por especies anteriormente restringidas a bosques deciduos estacionalmente secos y sabanas que ahora predominan en la periferia de la Amazonía (Mayle *et al.* 2004, Pennington *et al.* 2005). Posteriormente, las especies respondieron al cambio climático al cambiar su distribución a medida que la Amazonía se convirtió en un ambiente más cálido y húmedo. Existe bastante evidencia de la distribución de las especies de bosque húmedo se ha extendido durante los últimos siglos (Grogan *et al.* 2002, Mayle *et al.* 2004). El clima futuro de la Amazonía podría ser más caliente y seco, causando la muerte del bosque o – si tenemos suerte – más cálido y húmedo, de modo que se continuaría ampliando la distribución de las especies. En cualquiera de estos casos, las distribuciones se ajustarán al cambio de las condiciones ambientales, pero sólo si el cambio climático es suficientemente lento y si los corredores migratorios se mantienen intactos en los paisajes amazónicos. Si el cambio climático es demasiado rápido y no se mantienen corredores de hábitat natural, entonces muchas especies se extinguirán. Lamentablemente, ningún gobierno miembro u organismo multilateral ha intentado evaluar los impactos que los corredores de transporte de IIRSA tendrán en el cambio climático regional o global. Esta omisión es particularmente deplorable en vista de la investigación en curso que han efectuado la Agencia Nacional de Aeronáutica y el Espacio de los EE.UU. (NASA), en colaboración con las agencias espaciales del Brasil (INPE) y Europa (ESA), como parte del Experimento de Gran Escala de la Biosfera-Atmósfera de la Amazonía (Gash *et al.* 2004). Los resultados de esta investigación muestran que el aumento de deforestación a lo largo de las carreteras financiadas por IIRSA afectará al clima regional al modificar los sistemas hidrológicos regionales. Las emisiones de carbono provenientes de la deforestación acentuarán más el calentamiento global, mientras que los cambios en los patrones climáticos regionales podrían conllevar a una mayor degradación del bosque y, peor aún, a corredores camineros compuestos por paisajes antropogénicos



Figura 2.8. Los incendios forestales en los bosques tropicales son totalmente distintos de los que ocurren en ecosistemas templados; a menudo se trata de incendios de baja intensidad cercanos al suelo que dejan el dosel intacto. No obstante, el fuego aumenta la mortandad de árboles, lo que da lugar a una mayor penetración de la luz y disminución de los niveles de humedad en el sotobosque. Esto prepara el paisaje para incendios recurrentes y degradación del bosque (© Greenpeace).

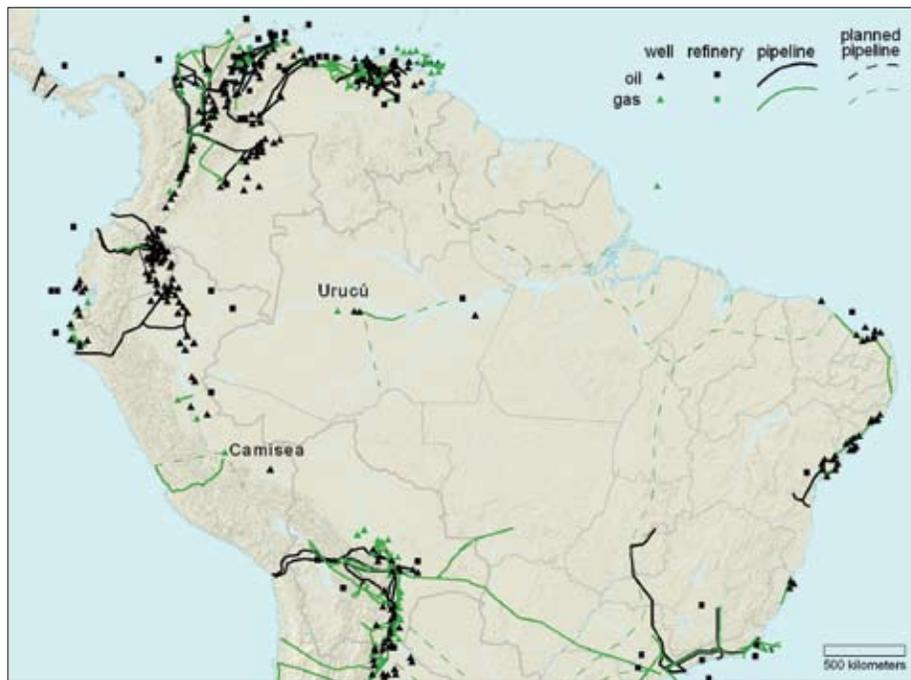


Figura 2.9. La Amazonía occidental y el pie de monte andino contienen algunas de las últimas regiones inexploradas del mundo con un potencial considerable de presencia de petróleo y gas. El descubrimiento de gas en la cuenca del Urucú en el estado de Amazonas ha aumentado enormemente las posibilidades de descubrir nuevas reservas en la Amazonía occidental (Modificado a partir del Atlas Mundial de Energía).

que limitarán la capacidad de las especies para adaptarse al cambio climático.

## INCENDIOS FORESTALES

Cada año, millones de hectáreas de bosque amazónico sufren incendios (Figura 2.8) (Cochrane & Laurance 2002, Cochrane 2003). La mayoría de éstos están relacionados con el desmonte de tierras; sin embargo, el fuego también se propaga hacia los bosques en pie causando su degradación (Cochrane *et al.* 1999). Los incendios han sido comunes, históricamente, en los bosques estacionales situados en los márgenes de la Amazonía (Barbosa & Fearnside 1999), así como en la Amazonía central donde están asociados con eventos de mega-Niño<sup>20</sup> (Meggars 1994). Sin embargo, la frecuencia y el grado de los incendios se han ido incrementando en las últimas décadas debido a dos fenómenos, ambos relacionados con las mejoras de la infraestructura caminera (Cochrane 2003). Primero, a medida que los caminos se extienden hacia áreas remotas y se desmontan más tierras, el bosque se fragmenta, creando una mayor proporción entre margen e interior de bosque; por ende, una mayor superficie de bosques queda expuesta a incendios de pastizales. Segundo, a medida que el aprovechamiento forestal abre el dosel del bosque, éste se degrada, permitiendo una mayor penetración de luz que deseca el piso del bosque, creando condiciones favorables para los incendios forestales (Cochrane *et al.* 1999, Nepstad *et al.* 1999). Si el cambio climático deriva en más sequía, habrá una mayor incidencia de incendios forestales (Nepstad *et al.* 2004).

Si bien los incendios en los bosques húmedos tropicales son usualmente de baja intensidad, concentrados en el sotobosque

y dejan en pie a la mayoría de los árboles maduros, los árboles sufren grandes daños en el cámbium, produciéndose hasta un 50 por ciento de mortandad en los años posteriores (Barlow *et al.* 2002); en bosques estacionalmente deciduos, donde los árboles han desarrollado una corteza que es relativamente resistente al fuego, la mortandad de ejemplares adultos puede llegar hasta a un 27 por ciento (Pinard & Huffman 1997, Pinard *et al.* 1999). La mayor mortandad de adultos crea claros en el dosel que permiten una mayor penetración de luz, aumentando la cobertura de pastos, creando condiciones propicias para incendios recurrentes (Barlow *et al.* 2002). Los incendios también afectan a las poblaciones de vertebrados. Los grandes mamíferos, en especial los ungulados, no aparecen en bosques recientemente quemados, ausencia que se acentúa por la cacería en áreas pobladas. A mediano plazo, el aumento en la mortandad de árboles adultos productores de frutos conlleva a una disminución de especies frugívoras de primates y aves, mientras que la reducción de detritos en el piso del bosque afecta negativamente a las aves seguidoras de hormigas y otras especies del piso del bosque que se alimentan de invertebrados detritívoros (Barlow *et al.* 2002).

Las inversiones de IIRSA aumentarán la incidencia y gravedad de los incendios forestales. Actualmente, los incendios son más graves durante los años de El Niño en que predominan condiciones de sequía; si los modelos más pesimistas respecto al cambio climático son ciertos, los incendios forestales se harán más comunes, particularmente en los bosques degradados que ocupan los paisajes aledaños a los corredores de IIRSA. Los planes de acción ambiental que complementan las inversiones de IIRSA deberían priorizar un control de incendios y programas de manejo como parte de una estrategia de mitigación ambiental. Sin pasos adecuados para limitar los incendios, se debilitarían las otras medidas aplicadas para conservar y proteger fragmentos de bosque.

20 Los mega-eventos del Niño se producen cuando el fenómeno es más prolongado y severo de lo normal.



Figura 2.10. La exploración petrolera y de gas ha aumentado en áreas silvestres remotas de las estribaciones de los Andes, como se puede apreciar en este pozo petrolífero en el oriente de Bolivia (© Hermes Justinian/Bolivianature.com).

## EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS

La Amazonía occidental es la región inexplorada más grande del mundo con potencial considerable para la producción de hidrocarburos aparte de la Antártica (Figura 2.9). Se ha indicado que el pie de monte andino y las cordilleras frontales son áreas con reservas potencialmente cuantiosas. La producción existente en Argentina, Bolivia, Ecuador y Perú se estima sobre la base de reservas situadas en las formaciones sedimentarias del Mesozoico y Paleozoico en la ladera oriental de los Andes y pie de monte adyacente (Figura 2.10). La explotación de estas reservas ha sido lenta debido a que la inaccesibilidad de la región hace que los costos de exploración, producción y transporte sean elevados. Los descubrimientos efectuados en los Andes centrales han tendido a ser ricos en gas natural, hidrocarburo que, hasta hace poco, era difícil de comercializar. Avances en la tecnología de licuefacción de gas natural y un aumento en la demanda de combustibles que emitan menos carbono han incrementado el interés en las reservas de gas natural de la Amazonía occidental y los Andes centrales.

Las alzas recientes en los precios del petróleo están estimulando la inversión y la exploración en áreas que antes no se consideraban atractivas económicamente. Esta nueva dinámica es más notable en el Perú, donde se han emitido quince nuevos

bloques de exploración en los últimos 12 meses, muchos de los cuales son adyacentes a la frontera con el Brasil. Un proceso similar se encuentra en curso en Ecuador a medida que este país amplía su producción a fin de llenar el oleoducto de crudo pesado (OCP) concluido recientemente. Los tres oleoductos y gasoductos principales construidos en la última década han motivado mayor exploración y producción, puesto que una vez que se resuelve el problema de transporte, se requieren mayores inversiones para llenar las tuberías de transporte.<sup>21</sup>

El desarrollo de los campos de producción de gas de *Urucu* en el estado brasileño de Amazonas ha cambiado la forma en que los geólogos especializados en petróleo ven la Amazonía. La mayoría de la exploración de hidrocarburos en la Amazonía occidental se ha concentrado en la cordillera de los Andes, donde el proceso de orogénesis ha creado formaciones anticlinales que almacenan hidrocarburos.<sup>22</sup> No obstante, la planicie aluvial situada entre la concesión *Urucu* y los Andes yace sobre rocas sedimentarias profundas que fueron depositadas antes de la ruptura del supercontinente de Gondwana, que data de eras geológicas (hace 50 a 150 millones de años) que típicamente tienen el mayor potencial de producción de hidrocarburos. Consiguientemente, toda la Amazonía occidental se puede considerar ahora como una zona de potencial relativamente alto para la producción de gas y petróleo. Un gasoducto se encuentra en construcción y tendrá capacidad para suministrar a Manaus 10 millones de metros cúbicos al día, volumen que permitiría que esta ciudad sea autosuficiente en cuanto a generación de energía y provea materia prima a la industria petroquímica. Un ramal de este gasoducto, hacia Porto Velho en Rondonia se encuentra en etapa avanzada de planificación (Figura 2.9).

En las últimas tres décadas, la industria petrolera ha adoptado normas para minimizar impactos ambientales. La exploración sísmica, que típicamente abarca decenas de miles de hectáreas, ahora se realiza mediante helicópteros y el impacto de mediano plazo relacionado con la apertura de sendas de prospección es muy leve. Los pozos exploratorios usualmente se restringen a una superficie relativamente chica y el uso de perforación direccional permite la operación de varios pozos productores desde una sola plataforma (Rosenfeld *et al.* 1997). Las normas actuales de diseño, construcción y mantenimiento

- 21 La construcción del gasoducto Bolivia-Brasil se inició antes del descubrimiento de las vastas reservas de gas de Bolivia (54 trillones de pies cúbicos). En Ecuador, el Oleoducto de Crudo Pesado (OCP) actualmente sólo utiliza la mitad de su capacidad y se está efectuando exploración y nueva producción en el Parque Nacional Yasuní y otras zonas (com. pers. R. Troya, TNC-Ecuador). El gasoducto de Camisea, que se construyó con tubería de 32 pulgadas de diámetro hasta casi llegar a la cordillera y luego se redujo a tubería de 24 pulgadas de diámetro, fue diseñado para una capacidad mayor a la de su configuración actual y sin contar con reservas comprobadas para llenarlo. Se está construyendo un segundo gasoducto que se originará en la cordillera y llevará gas a otras instalaciones portuarias donde será licuado y exportado. El gas que llena el primer gasoducto proviene del Bloque 88, descubrimiento original realizado por la empresa Shell en 1993, mientras que el gas que llenará el segundo gasoducto provendrá de la concesión adyacente, el Bloque 56 (<http://www.camisea.com>).
- 22 La estructura geológica de estos reservorios sub-montanos de hidrocarburos los hace muy redituables puesto que el gas es expelido de éstos a alta presión y unos cuantos pozos pueden producir suficiente gas como para llenar un gasoducto. Sin embargo, los pozos deben perforar el reservorio en el punto más alto del estrato geológico (típicamente una anticlinal); por consiguiente, están situados en cimas de serranías, donde se maximiza el impacto ambiental debido a la construcción de caminos y plataformas de perforación en pendientes agudas. La perforación direccional desde la base de la montaña se considera muy riesgosa, puesto que aumenta la posibilidad de no "acertar" a la parte superior de la formación y dañar la reserva (com. pers. S. Smythe, BG-Bolivia).

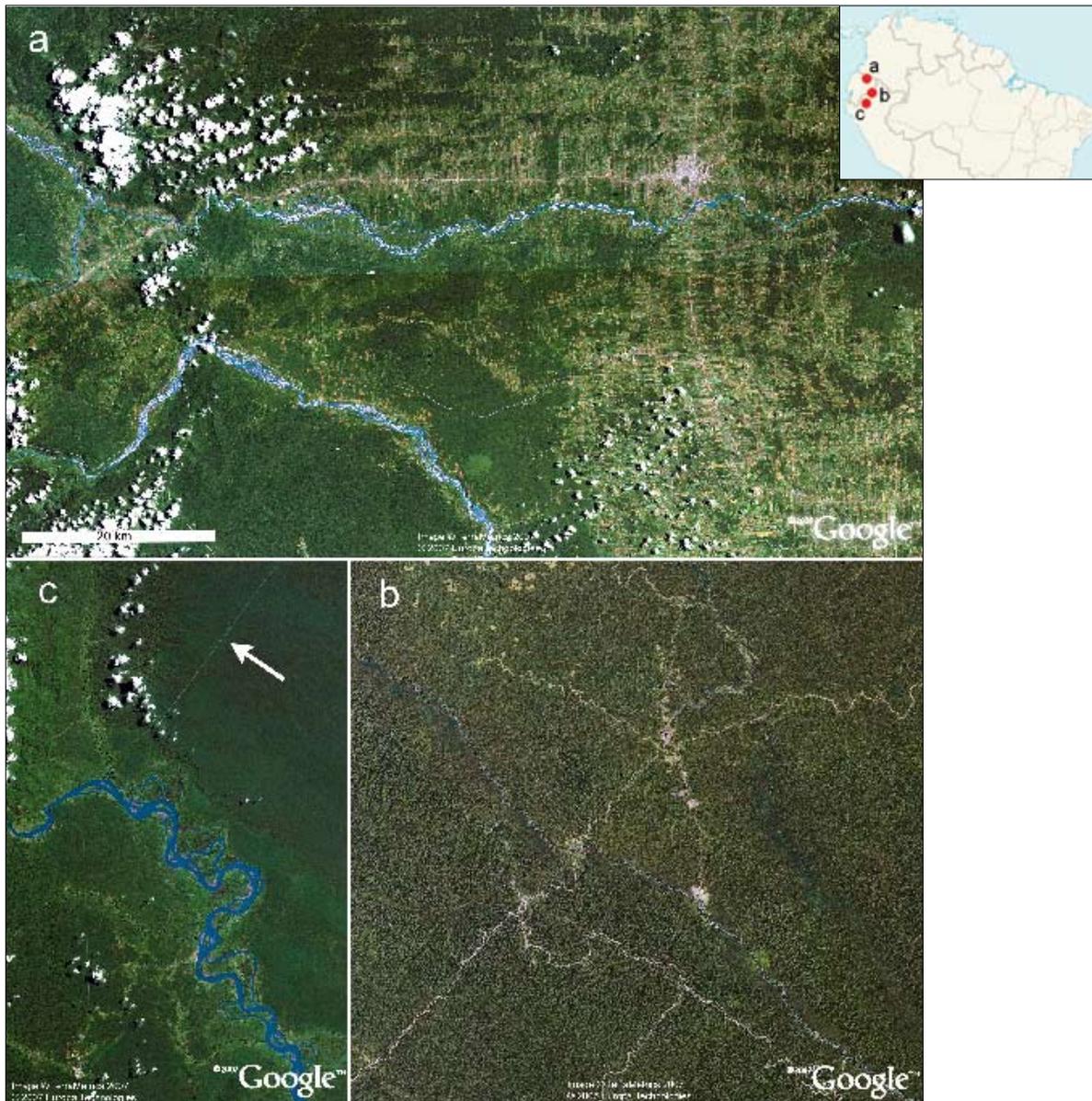


Figura 2.11. (a) En Ecuador, se construyeron oleoductos y carreteras paralelamente durante la década de 1960, lo que derivó en colonización y deforestación. (b) En contraste, los remotos campos productores del norte del Perú se trataron como plataformas de explotación en el mar; los trabajadores se transportaban por aire y el equipo en barcaza. (c) Como resultado de esto, en el Perú los derechos de vía del oleoducto (flecha) no se convirtió en carreteras y se evitó la deforestación a gran escala (Google Earth™ Mapping Services).

de oleoductos y gasoductos ha reducido el impacto de las servidumbres, mientras que los modelos geográficos y la mejora de materiales han disminuido las probabilidades de fallas catastróficas en estas redes de conducción.<sup>23</sup>

Pese a estos avances, aún se producen accidentes industriales y ocurren derrames de petróleo que causan graves impactos ambientales, sobre todo en los Andes orientales donde la alta precipitación y la topografía inestable han conllevado a derrames, recientemente, tanto en Bolivia como en el Perú. Asimismo, las plataformas de perforación y los gasoductos y

oleoductos requieren caminos que puedan soportar el paso de maquinaria pesada,<sup>24</sup> y la construcción de éstos por lo general deriva en colonización y deforestación. Perú ha logrado crear una infraestructura petrolera limitando la deforestación: la situación remota de los campos de producción y la decisión de usar transporte fluvial para la maquinaria pesada han mantenido los campos petrolíferos del norte del Perú relativamente libres de la deforestación secundaria relacionada con la colonización (Figura 2.11).

23 Varias de las empresas energéticas multinacionales más grandes han formado asociaciones con organismos de conservación a fin de elaborar directrices, instrumentos y modelos prácticos para mejorar la gestión ambiental, en particular para reducir las amenazas a la biodiversidad mediante la Iniciativa de Energía y Biodiversidad (EBI 2003).

24 El oleoducto AGIP, en la Amazonía ecuatoriana, es una excepción puesto que se construyó sin deforestar la servidumbre de éste. La tubería descansa sobre zancos al igual que el oleoducto de Alaska y se construyó con una máquina especial que se movía sobre rieles a medida que se extendía la tubería. No obstante, la mayoría de las compañías prefieren enterrar los oleoductos y gasoductos por razones de seguridad, sobre todo en áreas pobladas. La servidumbre, por lo general, se mantiene libre de vegetación leñosa, puesto que las raíces de ésta pueden invadir la cobertura de las tuberías y acortar su duración.

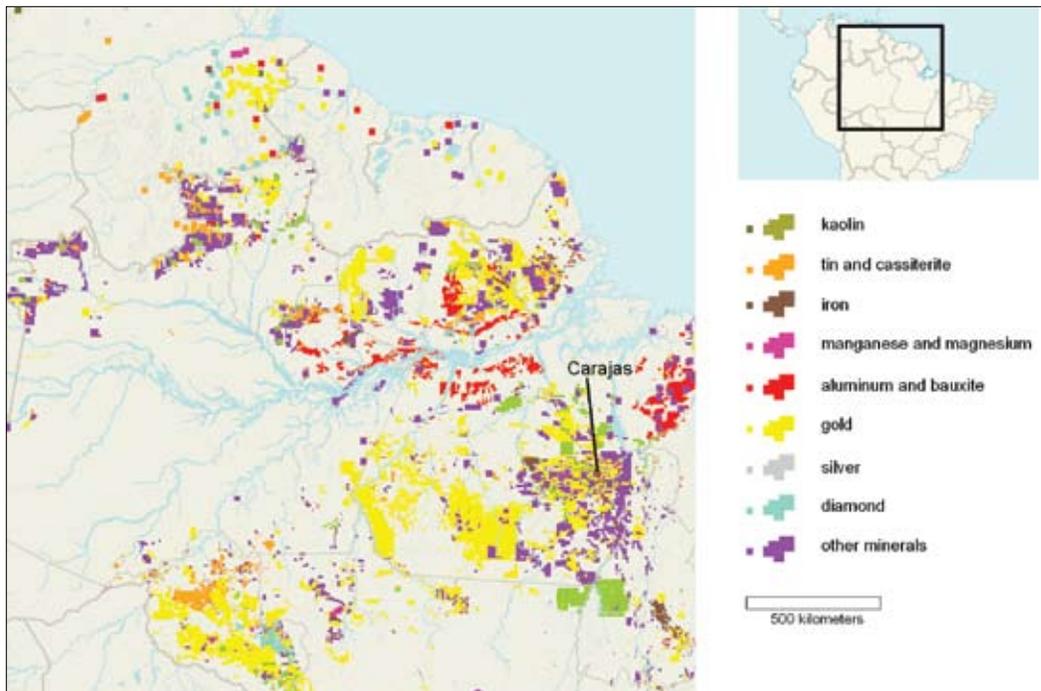


Figura 2.12. Las rocas precámbricas de los Escudos del Brasil y la Guayana contienen reservas estratégicas de muchos minerales industriales, así como oro, plata y diamantes (Modificado a partir de Departamento Nacional de Producción Mineral del Brasil y Global InfoMine. Véase <http://www.infomine.com/>).

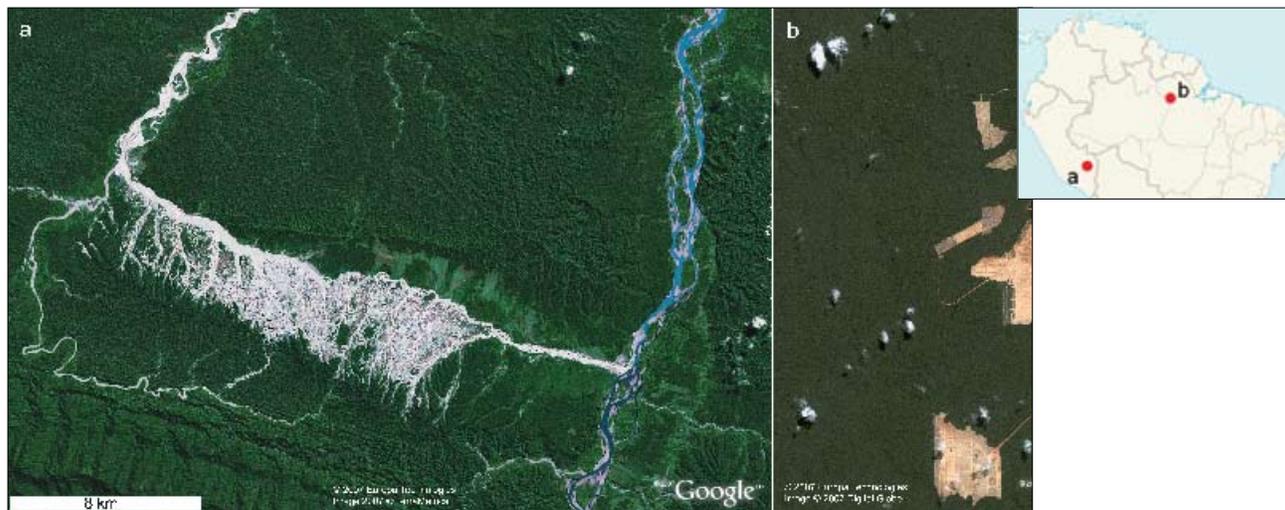


Figura 2.13. (a) Los mineros de pequeña escala en el río Huaypetuhe en el sur del Perú producen entre \$100 y \$200 millones al año en oro – casi cinco veces la cantidad de ingresos generados por el ecoturismo. (b) Las minas a tajo abierto del río Trombetas, en el norte del estado de Pará, Brasil están entre las productoras más grandes de mineral de bauxita para la fundición de aluminio (Google Earth™ Mapping Services)..

La presencia de empresas petroleras extranjeras puede acentuar la deforestación, puesto que los especuladores locales de tierras aprovechan dicha presencia como pretexto para ampliar sus propias demandas. En el Parque Nacional Amboró, en Bolivia, los dirigentes campesinos argumentan que si la región se va abrir a las empresas petroleras extranjeras, también se debe dar acceso a los ciudadanos del país que son pobres y carecen de tierras. Incluso los aspectos más positivos de la producción de hidrocarburos afectarán negativamente al medio ambiente. En Perú, 50 por ciento de los ingresos por regalías de la concesión de Camisea se canalizarán hacia el gobierno regional de Cuzco. Al igual que otros gobiernos locales, dicho gobierno usará estos

ingresos para invertirlos en escuelas y hospitales, lo cual es loable; sin embargo, también se invertirán en caminos y puentes que conllevarán a un aumento de la degradación del bosque. No sería realista esperar que los países andinos desaprovechen la oportunidad de explotar sus reservas de hidrocarburos; las demandas de crecimiento económico son muy grandes y la expansión del sector de hidrocarburos está ya incorporada como política de Estado. En Bolivia y Ecuador, la explotación de hidrocarburos se ha definido como prioridad estratégica nacional y se autoriza en áreas protegidas, incluidos los parques nacionales. Perú actualmente no permite la exploración en parques nacionales, pero el resto de las tierras bajas orientales

se está licitando rápidamente para la exploración en busca de petróleo y gas.

No obstante, pese a las políticas nacionales que promueven la exploración para la búsqueda de hidrocarburos, ésta se ha constituido en uno de los temas más conflictivos en la sociedad andina. Grandes sectores de la población empobrecida no se han beneficiado con la riqueza generada por el sector de los hidrocarburos, mientras que las ganancias de las corporaciones multinacionales han aumentado enormemente. Algunos grupos civiles se oponen a la exploración y producción petrolífera en áreas remotas por razones ambientales y sociales, y la oposición a las empresas petroleras multinacionales ha contribuido al éxito reciente de candidatos políticos en Ecuador y Bolivia.<sup>25</sup> Sin embargo, una vez que se haya resuelto este debate acerca del papel de las empresas multinacionales, el aumento de la exploración y producción es un hecho ineludible.

Parte de las políticas y la agenda de inversiones de IIRSA consiste en integrar las redes de distribución de energía (oleoductos y gasoductos, así como líneas eléctricas de alta tensión); sin embargo, a diferencia de carreteras e hidrovías, los sistemas de transporte de energía, en su mayoría, son de propiedad de y operados por entidades privadas o corporaciones estatales. En sí, los comités ejecutivos y técnicos de IIRSA ejercen un papel menos crítico en la planificación y construcción de oleoductos y gasoductos. No obstante, las mismas instituciones multilaterales que participan en IIRSA financian estas inversiones y los mismos ministerios gubernamentales promueven activamente los programas de expansión del sector de hidrocarburos.<sup>26</sup>

Las grandes multinacionales han reconocido su responsabilidad en lo que concierne a la mitigación de impactos secundarios como parte de un plan integral de gestión ambiental y social (EBI 2003). Sin embargo, las concesiones de hidrocarburos en la Amazonía están siendo desarrolladas por empresas de segunda categoría, que son más pequeñas, de enfoque regional o que provienen de un mercado mundial no tradicional.<sup>27</sup> Estas empresas a menudo dan menor énfasis a la gestión ambiental, que tiene menos peso para sus accionistas y mercados internos. Cuando el desarrollo de campos petrolíferos es compartido por varios operadores, estas empresas más pequeñas eluden la responsabilidad por los impactos secundarios y la transfieren al gobierno o al organismo de financiación. Muchos bancos comerciales que financian estas operaciones también carecen de procesos sólidos de verificación ambiental o

social.<sup>28</sup> Del mismo modo, la necesidad de mejorar la capacidad de las agencias normativas nacionales para el monitoreo de la exploración y producción de hidrocarburos es esencial, en vista de la mayor diversidad de los socios corporativos que caracterizan el desarrollo energético actual en la cuenca amazónica.

Los cuatro principales proyectos de transporte de energía en Bolivia, Ecuador y Perú son anteriores a IIRSA, pero los beneficios económicos relacionados con dichos proyectos son una manifestación perfecta de las metas de IIRSA.<sup>29</sup> Del mismo modo, Petrobras, con apoyo del BNDES, ha formulado un plan estratégico para crear una red nacional de gasoductos para vincular las existencias internas con los mercados urbanos. Cualquier discusión acerca de desarrollo en la Amazonía occidental y los Andes debería abordar las repercusiones que supone el aumento de la exploración y explotación de hidrocarburos, y la relación que existe entre la exploración e infraestructura energética, el desarrollo regional, las migraciones humanas y la expansión agrícola.

## MINERÍA

La minería es una actividad económica importante en la Amazonía oriental donde las rocas precámbricas contienen reservas de importancia estratégica de minerales industriales tales como bauxita, hierro, manganeso, zinc, estaño, cobre, caolín y níquel, así como minerales menos conocidos como circonio, tantalio, berilio y niobio, que se son esenciales para la tecnología moderna (Figura 2.12). La bauxita es básicamente un antiguo depósito aluvial con niveles concentrados de aluminio debido a millones de años de meteorización en climas tropicales. La Amazonía cuenta con enormes reservas de bauxita, en particular en paisajes antiguos del Terciario adyacentes al cauce principal del río Amazonas y en la planicie costera del norte de Sudamérica (Figuras 2.12 y 2.13b). El constante crecimiento del sector del aluminio y el desarrollo de una cadena similar de producción con valor agregado para la transformación de mineral de cobre de las minas del estado de Pará están bien consolidados en los planes de desarrollo del Brasil.<sup>30</sup>

Del mismo modo, los países andinos tienen una larga tradición de minería siendo el oro, la plata, el estaño y el cobre los cimientos de la industria minera de los Andes. En Venezuela, predominan las empresas controladas por el Estado,<sup>31</sup> y existen corporaciones multinacionales que operan en Guyana y Surinam,

25 En Ecuador, un dictamen legal facultó al gobierno para rescindir un contrato con Occidental Petroleum. En Bolivia, los contratos existentes fueron modificados para cambiar la estructura de regalías e impuestos de las concesiones, así como el papel del Estado en empresas de riesgo compartido.

26 El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) entregó un préstamo de \$135 millones y la CAF uno de \$75 millones a Transportadores de Gas de Perú (TGP) para la construcción de un gasoducto que conecte Camisea con la costa del Pacífico. El BID asumió un papel directivo en la organización de la evaluación ambiental y el posterior plan de manejo (<http://www.iadb.org/exr/pic/camisea/status.cfm>).

27 Éstas incluyen empresas más chicas de países en vías de desarrollo así como empresas de energía de América Latina, Rusia y Asia Oriental (véase en <http://www.perupetro.com.pe/> una lista de empresas que han adquirido recientemente concesiones de exploración).

28 Recientemente, un grupo de bancos comerciales adoptó un conjunto de directrices denominadas Principios del Ecuador a fin de mejorar sus procesos ambientales y sociales (véase <http://www.equator-principles.com/principles.shtml>).

29 Bolivia: Gas Trans Bolivia (GTB), Gas Oriente Bolivia (GOB); Perú: Transportadores de Gas de Perú (TGP); Ecuador: Oleoducto de Crudo Pesado (OCP).

30 Las minas Sossego, Salobo y Alemão se encuentran en un radio de 100 km. de Carajás y la infraestructura existente y las instalaciones portuarias hacen de éstas las minas de cobre más competitivas del mundo. Véase <http://www.cvrd.com.br>.

31 La Corporación Venezolana de Guayana (CVG) explota mineral de hierro, bauxita, oro, zinc y otros minerales, a la vez que administra plantas productoras de acero y aluminio e instalaciones de generación de electricidad ([http://www.embavenez-us.org/kids\\_spanish/mining.energy.htm](http://www.embavenez-us.org/kids_spanish/mining.energy.htm)).

así como en Bolivia,<sup>32</sup> Brasil,<sup>33</sup> y Perú. Las grandes minas industriales tienen importancia estratégica para las economías de América Latina puesto que producen bienes de exportación que generan regalías para los gobiernos y aportan a la balanza de pagos. Las minas grandes son notorias por sus impactos directos y locales en el ambiente, pero típicamente no causan alteraciones a escala regional comparables con la deforestación causada por la agricultura y la ganadería. Sin embargo, las minas industriales a menudo conllevan a otras inversiones que ocasionan impactos secundarios mucho mayores que las minas en sí. Por ejemplo, las minas producen grandes volúmenes de carga que requieren sistemas modernos de transporte, que derivan en aumento de la migración. Los gobiernos por lo general tratan de agregar valor a los recursos naturales y producir empleos, mientras que las corporaciones tratan de reducir los costos de transporte mediante la transformación de minerales en productos industriales tales como acero y lingotes de aluminio (Kinch 2006). Estas industrias metalúrgicas consumen energía de manera intensiva, lo cual puede afectar a los ecosistemas terrestres y acuáticos por igual.

Un ejemplo de esto es el Proyecto de Gran Carajás en el sureste de Pará, Brasil, que ha sido el tema de un gran y prolongado debate (Fearnside 1986). El operador de la concesión, la Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) y el Estado

brasileño efectuaron acciones tempranas para gestionar los impactos ambientales y sociales relacionados con la que ahora es la mina más grande de mineral de hierro, incluida la creación de 800.000 hectáreas de áreas protegidas y reservas indígenas. No obstante, la fase de construcción del proyecto y la mejora paralela de la red caminera regional estimularon la migración hacia la zona. El paisaje que rodea la concesión minera y su complejo de áreas protegidas y reservas están ahora deforestados en su mayoría. La construcción, por parte de CVRD, de una línea férrea de 800 kilómetros de servicio para la mina de Carajás ha recibido críticas especiales puesto que contribuyó a la creación de fábricas de lingotes de arrabio y cemento que dependen del uso de carbón vegetal. Se ha estimado que la demanda de carbón durante los 30 años de existencia de la línea férrea será de 1,5 millones de hectáreas de pérdida de bosque, sobrepasando el hábitat boscoso dedicado a áreas protegidas en aproximadamente 50 por ciento (com. pers. CI-Brasil 2007).

Puesto que el uso de especies maderables nativas para la producción de carbón es ilegal conforme a las leyes brasileñas, los productores de lingotes de arrabio están obligados a usar carbón proveniente de plantaciones de eucaliptos. No obstante, el carbón es un producto anónimo y existe un gran negocio de contrabando. Esto se deriva naturalmente de la sinergia entre las necesidades de energía de la industria y los intereses económicos de los ganaderos, que producen carbón como subproducto del desmonte (Fearnside 1989b) y que lo consideran una forma lógica de monetizar un activo capital y financiar la consolidación

- 32 La empresa estatal de minería de Bolivia, COMIBOL, que dominó la industria desde 1952 hasta 1984 y fue desmantelada en la década de 1980, está asumiendo nuevamente un papel principal en la organización de empresas de riesgo compartido bajo el actual gobierno.
- 33 La Companhia Vale do Rio Doce fue privatizada por el gobierno brasileño en la década de 1990 y es ahora una de las empresas mineras más grandes del mundo, con oficinas centrales en Río de Janeiro.

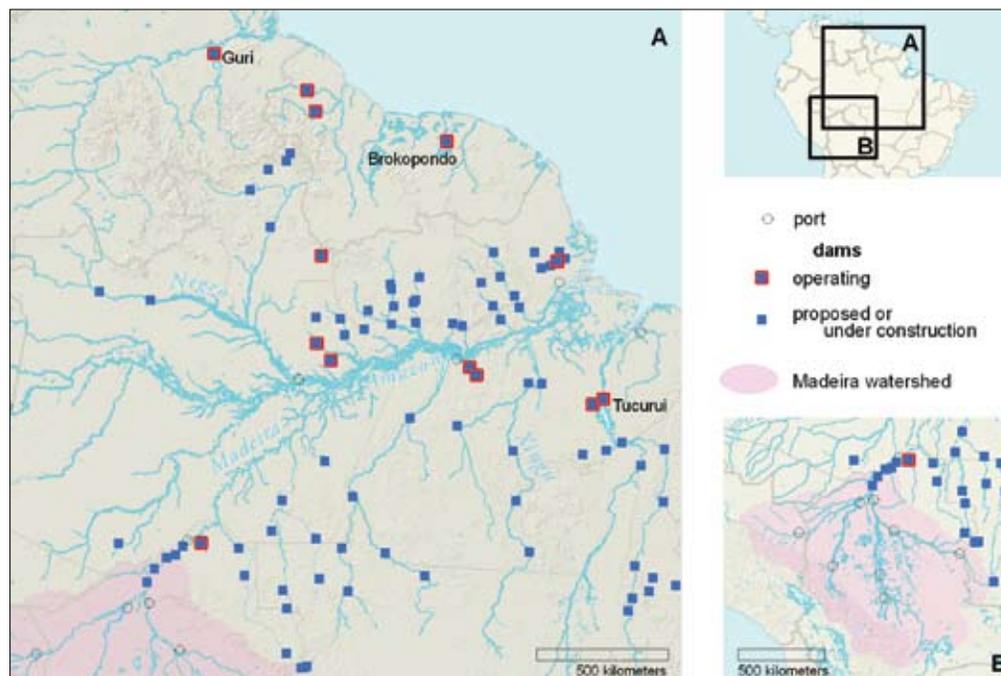


Figura 2.14. a) Guri, Brokopondo y Tucuruí son las tres instalaciones hidroeléctricas más grandes de la Amazonía. La cuenca del Amazonas y Tocantins representa un 6% del potencial hidroeléctrico del mundo, estando un 68% de la potencia no desarrollada del Brasil. b) Se han generado controversias en torno a los impactos ambientales que causarían las represas de los proyectos planificados para los ríos Xingú y Madeira (Agencia Nacional de Energía Eléctrica y Base de Datos sobre Escenarios Amazónicos, Centro de Investigación Woods Hole).

de sus propiedades.<sup>34, 35</sup> Desde una perspectiva realista, este mercado se acabará sólo cuando los bosques nativos se hayan exterminado por completo. Lamentablemente, la producción de carbón también está relacionada, generalmente, con prácticas de explotación laboral que muchos observadores externos consideran una forma de esclavitud (Treece 1988).

Las minas de bauxita y las fundiciones de aluminio también tienen impactos secundarios de largo plazo en los sistemas acuáticos. Las fundiciones de aluminio requieren grandes cantidades de energía eléctrica; el factor decisivo para la creación de una instalación de procesamiento de aluminio no es la disponibilidad o calidad de la bauxita sino el acceso a energía barata. En Brasil, Venezuela y las Guayanas, la energía hidroeléctrica es la opción preferida debido a la alta precipitación y la topografía. Estos embalses tienen, no obstante, varios impactos ambientales clave: interrumpen las altas y bajas estacionales del flujo de agua en los ríos, reducen las cargas sedimentarias e interrumpen el comportamiento migratorio de ciertas especies de peces (véase abajo).

Grandes minas de oro a escala industrial existen o se están creando en Guyana, Surinam, la Guayana Francesa y Venezuela, así como en partes de los estados de Amapá y Pará en la Amazonía oriental del Brasil y en los Andes del Perú y la región de Córdor en Ecuador. Las minas de oro a escala industrial generalmente están asociadas con depósitos de roca dura en

los que la concentración de mineral de oro es extremadamente baja. Se usa cianuro para lixiviar el mineral de oro del mineral en bruto, proceso que libera metales pesados que anteriormente estaban inmovilizados en la roca. Consiguientemente, las minas industriales de oro producen desechos y efluentes que constituyen un riesgo ambiental durante siglos.<sup>36</sup> Los diques de contención y las membranas sintéticas aíslan las lagunas de tratamiento en las que se extrae el cianuro y se precipitan los metales pesados. Sin embargo, estas lagunas son susceptibles a fallas catastróficas con consecuencias devastadoras en las partes bajas de las cuencas hidrográficas. Las normas ambientales de las corporaciones mineras del mundo han sido muy criticadas y las consecuencias económicas de la mala gestión ambiental son tan grandes, ahora, que las empresas mineras internacionales han adoptado con entusiasmo las normas ambientales promovidas por el Banco Mundial (Warhurst 1998).

Si bien el mayor volumen de mineral de oro se produce en minas industriales, la forma más común de explotación de oro en la Amazonía y los Andes está en manos de pequeñas cooperativas que extraen mineral de sedimentos aluviales mediante tecnologías rudimentarias y mercurio para concentrar el oro (Hanai 1998). El impacto ambiental de la extracción de depósitos auríferos puede ser devastador, puesto que grandes dragas recorren los terrenos de explotación levantando las capas superiores del suelo para hallar el oro concentrado en sedimentos de antiguos cauces de ríos. Esta minería deja como resultado un paisaje de aspecto lunar desprovisto de vegetación y fauna (Figura 2.13b). El uso de

34 O LIBERAL (Brasil) 21-11-05, reportó multas aplicadas por el Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) por un monto de R\$598 por el uso de carbón vegetal elaborado con madera ilegal que se originó en el sur del estado de Pará.

35 Hay aproximadamente 20.000 fábricas de carbón en Pará y Maranhão (<http://www.ipsenespanol.org/interna.asp?idnews=31041>).

36 Típicamente, se necesitan 30 toneladas de mineral para producir 1 onza de oro puro; en contraste, el mineral de hierro contiene entre 70 y 90 por ciento de metal.



Figura 2.15. Los grandes proyectos hidroeléctricos tales como la Represa Raúl Leóni en Gurí, sobre el río Caroni en Venezuela brindan energía subvencionada para las funciones de aluminio. Al igual que muchas represas, ésta está situada en la boca de un gran río a fin de maximizar la producción de energía eléctrica, que depende del volumen de agua y el desnivel vertical. Sin embargo, la ubicación de la represa en la boca del río también aísla a poblaciones de peces que quedan separadas de toda la cuenca del Orinoco (© Daniela Vizcaino/CI).

mercurio, con sus conocidos impactos en la función neurológica y defectos congénitos, constituye una amenaza ambiental todavía más nociva. Estudios han demostrado que este metal se ha estado acumulando en la Amazonía durante varias décadas y, al igual que muchas sustancias tóxicas, se está concentrando en los niveles superiores de la cadena trófica (Maurice-Borguin *et al.* 2000).

En el Brasil, los mineros cooperativistas, conocidos como *garimpeiros*, tienen un historial de “fiebres del oro” en lugares remotos, donde la población puede crecer de la noche a la mañana, creando comunidades temporales de decenas o centenas de miles de personas. Los *garimpeiros* constituyen una presencia alteradora en áreas remotas tradicionalmente pobladas por grupos indígenas; a menudo introducen enfermedades infecciosas y recurren a la violencia para establecer su presencia (Hanai 1998). La minería cooperativa también puede coadyuvar al avance de la frontera agrícola puesto que muchos *garimpeiros* son campesinos que invierten el capital que adquieren en propiedades rurales. La intensidad de este tipo de minería oscila con el precio internacional del oro: durante la década de 1980, cientos de miles de *garimpeiros* trabajaron en los sedimentos aluviales de Tapajos, Pará, Roraima y Rondonia, mientras que grupos similares en Bolivia y Perú desarrollaron actividades tanto en las regiones montañosas como llanas de dichos países. En comparación con la minería empresarial, los mineros cooperativistas causan un mayor daño ambiental acumulativo; sin embargo, la minería cooperativista crea mucho más empleo que las minas industriales de alta eficiencia. La regulación de la minería cooperativista es inefectiva, en su mayoría, puesto que las entidades gubernamentales no cuentan con los recursos para imponer un control efectivo ni con la voluntad política de enfrentar a grandes grupos de personas empobrecidas. Los programas enfocados en disminuir el daño ambiental causado por las minas cooperativistas también tienen el beneficio adicional de aumentar el bienestar social de los sectores necesitados de la población.

Si bien IIRSA no incluye proyectos de minería en su cartera de inversiones, sus inversiones en carreteras, hidrovías, ferrocarriles y redes de energía beneficiarán directamente al sector minero puesto que las minas y las industrias de procesamiento y fundición dependen enormemente de la energía y los costos de transporte. Las entidades que coordinan IIRSA son plenamente conscientes de la índole sinérgica de sus inversiones.<sup>37</sup> Muchas, sino todas, las áreas protegidas de la región también contienen reservas minerales significativas y la minería está autorizada en la mayoría de las áreas de uso sostenible; algunos países permiten, explícitamente, la explotación minera dentro de una categoría más amplia de áreas protegidas. En Bolivia, las actividades mineras se permiten legalmente aún dentro de la categoría más alta de los parques nacionales (Ricardo & Rolla 2006). Las sinergias entre IIRSA y la minería tienen sus aspectos positivos, en particular en lo que respecta a la generación de riqueza y trabajo; sin embargo, los aspectos negativos de la minería son que

ésta aumenta la deforestación y degrada los sistemas acuáticos. El potencial de conflictos a largo plazo entre la minería y la gestión de áreas protegidas es un tema que debería resolverse, de modo que el sector minero no se oponga a la creación de áreas protegidas y reconozca que algunas de éstas deberían estar exentas de cualquier tipo de actividad minera.

## ENERGÍA HIDROELÉCTRICA Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

La explotación de bauxita es uno de los ejemplos más evidentes de impacto secundario – en el cual las inversiones de un sector (minería) conllevan a inversiones en otro sector (energía hidroeléctrica). Parte del incentivo para invertir en nuevas instalaciones hidroeléctricas en la Amazonía se deriva de políticas gubernamentales para el procesamiento de recursos minerales en lugar de meramente exportarlos a mercados en el exterior; en la terminología usada por los ministerios de planificación de los gobiernos, esto es “agregar valor”. La fundición de aluminio es el proceso industrial que más energía requiere, utilizando alrededor del 2 por ciento de la energía mundial y cerca del 8 por ciento de la producción total de energía del Brasil (Cadman 2000). En el norte de este país, el sector metalúrgico consume aproximadamente un 50 por ciento de la capacidad instalada de energía, lo que representa un subsidio anual de entre \$200 y 400 millones (LaRovere & Mendes 2000). Los recursos hidrológicos de la gran Amazonía<sup>38</sup> son enormes y al menos tres de las instalaciones hidroeléctricas más grandes del mundo han sido construidas con el propósito expreso de subvencionar la creación de fundiciones de aluminio: 1) el complejo de Gurí en el río Caroni, en Venezuela; 2) el Reservorio Brokpondo en Surinam y 3) el Reservorio Tucuruí en el río Tocantins, en el estado de Pará (Figura 2.14). Los impactos ambientales de estas instalaciones hidroeléctricas son mucho mayores que los generados por las minas o las fundiciones industriales que procesan el mineral de bauxita (Fearnside 1999, 2001a). A medida que los centros urbanos de la Amazonía consumen más electricidad, la energía necesaria para sostener la industria del aluminio debe ser generada por nuevas instalaciones.

A fin de revisar los impactos sociales y ambientales de las represas, la Comisión Mundial sobre Represas eligió a Tucuruí como uno de siete estudios de caso a lo largo de sus 30 años de duración (LaRovere & Mendes 2000). Algunos impactos estaban previstos, tales como cambios en los regímenes de inundación que alteraron las tasas de sedimentación y los niveles de fertilidad en las llanuras aluviales situadas debajo de las represas. Asimismo, el reservorio experimentó una eutrofización más alta debido a la descomposición de grandes cantidades de biomasa sumergida. Las aguas ricas en nutrientes causaron una explosión de plantas acuáticas, que en su punto máximo, en la década de 1980, cubrieron 25 por ciento de la superficie del lago antes de disminuir hasta los niveles actuales de aproximadamente 10 por ciento. La abundancia de plantas flotantes fomentó un aumento en las poblaciones de mosquitos e impidió la navegación y la pesca. La vegetación sumergida produjo ambientes bénticos

37 Un ejemplo reciente es el crédito aprobado por el BID, por un monto de \$750 millones, que será entregado a Venezuela para la ampliación de la instalación hidroeléctrica del río Caroni. Ésta sustenta las actividades de explotación minera y procesamiento de la Corporación Venezolana de Guayana.

38 En este caso, el término “gran Amazonía” se refiere a la totalidad de las cuencas del Amazonas y Orinoco, así como a las muchas cuencas independientes de la costa noreste de Sudamérica.

anóxicos que conllevaron a un aumento de la emisión de gases causantes del efecto invernadero, en particular metano y dióxido de carbono (Fearnside 1995, 2002, LaRovere & Mendes 2000). Estos impactos directos son comunes en todos los reservorios del trópico.

Cada una de estas tres mega-instalaciones hidroeléctricas de la gran Amazonía está situada en la parte inferior de la cuenca (Figura 2.15). Esta ubicación es ventajosa para la producción de energía, que depende del volumen de agua que se puede canalizar por una turbina. No obstante, situar un embalse cerca de la boca de un río también maximiza su impacto ambiental puesto que las porciones altas de la cuenca quedarán, básicamente, aisladas de otras poblaciones acuáticas (véase el Capítulo 4). Al igual que todos los reservorios, estos tres enormes lagos se llenarán de sedimento con el tiempo; consiguientemente, los ingenieros han propuesto la construcción de represas río arriba para prolongar la vida de estas instalaciones clave situadas en las bocas del río. Esta lógica de ingeniería se está aplicando actualmente en la cuenca de los ríos Tocantins-Araguaia donde se están construyendo veinticinco represas principales y estaciones generadoras en los dos ríos principales, con otras setenta estaciones hidroeléctricas ubicadas en los afluentes superiores (Figura 2.14).

Es precisamente este proceso lógico de maximización y protección de inversiones estratégicas el que ha movilizó a la oposición contra el Complejo Hidroeléctrico Belo Monte en el río Xingú; una propuesta de instalación que generaría aproximadamente 11.000 megavatios y costaría alrededor de \$7 mil millones.<sup>39</sup> Belo Monte se propuso inicialmente hace dos décadas y se archivó debido a la oposición pública ante sus costos ambientales y económicos (Junk & de Mello 1987). Sin embargo, el gobierno actual ha tratado de resucitar el programa como parte de su agenda de desarrollo para el norte de Brasil. Belo Monte se considera eficiente en cuanto a la energía generada por dólar invertido y el área anegada, además de que suministraría energía para la ampliación de instalaciones planificadas para la fundición de bauxita y cobre.<sup>40</sup> No obstante, la construcción de las instalaciones de Belo Monte podría conllevar resultados similares a los de Araguaia-Tocantins, incluida la construcción de otros embalses río arriba en el Xingú,<sup>41</sup> zona que alberga a treinta y siete grupos étnicos que representan a cuatro importantes familias lingüísticas. Los inevitables impactos ambientales serían magnificados por el impacto social que sufrirían estas comunidades (Fearnside 2006a).

Otros grandes embalses de la región son el de Balbina cerca de Manaus y el Reservorio Samuel cerca de Porto Velho en Rondonia, que se construyeron a fin de generar electricidad para

mercados urbanos. Ambos ilustran los desafíos que encararon los ingenieros civiles que diseñaron y construyeron estas instalaciones en áreas silvestres de la Amazonía. La insuficiencia de información acerca de la topografía local derivó en errores en la cartografía de la zona de inundación y en una subestimación del impacto potencial. En el caso de Balbina, el reservorio resultó siendo mucho más grande de lo previsto, derivando en una de las peores proporciones del mundo entre el tamaño del espejo de agua y la energía generada por la instalación hidroeléctrica (Fearnside 1989a). Los ingenieros que diseñaron el Reservorio Samuel se vieron obligados a construir un dique alargado, de 15 kilómetros, a lo largo de una serranía lateral a fin de elevar el nivel del lago de modo que éste abastezca las necesidades de energía de Porto Velho (Fearnside 1995, 2005a).

La energía hidroeléctrica es un componente importante de la cartera de inversiones de IIRSA. Se han planificado doce represas para las regiones andinas del Ecuador, cuyos impactos ambientales podrían minimizarse puesto que imitan las abundantes barreras naturales que caracterizan los ríos y arroyos.<sup>42</sup> El proyecto más caro de toda la cartera de IIRSA es el Proyecto de Energía Hidroeléctrica del Río Madeira, situado cerca de las ciudades de Porto Velho y Abuná en la frontera entre Pando, Bolivia y Rondonia, Brasil (Figura 2.14b). Este proyecto incluye una serie de embalses y turbinas que producirán 7.500 megavatios<sup>43</sup> con un costo estimado de \$4,5 mil millones (Wanderley *et al.* 2007). La motivación de este proyecto es, en gran parte, el incremento de la producción de energía interna en Brasil; sin embargo, las represas inundarían los rápidos que han obstruido el tráfico fluvial y una serie de esclusas crearían un sistema de transporte fluvial que conectaría la cuenca alta del Madeira con el brazo principal del río Amazonas. Conocida como la Hidrovía Madeira-Mamoré, ésta brindaría una alternativa de bajo costo para la exportación de materias primas agrícolas y minerales desde Rondonia y Acre,<sup>44</sup> así como desde las zonas agrícolas incipientes del norte de Bolivia y el sur del Perú (véase la Figura A.2).

El complejo hidroeléctrico del Madeira tendrá una variedad de impactos ambientales. Los proponentes del proyecto sostienen que la inundación se minimizará puesto que los embalses sólo tendrán unos pocos metros de altura, decisión de ingeniería dictada por la topografía local relativamente plana. No obstante, aproximadamente 100.000 a 200.000 hectáreas de bosque estacionalmente inundados quedarán permanentemente anegados, causando un cambio radical en un hábitat clave que brinda servicios ecológicos tales como sitios reproductivos y alimentación para peces y las represas se constituirán en una barrera para especies de peces migratorios que suministran

39 Esta cifra supera en un 30 por ciento la capacidad de las instalaciones hidroeléctricas de Tucuruí; los estudios de factibilidad forman parte de la agenda actual de inversión del PPA. Sin embargo, los críticos coinciden en que, debido a la fluctuación de los niveles de agua, la planta generadora raramente produciría la capacidad instalada.

40 En 2002, CRVD expresó su disposición a participar en un consorcio de construcción; CVRD tiene inversiones en fundiciones de aluminio situadas en el estado de Pará (<http://www.isa.org.br>).

41 Habrá otro embalse aparte, el de Altamira, más conocido con el nombre anterior de Babaquara.

42 Alan García, recientemente elegido como presidente del Perú, ha ofrecido a las regiones occidentales de la Amazonía brasileña el suministro de electricidad producida en estaciones hidroeléctricas andinas y el eje amazónico de IIRSA incluye una línea de alta tensión para conectar a Pucallpa con Cruzeiro do Sul, en el oeste del estado de Acre.

43 Itaipú, la gran instalación hidroeléctrica en el río Paraná, en el sur del Brasil, genera 14.000 megavatios de energía. Una planta de energía nuclear produce alrededor de 8 megavatios de energía y la nueva instalación temo-eléctrica de Cuiabá genera 400 megavatios.

44 Véase <http://www.riomadeiravivo.org/debate/docapresentados/PortoVelho-Maio2006-Alcides.pdf>.



Figura 2.16. La palma aceitera africana es un cultivo potencial para la producción de biocombustible que genera seis veces más aceite vegetal por hectárea que la soya y que podría mejorar los sistemas de sustento de miles de agricultores tropicales. Ésta también amenaza a la Amazonía como un nuevo – y poderoso – incentivo para el cambio de uso del suelo si su cultivo no se restringe a tierras anteriormente deforestadas o degradadas (© John Buchanan /CI).

importantes recursos alimenticios para las poblaciones locales y la base de la industria pesquera comercial (véase el Capítulo 4). Los proponentes del proyecto Madeira han indicado que los programas de mitigación disminuirían los impactos negativos en las especies migratorias, pero experiencias previas con escaleras para peces no han funcionado en otras partes del mundo. Si bien la empresa constructora a cargo de los proyectos del Madeira comisionó un estudio de impacto ambiental, que fue aprobado por el Instituto Brasileño de Medio Ambiente y

Recursos Renovables (IBAMA) en octubre de 2006,<sup>45</sup> grupos civiles de Brasil y Bolivia, en particular las poblaciones locales que serían afectadas directamente por los reservorios, cuestionan la imparcialidad del estudio y continúan oponiéndose a la construcción del proyecto.<sup>46</sup>

Los proyectos hidroeléctricos grandes y complejos son un signo de desarrollo y, en gran parte, son acogidos por la población rural puesto que llevan energía a precios accesibles a zonas que han dependido durante años de la energía cara generada mediante hidrocarburos. Asimismo, el desarrollo de las hidro vías de Araguaia-Tocantins, Madeira y Paraná-Paraguay bajará el costo de las exportaciones de granos para los productores agrícolas del centro del Brasil en un mercado internacional cada vez más competitivo. Los políticos de todos los colores están enamorados de las represas ya que estos enormes proyectos de construcción brindan oportunidades de empleo a miles de personas con poca capacitación y estimulan las economías locales. Estas sinergias son, precisamente, las que motivan a los promotores de IIRSA.

No obstante, las represas y los embalses tienen muchos impactos ambientales directos e indirectos que han sido debidamente comprobados y que no se pueden mitigar fácilmente (véase el Capítulo 3). En particular, se deben evitar los mega-proyectos hidroeléctricos en ríos primarios que integran grandes cuencas puesto que tendrán impactos negativos en enormes áreas situadas aguas arriba. En contraste, varias estaciones hidroeléctricas pequeñas situadas río arriba en afluentes terciarios ocupan una superficie relativamente menor en cuanto a espacio y limitan el grado de fragmentación del

45 En diciembre de 2006, IBAMA inició una serie de consultas públicas a comunidades locales y se espera que la decisión para proceder con el proyecto se emita en 2007. Para mayor información véase [http://www.ibama.gov.br/novo\\_ibama/paginas/materia.php?id\\_arq=4535](http://www.ibama.gov.br/novo_ibama/paginas/materia.php?id_arq=4535), y [http://www.riosvivos.org.br/canal.php?canal=318&mat\\_id=9898](http://www.riosvivos.org.br/canal.php?canal=318&mat_id=9898).

46 El consorcio contratado para efectuar el análisis de impacto ambiental de las instalaciones hidroeléctricas (Furnas/Oderbrecht) probablemente también participará en la licitación para su construcción (Oderbrecht) y operación (Furnas).

### Recuadro 3

#### Biocombustibles: la próxima amenaza de deforestación

Los biocombustibles se están promoviendo como una fuente de energía menos nociva para el clima y, en todo el mundo, los inversionistas están tornando su atención a este sector. Sin embargo, es muy probable que la demanda difunda su cultivo hacia la frontera amazónica donde el valor de la tierra es menor y los costos de producción prometen hacerlos competitivos en mercados futuros. El énfasis actual en el cultivo de caña de azúcar y soya para la producción de etanol y biodiesel, a la larga, se redirigirá a otros cultivos adaptados a las condiciones del trópico húmedo.

La mayor amenaza proviene de la palma aceitera (Figura 2.16), que es quizás el cultivo tropical más productivo del mundo y está bien adaptado a zonas con tasas medias anuales de precipitación mayores a los 2.000 milímetros y a temporadas secas de menos de 3 meses (Kaltner *et al.* 2005) — condiciones climáticas características de los paisajes de la Amazonía central y occidental. Toda la región, incluidas las laderas relativamente empinadas de los Andes y las tierras marginales del Cerrado que han escapado al arado, también tienen potencial para la creación de plantaciones de pasto elefante u otras especies de alto rendimiento de biomasa que servirían como materia prima para la tecnología de segunda generación de producción de alcohol a base de celulosa.

A menos que se implementen medidas de regulación, estas fuerzas de mercado conllevarán a un auge de la deforestación que superará a todos los ciclos anteriores de deforestación. Los biocombustibles constituyen la principal amenaza latente para la conservación del bosque amazónico, los Andes y el Cerrado.

ecosistema acuático. Las ventajas y desventajas económicas, sociales y ambientales de las distintas opciones de desarrollo son, precisamente, lo que las evaluaciones ambientales estratégicas deberían esclarecer (véase el Capítulo 6) y éstas deberían llevarse a cabo en todos los proyectos hidroeléctricos, a escala de cuenca, como parte de la etapa inicial de los estudios de factibilidad antes de que la modificación de las inversiones en infraestructura sea más difícil o imposible políticamente.

## BIOCOMBUSTIBLES

La creciente demanda de biocombustibles podría estimular otra fiebre de inversiones que empujaría todas las formas anteriores de explotación para la producción de materias primas en la Amazonía. Esta demanda es originada por los gobiernos que buscan alternativas al uso de combustibles fósiles, que están perdiendo su atractivo debido a la inestabilidad política, el cambio climático y la inminente escasez de petróleo. El mercado proyectado para los biocombustibles es tan grande que podría estimular una deforestación que superaría los peores escenarios previstos por los conservacionistas (véase el Recuadro 3) (Laurance *et al.* 2001, 2004, Câmara *et al.* 2005, Soares-Filho *et al.* 2006). Brasil, que cuenta con la tecnología más avanzada del mundo en cuanto a biocombustibles, ha estado a la cabeza en el uso de alcohol de caña de azúcar como alternativa al uso de combustibles fósiles tradicionales. Ahora, este país está promoviendo la producción de biodiesel como parte de su estrategia nacional para la autosuficiencia energética y, desde 2006, ha exigido que se combine un 2 por ciento de biocombustible con el diesel fósil tradicional (Kaltner *et al.* 2005). Brasil también se ha comprometido a reemplazar 5 por ciento del consumo de diesel con biodiesel hasta el año 2013.

Este cambio se hará posible gracias a la soya, que está atrayendo mucha atención como fuente de biocombustible debido a la capacidad existente, en el Brasil, para la producción y el procesamiento. Sin embargo, la palma aceitera africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) dominará el mercado de biodiesel a mediano plazo debido a sus propiedades químicas, contenido energético y rendimiento de aceite por hectárea, que dan lugar a una producción aproximadamente ocho veces mayor de aceite que la de la soya (Figura 2.16).<sup>47</sup> Brasil ya ha aumentado la investigación y el trabajo de desarrollo de palma aceitera africana, que se ha cultivado durante largo tiempo en el noreste del país. La palma aceitera se cultiva en el valle del Huallaga en el Perú, la Amazonía ecuatoriana y la región del Chocó en Colombia. Esta palmera constituye el cultivo tropical más próspero del mundo en lo que se refiere a productividad bruta y valor de mercado, lo cual explica por qué se ha constituido en una de las principales causas de deforestación en Indonesia y Malasia (Kaimowitz & Angelsen 1998).

El etanol derivado de granos y caña de azúcar también se está promocionando como biocombustible alternativo en Brasil y los Estados Unidos. Brasil ha tenido gran éxito en

la adaptación de su flota vehicular para el uso de mezclas de gasolina y etanol, así como en la mejora de la productividad y adaptabilidad de la caña de azúcar. Sin embargo, una tecnología emergente podría revolucionar muy pronto la producción de etanol en todo el mundo. La base actual para la producción de etanol es la conversión de almidón y azúcar, compuestos que se encuentran en los tejidos de los órganos de almacenamiento de las plantas; éstos ofrecen una forma de energía química de fácil conversión. No obstante, un carbohidrato mucho más abundante es la celulosa, principal constituyente de los tejidos estructurales de las plantas; ésta sólo puede ser metabolizada por microorganismos especializados que han evolucionado las enzimas necesarias para descomponer la celulosa en las moléculas de azúcar que la componen. La biotecnología moderna ya está utilizando estas enzimas en un proceso industrial que convierte la celulosa en etanol. Las implicaciones de esta tecnología de segunda generación para la producción de alcohol aún no han sido plenamente entendidas por la prensa popular, pero esencialmente, cualquier biomasa vegetal ahora podrá ser convertida en energía – incrementando enormemente la eficiencia de la producción de biocombustibles.<sup>48</sup>

Muchos científicos sostienen que los biocombustibles son una falsa panacea debido a toda la energía que se requiere para su producción. Estudios recientes han demostrado que la proporción entre costo y beneficio varía de acuerdo al sistema de producción y, en muchos casos, los cultivos para biocombustibles son productores netos de energía (Hill *et al.* 2006). Una limitación más importante de la conversión de la economía mundial a los biocombustibles será la competencia por tierras arables con los cultivos para la alimentación, sobre todo cuando la población del planeta se duplique en el próximo siglo. Las principales corporaciones dedicadas a la producción de energía cuestionan la ética de promover los biocombustibles, sosteniendo que éstos conllevarán a la conversión de las tierras cultivables en países en vías de desarrollo donde las poblaciones humanas están desnutridas. Sin embargo, los promotores de la tecnología de etanol celulósico indican que este sistema de producción es apto para tierras marginales en las que no se pueden cultivar cosechas tradicionales de manera competitiva. En los Estados Unidos, la producción de biocombustible podría derivar en la conservación o restauración de millones de hectáreas de praderas, en las que las hojas y tallos del pasto nativo (*Panicum virgatum*) podrían cosecharse para la producción anual de aproximadamente 12 toneladas métricas de biomasa por hectárea (Radiotis *et al.* 1999). La capacidad productiva de los pastos tropicales es muy superior a la del pasto mencionado anteriormente; una de las especies forrajeras tropicales más productivas, el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), puede cosecharse tres veces al año y produce entre 35 y 50 toneladas métricas de biomasa por hectárea en condiciones ideales de disponibilidad de agua y nutrientes (Espinoza *et al.* 2001).

47 La soya genera entre 2 y 4 toneladas métricas por hectárea y, en el trópico, puede producir dos cosechas al año, aproximadamente 20 por ciento del rendimiento total de soya corresponde a aceite vegetal. En contraste, la palma aceitera produce entre 5 y 6 toneladas de aceite vegetal por hectárea al año. El aceite de palmera tiene una proporción más alta de energía por unidad de volumen.

48 El término biomasa se refiere al tejido vegetal vivo que está compuesto, mayormente, por celulosa, si bien ésta también puede contener lignina y compuestos químicos característicos de la madera; la biomasa consta de aproximadamente 50 por ciento de carbono y 50 por ciento de oxígeno, hidrógeno y otros microelementos.

Es de esperarse que este nuevo mercado de biocombustibles conlleve a la creación de plantaciones en las aproximadamente 60 millones de hectáreas de tierras amazónicas que ya se han deforestado, incluidos los bosques secundarios que predominan en las zonas colonizadas del pie de monte andino y los pastizales degradados de las regiones ganaderas del Brasil. No obstante, existe el temor de que las fuerzas del mercado prevalezcan a la larga y que la demanda de alimentos exija toda la productividad de las mejores tierras cultivables del mundo y los biocombustibles se releguen a terrenos marginales donde los cultivos para la alimentación no produzcan rendimientos adecuados.<sup>49</sup> Lamentablemente, la mayoría de la Amazonía y los Andes corresponden a esta última categoría. La palma aceitera africana y el pasto elefante son perfectamente aptos para el trópico, siendo especies perennes adaptadas a regímenes de alta precipitación y suelos ácidos; asimismo, su productividad por hectárea es impresionante.

### MERCADOS MUNDIALES Y GEOPOLÍTICA

Los campesinos, los ganaderos, las empresas agroindustriales y los especuladores de tierras son los agentes más conspicuos de cambio en la Amazonía y las regiones adyacentes de los Andes y el Cerrado, pero estos actores locales están influenciados, directa o indirectamente, por los mercados internacionales y las decisiones tomadas en Nueva York, Lima, Río de Janeiro, Beijing y otras grandes ciudades. El mineral de hierro, el petróleo, la soya, el arroz, la madera, la corteza de quina, el caucho y la almendra son materias primas cuyo precio es establecido por los mercados internacionales. Históricamente, los mercados de materias primas han fluctuado enormemente, estimulando inversiones y llevando a la bancarrota a empresas que no comprenden el riesgo intrínseco de los mercados de auge y caída. Los países y las corporaciones tratan de limitar sus riesgos mediante la creación de modelos de negocios que protejan sus economías de la escasez y los precios altos. En la Amazonía, sin embargo, la reacción por lo general ha sido la adopción de una mentalidad de extracción que maximiza las utilidades a corto plazo mientras los precios se mantienen altos; incluso los recursos renovables se tratan como si fuesen minerales y se explotan hasta su casi agotamiento.<sup>50</sup>

El fenómeno de mercado más obvio en la última década ha sido el rápido crecimiento de la industria de oleaginosas, sobre todo la soya pero también el girasol y la colza. El mercado internacional de la soya ha sido estimulado por la demanda del Asia oriental, en particular de la China y ha sido responsable, parcialmente, del rápido crecimiento de la agricultura

mecanizada en el centro del Brasil y de la conversión de casi un 50 por ciento del ecosistema del Cerrado. La competencia en mercados internacionales es una de las principales razones que motivan las inversiones de IIRSA y PPA, puesto que el transporte es un componente importante para establecer los costos de las exportaciones de soya. Por ejemplo, el mercado principal de la soya boliviana han sido los países andinos, donde las preferencias arancelarias ofrecidas por el Tratado de la Comunidad Andina de Naciones (CAN) han brindado a los exportadores bolivianos una ventaja de precios sobre los productores de otros países. Esta ventaja comercial acabará pronto puesto que Colombia y Perú han suscrito tratados de libre comercio con los Estados Unidos, mientras que Venezuela compra granos de Argentina y Brasil, cuyos precios son más competitivos que los de Bolivia. Entonces, la capacidad competitiva de Bolivia en mercados internacionales de soya en el futuro dependerá, en gran medida, de los costos de transporte y el país, naturalmente, se muestra ansioso por mejorar su infraestructura. Las inversiones de IIRSA en carreteras, ferrocarriles e hidrovías responden a estas preocupaciones.

La cuenca amazónica también tiene gran potencial como fuente de maderas de gran calidad. Actualmente, la mayoría de las exportaciones de Bolivia y Perú se destinan a los Estados Unidos, con una tasa de crecimiento anual de este mercado de 25 por ciento anual desde 2003 (PROMPEX 2006). Actualmente, no existe un comercio apreciable de madera entre la costa del Pacífico de Sudamérica y China; no obstante, esta situación podría cambiar, sobre todo si las inversiones de IIRSA en hidrovías y corredores camineros reducen los costos de transporte. China ha triplicado sus importaciones de madera en la última década (Sun *et al.* 2004) y las fuentes tradicionales de maderas finas tropicales se están agotando rápidamente en el sudeste asiático (Curran *et al.* 2004). Tanto en China como en el sudeste de Asia, las plantaciones forestales tendrán un papel importante para satisfacer la demanda futura. Sin embargo, la madera amazónica podría tener un nicho en el mercado chino de maderas finas para la fabricación de pisos y muebles. La manufactura de muebles en China forma una parte importante de la industria de productos forestales; un 50 por ciento de toda la madera importada por dicho país es reexportada como productos acabados, constituyendo los muebles aproximadamente un 32 por ciento de las exportaciones mencionadas (Sun *et al.* 2004). En 2005, Perú reportó su primera venta de pisos de madera en el mercado chino (PROMPEX 2006). No se ha efectuado ningún análisis sistemático de este nuevo mercado potencial ni de su impacto ambiental y social en el bosque amazónico.

La materia prima de mayor importancia internacional es el petróleo y uno de los vínculos más obvios entre los mercados mundiales y la geopolítica es el impacto paralelo de los disturbios políticos del Oriente Medio y la mayor demanda de petróleo en China. Los elevados precios actuales del petróleo han estimulado la exploración y producción en todo el mundo, incluida la Amazonía occidental y el pie de monte andino. Si bien el aumento de producción a nivel mundial conllevará, a la larga, a una disminución de los precios del petróleo, algunos analistas opinan que el precio a mediano y largo plazo se mantendrá muy

49 Un estudio publicado recientemente por la Academia Nacional de Ciencias determinó que ni el etanol ni el biodiesel pueden reemplazar al petróleo sin tener impacto en el suministro de alimentos. Si toda la producción estadounidense de maíz y soya se dedicaría a la producción de biocombustibles, ese combustible sólo reemplazaría un 12 por ciento de la demanda de gasolina y 6 por ciento de la de diésel. En el estudio se llega a la conclusión de que el futuro del reemplazo del petróleo y la gasolina radica en el etanol celulósico producido a partir de materias primas de bajo costo tales como pastos o paja de trigo, cultivados en tierras agrícolas marginales o provenientes de material vegetal de desecho (Hill *et al.* 2006).

50 Dos ejemplos célebres son la quinina en el Siglo XIX y la caoba en el Siglo XX.

por encima de los niveles bajos históricos (Hickerson 1995). En busca de suministros estables de energía, las corporaciones estatales tales como la Compañía Nacional de Petróleo de China (CNPC) han adquirido reservas petroleras en el exterior, libres del control de las corporaciones multinacionales. Subsidiarias chinas están llevando a cabo exploración petrolífera en Perú (PetroPerú 2006) y Ecuador (ChinaView 2006), y la CNPC también ha adquirido un 36 por ciento de acciones en el oleoducto OCP en Ecuador, lo cual garantiza el control no sólo de las reservas petroleras, sino también del sistema de transporte necesario para llevar dichas reservas a su mercado interno.

Brasil también está expandiendo su esfera de influencia económica. Petrobras cuenta con un 14 por ciento de las reservas de gas natural de Bolivia y tiene acciones en los gasoductos que conectan dichas reservas con los mercados internos del Brasil. Esta empresa también participa activamente en la exploración de reservas de gas y petróleo en Ecuador y Perú, incluso en el Parque Nacional Yasuní y en concesiones adyacentes a Camisea. El crecimiento futuro de las reservas peruanas cercanas a Camisea podría resucitar parte del plan de negocios original de Shell Oil, de principios de la década de 1990, que contemplaba construir un gasoducto que conecte a Camisea con el Brasil. La creciente influencia de este país se refleja en su compromiso de apoyo a las oficinas ejecutivas de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA). La misión de éste consiste en promover el crecimiento económico y conservar los ecosistemas naturales de la cuenca amazónica. En el plan estratégico de OTCA se menciona a IIRSA como una prioridad evidente y se la justifica plenamente mediante el tratado original de OTCA. Brasil ha tenido un papel activo en el rejuvenecimiento de OTCA y ha ayudado a financiar algunos proyectos de IIRSA mediante préstamos a empresas constructoras brasileñas canalizados por el BNDES y otras instituciones financieras de dicho país.

Brasil no es el único país amazónico que intenta ampliar su influencia en la región. El presidente de Venezuela, Hugo Chávez, ha mostrado particular energía para promover una visión "bolivariana" de integración nacional, independiente de los Estados Unidos y basada en la intervención estatal en las economías nacionales (Figura 2.17). Como parte de esta visión, Chávez ha anunciado que la empresa estatal de energía (PDVSA) está dispuesta a invertir en un Gasoducto del Sur que conectaría a Venezuela con Argentina y Uruguay a través del Brasil.<sup>51</sup> De acuerdo a los precios proyectados del gas natural en mercados internacionales, este gasoducto sólo sería marginalmente viable desde el punto de vista económico; sin embargo, los países del Cono Sur estarían dispuestos a subvencionar su construcción a fin de diversificar las fuentes de energía, mientras que Venezuela pretende abrir nuevos mercados para sus enormes reservas de gas.<sup>52</sup> El Gasoducto del Sur cumple todos los criterios de

desarrollo correspondientes a la visión y los enunciados de misión de IIRSA y ofrece posibilidades intrigantes para crear un sistema continental de transporte de energía.

En la Amazonía, el impacto económico de una red de energía a escala continental sería enorme. Si los precios del gas natural continúan siendo subvencionados en la región, esto incentivaría inversiones en otras industrias vinculadas con los recursos naturales – que constituyen el cimiento de la economía amazónica. Por ejemplo, a fin de establecer la primera acería del país, el gobierno boliviano recientemente aceptó suministrar gas a precios inferiores a los del mercado para atraer inversiones extranjeras en una mina y en instalaciones de procesamiento de mineral de hierro. Los gasoductos también significarían una proliferación de instalaciones de generación de electricidad y la extensión de las redes de electrificación rural. Carreteras modernas, combinadas con una abundancia de recursos energéticos, conllevarían a un crecimiento explosivo; la deforestación aumentaría de manera casi exponencial y la Amazonía sería alterada radical y permanentemente.

El desarrollo futuro de la Amazonía será impulsado, en parte, por factores políticos y estará influido por los procesos electorales que se lleven adelante en Sudamérica. Los votantes han rechazado a las elites tradicionales y a los partidos políticos que han dominado la escena en las últimas décadas, apoyando más bien a nuevos grupos políticos denominados "movimientos sociales". Los gobiernos de Bolivia, Ecuador y Venezuela y los partidos políticos de oposición de Colombia y Perú abogan por un papel más marcado del Estado en la administración de la economía nacional. Algunos de éstos critican a las corporaciones multinacionales que explotan los recursos minerales y energéticos de la región y los grupos civiles a menudo usan temas ambientales como argumento para obstruir la exploración de hidrocarburos, sobre todo en áreas protegidas y reservas indígenas. No obstante, una vez elegidos, los políticos – y los votantes que éstos representan – generalmente apoyan vehementemente la explotación de recursos naturales bajo el dominio del Estado como un medio para generar crecimiento económico.

En Bolivia, la oposición a la explotación de hidrocarburos no se basaba en preocupaciones de tipo ambiental, sino en la percepción de que los contratos suscritos con las empresas multinacionales eran injustos para el país y los pueblos indígenas. Recientemente, se negociaron nuevos contratos entre el Estado y las multinacionales, y el nuevo gobierno ha prometido entregar una parte de las regalías petroleras a los grupos indígenas. Consiguientemente, la oposición a la exploración se ha disipado rápidamente; ahora ésta y la producción se consideran una prioridad estratégica. Cabe señalar que la institución principal ya no es una multinacional extranjera poco confiable, sino una empresa estatal con amplio apoyo público. Históricamente, las empresas estatales no han adoptado políticas ambientales ni sociales muy rigurosas, si bien algunas compañías como Petrobras han cambiado, con éxito, la cultura empresarial, adoptando normas ambientales de uso común en la industria.

En América Latina, los gobiernos y los movimientos de oposición hablan de la necesidad de establecer "políticas de Estado" en contraposición a "políticas de gobierno". Las primeras

51 Aunque parezca descabellado, ésta se incluyó como una meta en un convenio suscrito recientemente entre PDVSA y ENARSA ([http://www.abn.info.ve/go\\_news5.php?articulo=27174&lee=3](http://www.abn.info.ve/go_news5.php?articulo=27174&lee=3)); asimismo, Gazprom, la gigante rusa del gas, y Petrobras han iniciado discusiones para la construcción conjunta de este gasoducto (Reuters 2006).

52 Venezuela cuenta con reservas de gas natural estimadas en 147 trillones de pies cúbicos, aproximadamente el triple de las de Bolivia y diez veces mayores a las descubiertas en Camisea, Perú (<http://www.dinero.com.ve/196/portada/energia.html>).



Figura 2.17. IIRSA es una manifestación de la determinación política de los países sudamericanos para integrar sus economías, meta que tiene pleno apoyo de todos los sectores de la sociedad y que trascenderá los cambios periódicos que suponen los procesos electorales (© Getty Images).

se refieren a objetivos y decisiones estratégicos que cuentan con amplio apoyo de la sociedad y trascienden las oscilaciones periódicas de los procesos electorales. Ejemplos importantes de esta tendencia son la demanda de Bolivia de una salida al Océano Pacífico, la decisión de Venezuela de mantener el control administrativo de la explotación de sus recursos minerales e hidrocarburos y la defensa a ultranza del Brasil de su derecho soberano de gestionar la conservación de la biodiversidad de la Amazonía. IIRSA es otra más de estas “políticas de Estado” y, como tal, trasciende a los gobiernos actuales y los deseos de los líderes a nivel individual. Por consiguiente, IIRSA también constituye una oportunidad para conservar la biodiversidad de los Andes y de la Amazonía puesto que brinda un foro para abordar directamente las varias amenazas que supone el desarrollo y para ofrecer alternativas integrales que respondan a las necesidades legítimas de la sociedad amazónica para el crecimiento económico y el desarrollo. Es clave para la reforma de IIRSA el reconocimiento de que los países de la Amazonía tienen soberanía sobre sus recursos naturales. Cada país deberá, entonces, ser convencido de que sus intereses estratégicos nacionales serán favorecidos por la conservación. La resurrección reciente de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), que reconoce la importancia de la conservación de la biodiversidad, brinda un mecanismo apropiado y oportuno para perfeccionar las políticas estatales colectivas que IIRSA representa.



## CAPÍTULO 3

### Biodiversidad



La Amazonía, los Andes y el Cerrado se encuentran entre las regiones más ricas y diversas del planeta. (Top: ©Haroldo Castro/CI; Bottom: ©John Martin/CI)

Colectiva e individualmente, los proyectos de IIRSA constituyen una enorme amenaza para la conservación de la biodiversidad del continente sudamericano. A excepción de uno, los diez corredores de IIRSA atraviesan un Hotspot de Biodiversidad (Andes, Cerrado, Bosque Húmedo Costero del Atlántico) o Área Silvestre de Alta Diversidad (Amazonía, Pantanal, Gran Chaco, Caatinga). Los corredores camineros de IIRSA planificados para Bolivia, Ecuador y Perú, el Arco Norte en la región del Escudo de la Guayana y las inversiones de la iniciativa en la Amazonía brasileña causan especial preocupación debido a que aumentarán radicalmente el acceso a áreas silvestres con altos niveles de endemismo biológico. IIRSA expondría a la Amazonía occidental y las estribaciones andinas a potentes fuerzas económicas mundiales y regionales, y los ecosistemas interconectados de la región serían alterados permanentemente. Los cambios climáticos del pasado y la historia geológica han dejado su marca en los ecosistemas del presente y en sus especies. La distribución de biodiversidad difiere marcadamente entre los principales biomas de la región, debido a los distintos atributos físicos de montañas y tierras bajas, y sistemas acuáticos y terrestres. Por tanto, IIRSA y otros fenómenos de desarrollo tendrán impactos variables en los biomas de la Amazonía, los Andes y el Cerrado. El diseño de programas de mitigación y estrategias de conservación deberá basarse en un conocimiento exhaustivo de la índole regional de la biodiversidad.

## BOSQUE MONTANO

Los bosques montanos son los hábitats con mayor diversidad biológica de los Andes y ocupan el terreno situado entre las praderas de las tierras altas andinas y los bosques húmedos de las tierras bajas amazónicas. Aquí, los paisajes abarcan valles amplios, cañones estrechos, laderas de pendiente variable, escarpas y cimas de serranías ubicadas entre los 500 y 3.500 m de elevación. Los bosques montanos tropicales se caracterizan por poseer gradientes marcadas de topografía y manifestadas en diferencias de elevación, precipitación, humedad, tipo de suelo, pendiente, aspecto y radiación. Las especies se adaptan a estas gradientes de maneras que a menudo contrastan y su distribución depende de características que definen su reproducción y supervivencia (Kessler *et al.* 2001, Young *et al.* 2002). Por ejemplo, la diversidad de bromeliáceas epifitas está correlacionada con la elevación, ya que este grupo funcional está adaptado a hábitats frescos y húmedos de bosque nublado, mientras que las aráceas son más abundantes en comunidades de bosque cálido y húmedo. Las bromeliáceas terrestres y los cactus son más abundantes en valles secos donde los altos niveles de radiación incidente llegan al piso del bosque; la riqueza de helechos está relacionada con la cobertura de musgos, debido a que los gametofitos de estas plantas dependen del agua captada y acumulada por los musgos (Kessler 2000, 2001, 2002). Los árboles, que constituyen el grupo funcional más importante del ecosistema, son más diversos a menor elevación, pero la composición de especies cambia en gradientes múltiples. Las aves y los murciélagos disminuyen en riqueza de especies con la elevación, pero la diversidad de roedores no está relacionada

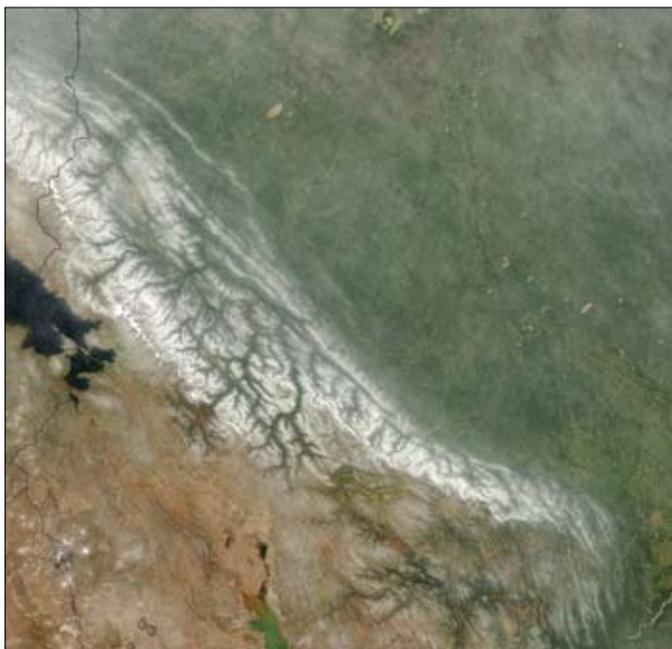


Figura 3.1. Los bosques nublados son hábitats únicos que varían de acuerdo a la topografía local y la circulación del viento; por ende, son intrínsecamente fragmentados y espacialmente complejos tal y como lo muestra esta imagen compuesta de las estribaciones andinas en Bolivia. Esta imagen se ha derivado de imágenes MODIS tomadas aproximadamente a las 10:30 y 13:30 hora local por los satélites Terra y Aqua de la NASA. Las áreas blancas presentan cobertura nubosa frecuente (© Michael Douglass).

con ésta (Patterson *et al.* 1998). Las comunidades de bosque están sujetas a alteraciones periódicas debidas a deslizamientos de tierras ocasionados por la alta precipitación y el terreno montañoso (Veblen *et al.* 1981). Como consecuencia de las alternaciones y las gradientes múltiples, los bosques montanos son extraordinariamente complejos espacialmente; por ende, la diversidad de hábitat y el movimiento de especies son atributos destacados de este ecosistema.

Las comunidades de bosques montanos de elevaciones inferiores son similares a los bosques húmedos de tierras bajas; sin embargo, al aumentar la altitud, las especies montanas aumentan su abundancia y las especies de tierras bajas se hacen más raras (Gentry 1988, 1992a, 1992b). En la cima de la secuencia de bosque montano se hallan los “bosques nublados” donde las cumbres de las estribaciones montañosas y las laderas de la cordillera oriental atraviesan el estrato de nubes que se forma sobre las llanuras adyacentes. Los bosques nublados tienen condiciones ambientales singulares que se caracterizan por la presencia de niebla, temperaturas bajas y radiación solar limitada. Puesto que están rodeadas por tipos de bosque de los valles colindantes que son marcadamente diferentes en estructura, función y composición, las manchas de bosque nublado están efectivamente aisladas geográficamente (Killeen *et al.* 2005). Uno de los postulados centrales de la biología de la conservación es que los hábitats de tipo insular son importantes para crear el aislamiento reproductivo que da lugar a la generación alopátrica de especies (Stebbins 1950, MacArthur & Wilson 1967). El aislamiento efectivo de los bosques nublados se manifiesta en la relación negativa que existe entre la media de la superficie de distribución y la media de elevación; esencialmente, las especies con los menores rangos de distribución se presentan a mayores altitudes (Kessler 2002).

Las diferencias ambientales entre manchas de bosque nublado son causadas por gradientes de elevación y la frecuencia de la formación de nubes (Figura 3.1). El pie de monte andino está formado por una serie de serranías paralelas de altitud creciente, situadas entre la llanura y la cordillera oriental. La evaporación que se eleva desde los valles forma nubes en las serranías adyacentes en un ciclo diario que exagera tanto la humedad en las cimas como la evapotranspiración en los valles (Troll 1968, Kessler *et al.* 2001, Killeen *et al.* 2007a); consiguientemente, aparecen comunidades impactadas por las nubes en elevaciones que fluctúan entre los 1.000 y 3.500 m. Los altos niveles de endemismo son particularmente pronunciados en los taxones superiores y en grupos funcionales tales como los anfibios (Köhler 2000, Kattan *et al.* 2004) las orquídeas epifitas (Vasquez *et al.* 2003), las aráceas (Vargas *et al.* 2004) y los musgos (Churchill *et al.* 1995). Los taxones bien representados en otros biomas también han experimentado una radiación de especies en los bosques montanos: Ericáceas (Luteyn 2002), *Inga* (Pennington 1997), Solanáceas (Knapp 2002) y las Podocarpaceas (Killeen *et al.* 1993). Especies animales tales como los colibríes han evolucionado junto con taxones vegetales (Ericáceas y Bromeliáceas) que son abundantes y ricas en especies en los bosques montanos (Stotz *et al.* 1996). Se sabe que muchas de estas especies sólo existen en una localidad, lo que las hace extremadamente vulnerables a la extinción (Figura 3.2).

Las comunidades de bosque montano de altitud media y más baja ofrecen una complejidad adicional. Algunos valles de los Andes orientales experimentan precipitaciones anuales superiores a los 6.000 mm. (Hijmans *et al.* 2004), pero la sombra topográfica y los ciclos diurnos en cañones profundos crean hábitats semiáridos con precipitación menor a los 1.000 mm. (Troll 1968, Killeen *et al.* 2007a). Los bosques montanos secos aparecen como hábitats aislados desde Argentina hasta Venezuela. Si bien éstos comparten una historia biogeográfica común, han experimentando miles de años de evolución divergente. Los bosques secos andinos contienen numerosas especies endémicas o variantes regionales entre especies (Pennington *et al.* 2005); muchos de éstos han sido afectados marcadamente por las actividades de poblaciones humanas.

La magnitud de los impactos derivados de IIRSA en los bosques montanos es imposible de cartografiar con precisión puesto que las gradientes ambientales y el mosaico resultante de hábitats de estos bosques son demasiado complejos. No obstante, las consecuencias de la mejora y expansión de caminos en las regiones montañosas húmedas de Bolivia, Ecuador y Perú son muy predecibles. Merced a los niveles extremadamente altos de endemismo de los bosques nublados, existen grandes probabilidades de que cualquier tipo de construcción de carreteras conlleve directamente a la extinción de especies (Ricketts *et al.* 2005). La deforestación del pie de monte adyacente podría reducir la cobertura nubosa y elevar la altura de las nubes durante la temporada seca (Lawton *et al.* 2001, Nair *et al.* En imprenta), alterando posiblemente las condiciones

ambientales del bosque nublado durante una época crítica del año. Si se desarrollara dicha tendencia, entonces las especies del bosque nublado tendrían que cambiar su distribución hacia arriba o estar expuestas a condiciones ambientales distintas de aquellas a las que están adaptadas. Muchas de éstas no podrían migrar hacia arriba en respuesta al cambio rápido de gradiente de altura o adaptarse al cambio de condiciones suscitado en su actual distribución. Si así fuese, estas especies se extinguirían. En los bosques montanos más bajos, los impactos más marcados serían indirectos puesto que éstos están relacionados con el aumento de la deforestación y la fragmentación de bosque (véase, abajo, la discusión sobre bosques tropicales húmedos). Afortunadamente, los bosques montanos de los Andes centrales todavía se mantienen intactos en su mayoría; una docena de corredores camineros conectan las tierras altas andinas y las tierras bajas amazónicas, pero existen grandes extensiones de bosque que se mantienen en estado silvestre y sin asentamientos humanos. IIRSA amenaza con cambiar esta rara zona silvestre, degradando permanentemente un *hotspot* de biodiversidad mundial. Varios de los corredores de transporte propuestos atravesarían áreas que han estado deshabitadas por décadas (Yungas y Chapare en Bolivia, el valle del Huallaga en Perú, Napo en Ecuador), pero la mejora de carreteras aceleraría la ampliación de caminos secundarios hacia los bloques de bosque intacto, degradando los relictos boscosos. La construcción del Corredor Interoceánico en el sur del Perú<sup>53</sup>

53 El Corredor Interoceánico es un proyecto ubicado en el eje Perú-Brasil-Bolivia y no un componente del Eje Interoceánico Central que abarca Bolivia y Brasil en el sur (véase la Figura 1.1 y Figura A.2).

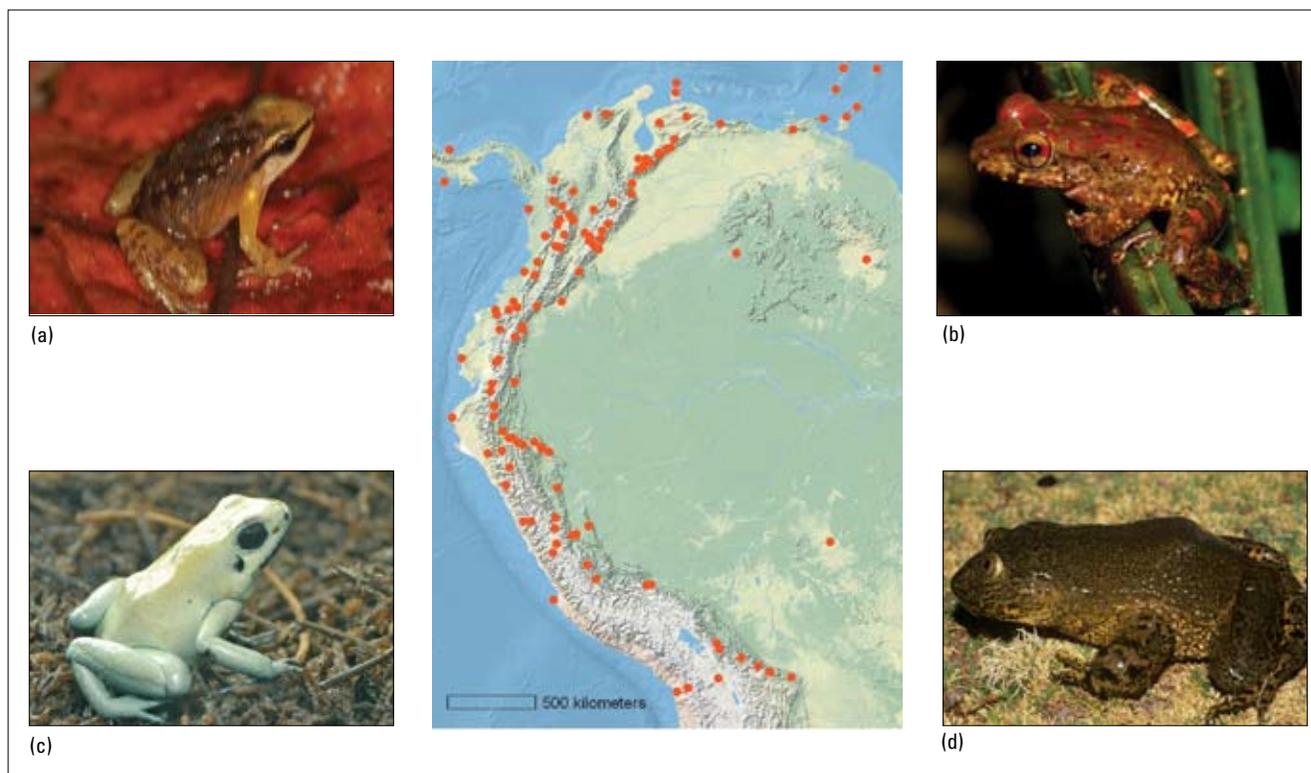


Figura 3.2. La Alianza para Extinción Cero (AZE por sus siglas en inglés) ha identificado lugares en los Andes que contienen las únicas poblaciones de una o más especies amenazadas: (a) *Colostethus ruthveni*, (b) *Cryptobatrachus boulengerim*, estas dos son del Parque Nacional de Santa Marta en Sierra Nevada, Colombia (© ProAves), (c) *Phyllobates terribilis* from Río Saija in Colombia y (d) *Telmatobius gigas* de Bolivia (© Ignacio de la Riva)

generará impactos aún mayores puesto que mejorará un camino que se mantiene cerrado durante varios meses al año y que está escasamente poblado en las zonas donde atraviesa bosques montanos. La situación es todavía más crítica en Colombia, Ecuador y Venezuela, donde los ecosistemas de bosque montano han estado ocupados por civilizaciones humanas durante siglos. Los bosques montanos del norte de los Andes ya están muy fragmentados y los habitantes de los bosques nublados los han invadido desde arriba y abajo.<sup>54</sup> El impacto potencial de las inversiones de IIRSA en la cuenca norte de la Amazonía se sentiría en paisajes que ya han sido considerablemente alterados por las actividades humanas. Por consiguiente, se debe tener cuidado especial para que los relictos de hábitat nativo sean identificados y reciban la máxima protección.

**BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DE TIERRAS BAJAS**

La región amazónica a veces se ha descrito como una extensión monótona de bosque alto que cubre más de la mitad del continente; sin embargo, esta uniformidad aparente es engañosa: la variabilidad de la composición de especies se manifiesta en escala de cuenca, regional y local. La investigación botánica ha mostrado que las floras presentan una marcada diferencia regional (Prance 1972, 1989, Mori & Prance 1990,

Bake *et al.* 2004) y que las comunidades vegetales varían en gradientes latitudinales y longitudinales (ter Steege *et al.* 2000). La distribución de vertebrados está limitada por ríos, lo que conlleva a la presencia de varias especies y subespecies endémicas (Wallace 1852, Emmons 1997, Patton & da Silva 1998, da Silva *et al.* 2005). Científicos con distintas perspectivas taxonómicas y disciplinarias han debatido acaloradamente acerca del origen y la evolución de la biodiversidad de la Amazonía (Haffer 1969, Colinvaux 1993, Nelson *et al.* 1993, Irion *et al.* 1995, Marriog & Cerqueira 1997, Lovejoy *et al.* 1998, Burnham & Graham 1999, Maslin 2005, Mayle & Bush 2005). No existe argumento, sin embargo, en cuanto a la singularidad de la biota regional y respecto a que los proyectos de IIRSA tendrían más impacto en algunas regiones que otras.

Estudios de los taxones de vertebrados han identificado ocho subregiones de la Amazonía, separadas por ríos y diferenciadas de acuerdo a la distribución de especies endémicas de ranas, lagartijas, aves y primates (véase una revisión en da Silva *et al.* 2005). La hipótesis más aceptada es que los afluentes más grandes del Amazonas y el brazo principal de este río están situados en valles muy antiguos que han funcionado como barreras para la distribución de especies del bosque durante millones de años. En vista de este aislamiento geográfico, ha surgido un conjunto característico de especies o subespecies endémicas dentro de cada subregión. Cada una de estas subregiones geográficas (Figura 3.3) constituye una unidad básica para la planificación de la conservación puesto que las especies que están dentro de éstas no

54 En Colombia, se cultiva papa cerca del eco-tono ubicado entre el bosque nublado y las praderas del páramo de gran altitud.



Figura 3.3. La Amazonía contiene diferentes regiones biogeográficas, cada una caracterizada por vertebrados endémicos únicos. (a) titi emperador (*Saguinus imperator*), endémico de la región de Inambari (b) titi de Bernard (*Callicebus bernhardi*), endémico de una zona restringida de la región de Rondonia; (c) saki de cara blanca (*Pithecia pithecia*) endémico de la región de la Guayana y (d) saki ecuatorial (*Pithecia aequatorialis*) endémico de la región de Napo, en el Ecuador y norte del Perú. La deforestación ya ha afectado gravemente las regiones este y sur, mientras que las inversiones de IIRSA tendrían impacto en las regiones de Inambari y Napo.

pueden ser protegidas efectivamente por medidas de conservación aplicadas en otras subregiones. Uno de los postulados básicos de la planificación de la conservación es la necesidad de proteger grandes extensiones de bosque (Tarabelli & Gascon 2005); no obstante, si un bloque grande está compuesto por dos o más subregiones separadas que están diferenciadas por el endemismo, entonces el tamaño efectivo de ese bloque de bosque se reduce proporcionalmente. Consiguientemente, los grandes relictos de bosques del sur y este de la Amazonía no son unidades de conservación tan efectivas como parecen. El endemismo regional deberá ser la consideración primaria para el diseño de corredores de conservación (da Silva *et al.* 2005). Lamentablemente, los corredores viales de IIRSA se han diseñado sin tomar en cuenta su impacto potencial en las especies endémicas regionales.

El endemismo regional tiene menos importancia en la definición de la estratificación geográfica del pie de monte andino, donde los paisajes son más recientes y existe poca evidencia de que los ríos hayan constituido barreras para la distribución de especies (Aleixo 2004); no obstante, aún hay regiones de alto endemismo que deberán ser tomadas en cuenta para la planificación del desarrollo. Estudios botánicos muestran un cambio gradual en composición forestal entre Bolivia y Ecuador (Smith & Killeen 1998, Terborgh & Andresen 1998, Pitman *et al.* 2001). Sin embargo, la gradiente latitudinal no corresponde simplemente con la gradiente de precipitación que es responsable de una reducción concomitante de la biodiversidad. Existen tres regiones que experimentan una precipitación anormalmente alta a cierta distancia del ecuador (Hijmans *et al.* 2004); cada una de estas regiones es distinta florísticamente y contiene niveles elevados de riqueza y endemismo de especies (Killeen *et al.* 2007a). Se ha planteado la hipótesis de que éstas son estables climáticamente y que probablemente se mantuvieron húmedas durante el Pleistoceno, era en que la distribución de especies de bosque húmedo estuvo reducida.<sup>55</sup> La conversión de hábitat en estas regiones es especialmente lamentable, sobre todo puesto que éstas son candidatas ideales para la creación de reservas biológicas que serían resistentes al cambio climático futuro (Killeen *et al.* 2007a).

La estructura y composición de las comunidades de bosque de la Amazonía las hacen particularmente susceptibles a la deforestación y fragmentación ya que se caracterizan por un número reducido de especies de árboles oligo-dominantes (por lo general diez a veinte) que son más o menos abundantes y que constituyen hasta un 50 por ciento de todos los árboles en pie (Pitman *et al.* 2001, 2002). Estas especies tienden a tener una distribución muy amplia y pueden considerarse especies exitosas en lo que se refiere a su capacidad reproducción, dispersión de semillas y llegada al dosel de ejemplares adultos. Sin embargo, el resto de la comunidad arbórea está compuesto por cientos de especies que están representadas por sólo unos cuantos individuos por hectárea. Las especies raras constituyen la mayoría de la diversidad arbórea de las comunidades de bosques tropicales

(Pitman *et al.* 2001, 2002, Condit *et al.* 2002). No se han efectuado estudios detallados acerca de la distribución de especies raras, pero sería razonable suponer que la mayoría de éstas son especies endémicas regionales. Debido a su baja densidad poblacional, son particularmente susceptibles a la fragmentación de bosques y a la deforestación, lo cual tiene a homogeneizar el bosque amazónico a medida que estas especies endémicas regionales son eliminadas, permaneciendo las especies oligo-dominantes de gran distribución.

Los efectos nocivos de las fragmentación de bosques están ampliamente documentados (Laurance *et al.* 2002, Tabarelli & Gascon 2005). La mayoría de los paisajes deforestados conservan manchas de bosque natural rodeado por una matriz de paisajes modificados por la actividad humana que incluyen cultivos, pastizales y bosques secundarios. Los fragmentos de bosque son relativamente pequeños y tienen una proporción elevada entre borde e interior que expone los fragmentos a mayor degradación. Los efectos de borde incluyen más penetración de luz y viento, lo cual conlleva a condiciones más secas del sotobosque, impide la regeneración de especies nativas y expone a los árboles adultos a mayor mortandad por efecto del viento (Laurance & Williamson 2001). Asimismo, el viento constituye una mayor amenaza puesto que los fragmentos de bosque generalmente están rodeados por pastizales que se queman frecuentemente para el control de maleza; el fuego llega a los relictos de bosque y aumenta la mortandad de ejemplares adultos y degrada más su estructura (Cochrane & Laurance 2002). Debido a que los relictos de bosque están ubicados en áreas relativamente pobladas y con poca cobertura boscosa regional, la extracción maderera es más intensa a fin de cubrir la necesidad de madera y leña de la población. Del mismo modo, la cacería intensiva conlleva a una rápida extinción local de la fauna, lo que limita la dispersión de semillas y degrada genéticamente las poblaciones de árboles. Se ha demostrado que el efecto de borde puede penetrar hasta 300 m dentro del bosque y, puesto que los relictos generalmente son bastante pequeños, no quedan lugares libres de cierto tipo de efecto de borde (Laurance *et al.* 2002). Las alteraciones causadas por la mortandad de ejemplares adultos, la extracción forestal y los incendios estimulan la regeneración de especies pioneras invasoras y de amplia distribución; todos estos procesos derivan en una mayor homogeneización de la flora del bosque (Tabarelli & Gascon 2005).

Los bosques de tierras bajas serán degradados en una gran superficie debido, en gran parte, a las fuerzas económicas y sociales desencadenadas por los proyectos de IIRSA (Fearnside & Graça 2006). La construcción de caminos en áreas remotas estimula la migración humana, que conlleva a un cambio acelerado del uso del suelo y a un aumento de la fragmentación del hábitat. Puesto que las tierras situadas en el pie de monte y las llanuras adyacentes son esencialmente planas, proliferarán los caminos secundarios, causando una gran deforestación, y fragmentación y degradación de bosques (Laurance *et al.* 2001). No es irrazonable predecir que, en la próxima década, una superficie de al menos 250.000 km<sup>2</sup> será deforestada entre

55 La presencia de refugios de bosque húmedo durante el Pleistoceno no implica que la generación de especies en la Amazonía haya ocurrido en ese periodo (ej. Hipótesis del Refugio), que se supone, en general, es un fenómeno del Terciario (véase Maslin 2005), sino que sólo varias áreas inconexas o apenas conexas del pie de monte andino hayan ofrecido las condiciones apropiadas para la supervivencia de las especies del bosque húmedo (Killeen *et al.* 2007a).

Bolivia, Colombia, Ecuador, y Perú.<sup>56</sup> Si se construyen los caminos planificados, los hábitats de bosque de la ladera oriental de los Andes y el pie de monte adyacente serán fragmentados al menos en ocho bloques distintos por varias carreteras que atravesarán corredores propuestos de conservación. Zonas aún más extensas estarían sujetas a la degradación del bosque causada por la extracción maderera y los incendios.

**SABANAS, CERRADOS Y BOSQUES SECOS**

Las regiones adyacentes a la Amazonía presentan una variedad de ecosistemas adaptados a los climas estacionales del trópico seco (Daly & Mitchell 2000). El más extenso y biológicamente diverso de éstos es el Hotspot de biodiversidad del Cerrado, un complejo de sabanas y llanuras con vegetación

arbusativa que se extiende a lo largo del sur de la Amazonía desde Maranhão hasta el oriente de Bolivia (Machado *et al.* 2007). Estructuralmente semejantes pero florísticamente distintas son las sabanas de Colombia y Venezuela (*Llanos del Orinoco*); Bolivia (*Llanos de Moxos*); y de la región fronteriza entre Bolivia, Brasil y Paraguay (*Gran Pantanal*), que son reconocidas como áreas silvestres debido a que la mayor parte de su superficie se mantiene esencialmente intacta. En la región del Escudo de la Guayana, en Venezuela (*Gran Sabana*), Guyana (*Rupunini*) y Brasil (*Roraima*) también se presentan sabanas naturales, así como en manchas aisladas asociadas con suelos pobres o paisajes estacionalmente inundados de la Amazonía brasileña, tales como el río Araguaia (*Ilha do Bananal*) y las caatingas de arena blanca de la Amazonía central. Las sabanas y las llanuras con vegetación arbusativa predominan en estos paisajes debido a factores ambientales tales como sequía estacional, suelos pobres y mal drenaje, siendo el fuego casi siempre un factor importante en la modulación de la densidad de la cobertura de vegetación leñosa. Las sabanas siempre se presentan dentro de un mosaico

56 El cambio anual de uso del suelo, en la Amazonía brasileña, es de aproximadamente 20.000 km<sup>2</sup> yr<sup>-1</sup> (Laurence *et al.* 2004); en Bolivia éste llega a los 2.400 km<sup>2</sup> yr<sup>-1</sup> (Killeen *et al.* 2007b). En Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y las Guayanas se están efectuando estudios al respecto y se ha planteado una estimación moderada de 3.000 km<sup>2</sup> yr<sup>-1</sup> para estos países (véase el Cuadro A.2).

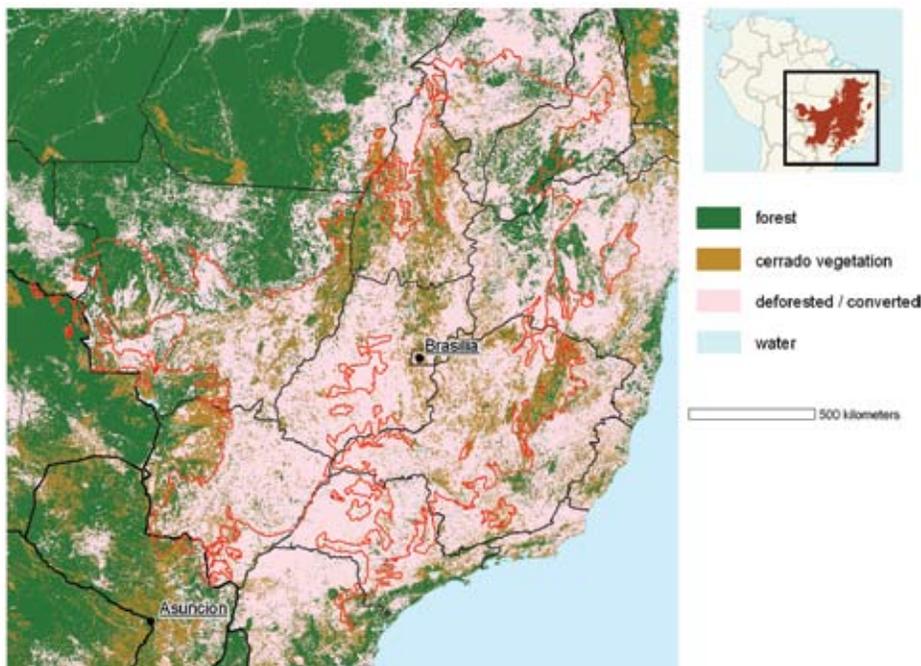


Figura 3.4. El Hotspot de Biodiversidad del Cerrado es muy conocido por sus especies endémicas: (a) *Actinocephalus bongardii* (A. St. Hil.) Sano (© Haroldo Castro, Conservación Internacional); (b) *Quarea parviflora* Mart.; (c) *Caryocar brasiliensis* Camb., (d) *Vellozia squamata* Mart. ex Schult. (© Dr. Jimmy Ratter, Jardín Botánico Real de Edimburgo). En el Cerrado ya se ha perdido gran parte del hábitat natural debido a la producción agrícola; una mejora de la infraestructura de transporte aumentaría la competitividad de la agricultura en el Cerrado, lo que conllevaría a una intensificación del uso del suelo.

de paisaje con hábitat de bosque estacional en los que las limitaciones edáficas que restringen la formación de bosques son menos marcadas. Formaciones de bosques secos o estacionales se presentan en paisajes con suelos relativamente fértiles, tales como el oriente de Bolivia (*Bosque Chiquitano, Gran Chaco*), el noreste del Brasil (*Caatinga*) y Venezuela (Pennington *et al.* 2005).

El bioma del Cerrado es notorio por sus altos niveles de diversidad y endemismo, presentándose alrededor del 40 por ciento de las plantas leñosas y 38 por ciento de sus reptiles sólo en esta región biogeográfica (Colli 2005, Ratter *et al.* 2006). Uno de los atributos clave del ecosistema del Cerrado es su diversidad de hábitats, que abarca desde sabanas abiertas hasta zonas arbustivas de gran densidad y bosques de galería a lo largo de cursos de agua; las especies especializadas generalmente son más abundantes o incluso están restringidas a un tipo específico de hábitat (Figura 3.4). La diversidad de hábitat deriva en complejos mosaicos de paisaje con una variedad de eco-tonos. Los bosques de galería son particularmente importantes como albergue para la fauna y la mayoría de la vida silvestre de la sabana depende de este tipo de hábitat. La biodiversidad del Hotspot del Cerrado no se ha cartografiado adecuadamente, pero la distribución de especies de plantas leñosas revela la existencia de una marcada diferenciación regional (Ratter *et al.* 2006) y un análisis efectuado con 244 especies amenazadas y endémicas de anfibios, reptiles, aves, mamíferos y plantas demostró que casi un 30 por ciento de la biodiversidad del Cerrado no está representada en las áreas protegidas existentes (Machado *et al.* 2007).

El desarrollo de la región del Cerrado se inició en las décadas de 1950 y 1960 con la expansión de la ganadería al Planalto de Mato Grosso. No obstante, puesto que la mayoría de los

pastos nativos son ásperos y poco apetitosos para el ganado, los hacendados los eliminaron para plantar variedades cultivadas que les permitieron aumentar sus hatos ganaderos y mejorar el manejo de éstos. A partir de la década de 1980, los agrónomos determinaron que la aplicación de cal ( $\text{CaCO}_2$ ) a los suelos del Cerrado podía mejorar marcadamente la fertilidad. Los hacendados comenzaron, entonces, a convertir sus haciendas ganaderas en tierras de cultivo y desde esas fechas el Cerrado se ha convertido en la región más grande de producción de soya, situando al Brasil como el mayor exportador de este producto del mundo. Se ha estimado la extensión original del hábitat del Cerrado en unos 2,2 millones de  $\text{km}^2$ , pero aproximadamente un 55 por ciento de éste se ha convertido a tierras ganaderas o de cultivo. Se estima que la tasa de conversión de hábitat fluctuó entre 1,36 y 2,2 millones de ha por año, entre 1985 y 2002, y algunos modelos pronostican que lo que resta del cerrado desaparecerá hasta el año 2030 (Machado *et al.* 2004, 2007). Lamentablemente, sólo un 2,2 por ciento de la superficie original del Cerrado se ha destinado a áreas protegidas (Klink & Machado 2005, Rylands *et al.* 2005).

El cambio rápido de uso del suelo y la degradación de hábitat aquejan por igual a las formaciones de los bosques secos, donde el clima y los suelos han favorecido, durante mucho tiempo, el asentamiento humano y la agricultura (Olson & Dinerstein 1998). Estos bosques geográficamente separados comparten un historial biogeográfico en común (Prado & Gibbs 1993, Pennington *et al.* 2005). Al parecer, éstos se unieron cerca del ecuador durante el avance glacial máximo, rodeando a un ecosistema mucho más reducido de bosque húmedo en la Amazonía central y occidental (Mayle *et*

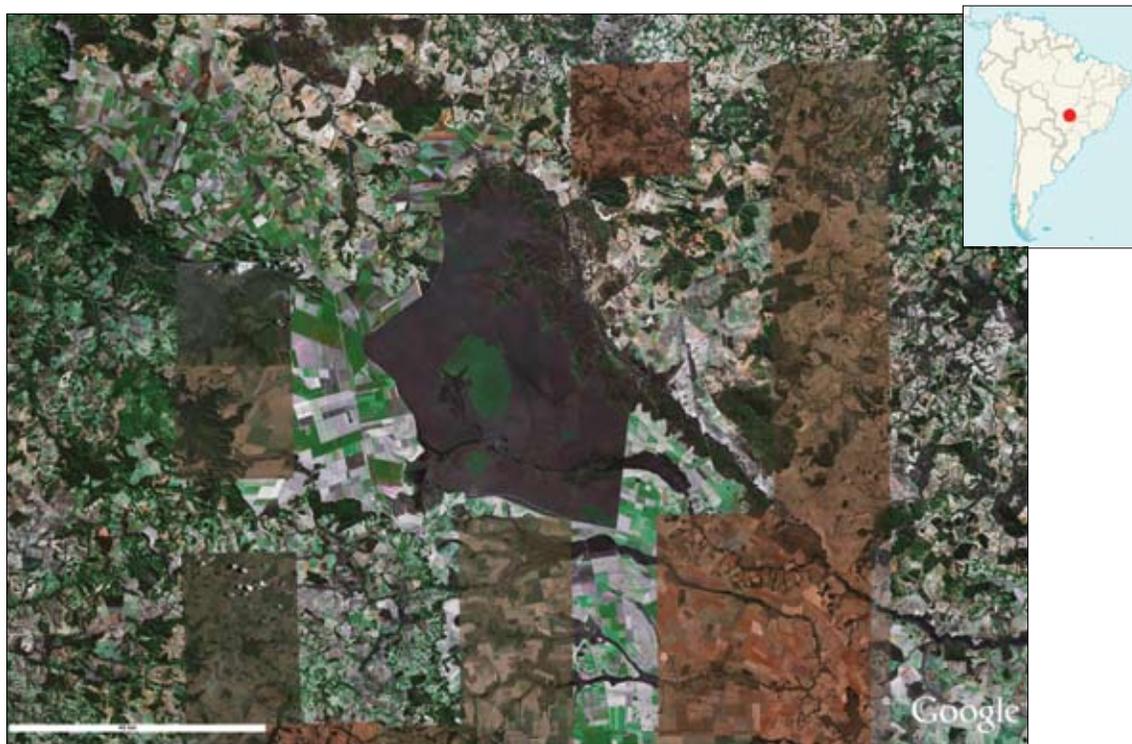


Figura 3.5. El Parque Nacional Emas es una isla de hábitat nativo rodeado por tierras agrícolas; los bosques de galería situados a lo largo de los ríos y los relictos dispersos de hábitat de Cerrado brindan oportunidades para una estrategia regional de conservación (Google Earth™ Mapping Services).

al. 2004); no obstante, hoy en día, cada subregión de bosque estacionalmente seco cuenta con su propio grupo de especies o subespecies endémicas (Pennington et al. 2005). Las prácticas no sostenibles de aprovechamiento forestal son especialmente nocivas en estos ecosistemas debido a las tasas intrínsecamente bajas de crecimiento de las especies adaptadas a estos regímenes climáticos (Dauber 2003). La región de la Caatinga es la región más degradada de bosque estacional debido al largo historial de asentamiento humano y colonización en el noreste del Brasil. La deforestación reciente ha tenido un gran impacto en las zonas de bosque seco de Bolivia, Venezuela y del sur del Brasil.

Afortunadamente, las sabanas inundadas de los Llanos del Orinoco, Moxos y el Gran Pantanal se mantienen relativamente intactas debido, en gran parte, a las inundaciones estacionales, que limitan intrínsecamente su cultivo. No obstante, los ganaderos aprovechan los pastos nativos de estas regiones, que son más apetitosos para el ganado que los pastos nativos de las sabanas de tierras altas y algunas áreas han sufrido impactos locales debido al pastoreo excesivo. Asimismo, en Bolivia recientemente se han efectuado ensayos para usar estos hábitats estacionalmente inundados para el cultivo de arroz bajo agua y en el Gran Pantanal se desmonta la vegetación leñosa para diversos usos.

Las inversiones de IIRSA y PPA acelerarán la degradación del hábitat en la mayoría, sino todos, los ecosistemas extra-Amazónicos. El *Hotspot de Biodiversidad del Cerrado* se encuentra en mayor peligro debido a su aptitud para la agricultura mecanizada. Aunque el gobierno brasileño se ha comprometido, en repetidas ocasiones, a conservar la Amazonía, acciones similares para la conservación de la región del Cerrado se contrapondrían a las prioridades nacionales de expansión de la producción agrícola (Figura 3.5). Es así que, si bien el ecosistema amazónico estaría sujeto a gran degradación y fragmentación debido a las inversiones de IIRSA a mediano plazo, el Cerrado encara una aniquilación tácita en la próxima mitad del siglo (Machado et al. 2007). Si se toma en cuenta el estado avanzado de destrucción de este bioma, la creación de áreas protegidas debería formar parte de cualquier estrategia que pretenda mitigar

los efectos de las inversiones del PPA en carreteras modernas. El código forestal brasileño exige que un 20 por ciento de las propiedades privadas se mantenga como hábitat natural dentro del bioma del Cerrado. Estos esfuerzos para conservar los bosques de galería dentro de terrenos privados podrían reducir significativamente el efecto de la conversión de hábitat en los ecosistemas de sabanas.<sup>57</sup>

## ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

El sistema del río Amazonas es el ecosistema acuático más grande del mundo, conteniendo alrededor de un 20 por ciento del agua dulce del planeta (Goulding 1980). La biodiversidad acuática de la Amazonía se deriva de la historia geológica, la magnitud de la cuenca, la índole contrastante de las sub-cuencas que la conforman y la extraordinaria heterogeneidad de hábitat de cada planicie aluvial. Las sub-cuencas de la Amazonía se han clasificado, tradicionalmente, en tres categorías generales basadas en turbidez, color y pH del agua: 1) ríos de aguas blancas que se originan en los Andes y se caracterizan por las altas cargas sedimentarias y un pH aproximadamente neutro; 2) ríos de aguas negras que desaguan paisajes de suelos de arena blanca dominados por plantas con un elevado contenido de taninos<sup>58</sup>, de modo que su escorrentía es muy oscura y ácida y 3) ríos de aguas claras que surgen en terrenos de topografía moderada, en particular en el Escudo Brasileño y de la Guayana y que tienen aguas relativamente cristalinas de pH casi neutro (Sioli 1968, Junk 1983). Estudios recientes resaltan la diversidad de hábitats

57 Conservación Internacional-Brasil está trabajando con agricultores y ganaderos a fin de restaurar áreas desmontadas que superan la cantidad legalmente autorizada; se está promoviendo la aplicación de esquemas de certificación voluntaria para compensar a los agricultores que cumplan esta normativa, brindándoles acceso a los mercados de Europa.

58 Los taninos son compuestos químicos creados por las plantas como mecanismo de defensa contra los herbívoros. Éstos son particularmente comunes en plantas de áreas con suelos muy estériles donde los nutrientes empleados por la hojas son difíciles de reemplazar.



Figura 3.6. Los bosques inundados de la Amazonía tienen importancia estratégica para la conservación de la biodiversidad: (a) los bosques de Igapó cerca de Manaus albergan especies vegetales y animales adaptadas a las condiciones de acidez que ofrecen los ríos de aguas negras; (b) los bosques de Várzea tienen aguas barrosas cargadas de nutrientes y se encuentran entre los humedales más productivos del mundo (©CI y Tim Killeen/CI).

acuáticos asociados con la variabilidad morfológica de los canales, lagos y humedales, así como los distintos regímenes hidrológicos en tramos altos, medios y bajos del río (Mertes *et al.* 1996, Goulding *et al.* 2003). Al igual que sus contrapartes terrestres, los ecosistemas acuáticos se caracterizan por tener niveles altos de biodiversidad y endemismo de especies (Figura 3.6). Las estimaciones acerca del número de especies de peces amazónicos varían entre 1.300 y 3.000, pero la cifra verdadera podría ser mucho más alta a medida que los expertos en sistemática revisen el estado de las poblaciones de la cuenca alta donde existen grupos taxonómicos ampliamente distribuidos pero poco estudiados (Ruffino 2001).

La migración es una característica de comportamiento típica de muchos peces de la Amazonía. Algunas de las especies comerciales de mayor importancia económica tales como el piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) y la dourada (*B. flavicans*) migran a lo largo de grandes distancias entre el estuario y las partes altas de la cuenca. Otras especies son menos pelágicas en cuanto a su migración, desplazándose dentro de ciertos sectores de la cuenca, tales como el tambaquí (*Colossoma macropomum*), pacú (*Mylossoma* spp.), jaraquí (*Semaprochilodus* spp.) y la curimatá (*Prochilodus nigricans*), entre otros (Barthem & Goulding 1997, Ruffino 2001). Una de las características más sobresalientes del sistema del río Amazonas es la importancia que tienen la llanura aluvial respecto a ofrecer una variedad de nichos para los organismos acuáticos, migrando muchas especies de peces entre hábitats del cauce y la llanura inundada de acuerdo a las fluctuaciones anuales del nivel del río (Goulding 1980, Goulding & Ferreira 1996). A lo largo de los ríos de aguas blancas, los bosques de llanura aluvial tales como la várzea son particularmente productivos puesto que los sedimentos arrastrados desde los Andes llevan nutrientes químicos esenciales. Los peces frugívoros migran hacia la várzea durante periodos de inundación a fin de desovar y alimentarse de una gran variedad de frutos, para luego retornar al cauce del río durante los periodos de baja de las aguas (Barthem & Goulding 1997).

La modificación de los sistemas acuáticos de la Amazonía mediante la construcción de represas y embalses causará impactos obvios en la zona directamente adyacente a cada proyecto. Los más serios de éstos serían los relacionados con las poblaciones piscícolas. En la represa Tucuruí, en el río Tocantins en Brasil, un programa de monitoreo de poblaciones de peces antes y después de la creación del reservorio mostró disminuciones de diversidad de especies aguas arriba (25 por ciento) y aguas abajo (19 por ciento); asimismo, dentro del reservorio de la represa la diversidad de especies disminuyó en un 27 por ciento en comparación con el hábitat fluvial preexistente (LaRovere & Mendes, 2000). Otro estudio reciente sobre contaminación por mercurio, efectuado en el río Caroni en Venezuela, reveló la presencia de niveles de mercurio en poblaciones piscícolas mucho mayores en las aguas del reservorio que en poblaciones situadas debajo de éste. Al parecer, el gran contenido orgánico de los sedimentos del lecho del lago (como resultado del anegamiento de decenas de miles de kilómetros cuadrados de vegetación de bosque) crea condiciones anóxicas que derivan en

la formación de metilato de mercurio, una forma de este metal que es absorbida rápidamente por organismos vivos (Veiga 1997, Fearnside 2001a, 2005a).

Los sistemas acuáticos son especialmente susceptibles a impactos secundarios de largo plazo: efluentes y sedimentos de las partes altas de las cuencas son transportados río abajo, mientras que obstáculos en las partes bajas impiden la migración de especies hacia las cabeceras. Por consiguiente, los impactos de las inversiones de IIRSA en los sistemas acuáticos serán evidentes tanto local como regionalmente. La deforestación de los bosques de tierras altas generará un aumento de nutrientes asociados con cenizas y el aumento de sedimentación, así como cambios de largo plazo en temperatura y química (Bojsen & Barrigo 2002). Los arroyos barrosos que discurren a través de pastizales ganaderos se parecen muy poco a los hábitats frescos, sombreados, de aguas claras que existían antes de la deforestación. El cultivo de arroz anegado no es común en la Amazonía, pero ensayos recientes efectuados en Bolivia están incentivando su adopción por parte de nuevos inmigrantes en las áreas accesibles de los Llanos de Moxos en el Beni. La conversión de sabanas inundadas para el cultivo de arroz anegado también tendrá impactos importantes, aunque no bien entendidos, en las poblaciones piscícolas. Se sabe que los peces de las sabanas son diversos, si bien éstos representan el segmento menos estudiado de los peces de agua dulce de la América tropical (Schaefer 2000). La deforestación de bosques anegables es particularmente devastadora ya que afecta directamente las zonas de alimentación y reproducción de las especies piscícolas de mayor importancia económica. La construcción de caminos en regiones montañosas tendrá efectos serios a corto plazo. Puesto que los caminos por lo general se construyen en laderas situadas sobre ríos, la maquinaria que efectúa el movimiento de tierras puede echar decenas de miles de toneladas de tierra y rocas en los cursos de agua durante dicha construcción. Las carreteras usualmente discurren paralelas a los ríos por decenas de kilómetros; con esto, el ambiente ribereño se alteraría permanentemente.

Uno de los puntos de mayor énfasis de IIRSA es la renovación y mejora de hidrovías. Esta promoción del transporte fluvial tendrá menos impactos negativos que la construcción de carreteras y la creación de puertos ribereños supondrá impactos moderados. No obstante, una hidrovía amazónica revitalizada conllevará, potencialmente, a un aumento de la densidad demográfica a lo largo de ríos mayores y menores. Esto, con casi absoluta certeza, derivará en un incremento de la presión por pesca e, incluso, podría fomentar un aumento de la deforestación tanto en bosques de tierras altas como en bosques inundados. Las inversiones de IIRSA en construcción de represas para la generación de energía ejercerán un impacto permanente a largo plazo en decenas o centenas de especies migratorias de peces. El embalse de grandes afluentes del río Amazonas podría tener efectos catastróficos en la migración de peces y en sus poblaciones, y causar enormes consecuencias económicas.



## CAPÍTULO 4

### Servicios Ecológicos



La recolección y el procesamiento de castaña son considerados, mayoritariamente, como la quintaesencia de la actividad forestal sostenible y constituyen el sostén principal para muchas comunidades tradicionales (©Andre Baertschi).

Los ecosistemas del Bosque Amazónico, los Andes y el Cerrado brindan servicios ecológicos al mundo mediante su biodiversidad, sus reservas de carbono y sus recursos hídricos. Es difícil estimar el valor económico de estos recursos debido a su índole intangible y a la tendencia de los economistas tradicionales a descontar bienes y servicios que no pueden monetizarse en un mercado tradicional (Costanza *et al.* 1997). Un método para valorar los servicios ecológicos es estimar sus costos de reemplazo; en palabras simples, ¿cuánto le costaría a la sociedad reemplazar dichos bienes y servicios? o, si éstos son irremplazables, ¿cuánta riqueza se ha perdido? (Balmford *et al.* 2002). Pese a la dificultad de medirlos de manera precisa, existe pleno consenso en sentido que los servicios ecológicos son extremadamente valiosos para la sociedad en escala mundial y continental, si bien los mecanismos de mercado y la naturaleza humana tienden a descontar o incluso desestimar ese valor cuando se toman decisiones a escala local (Andersen 1997). La creciente preocupación acerca del cambio climático global y la extinción de la biodiversidad ha estimulado esfuerzos para estimar el valor de los servicios ecológicos y crear mecanismos mediante los cuales las comunidades que opten por conservar hábitats naturales sean compensadas por otras comunidades que gocen los beneficios de dichos servicios (Turner *et al.* 2003).

## EL VALOR DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

La conservación de la biodiversidad es el servicio ecológico más difícil de evaluar, pese a que la biodiversidad ha constituido la base de la economía mundial desde los orígenes de la civilización humana. Todos los alimentos básicos son variedades domesticadas de plantas y animales silvestres, y la mayoría de los productos farmacéuticos modernos se derivan también de productos naturales. Por consiguiente, uno de los argumentos de mayor peso para conservar la biodiversidad es el potencial que ésta tienen para generar nuevas fuentes de alimentos (Heiser 1990), así como nuevas medicinas y plaguicidas (Reid *et al.* 1993, Ortholand & Gane 2004). Incluso en la economía globalizada de hoy en día, especies de ecosistemas naturales brindan ingresos para la subsistencia de un gran segmento de la población de la Tierra; peces, fauna silvestre, frutos y fibras aportan un valor enorme a la economía del mundo (Gowdy 1997, Pimentel *et al.* 1997).

Lamentablemente, es difícil aprovechar los mercados que pagarían por el beneficio potencial de la conservación de la biodiversidad (Pearce 1994). Existen tres limitaciones principales para cobrar por la conservación de la biodiversidad:

- 1) Los usuarios no pueden pagar por los bienes y servicios puesto que no cuentan con recursos económicos o dichos bienes y servicios forman parte de los “bienes públicos” cuyo uso tradicional dificulta la imposición de cobros.
- 2) Es imposible dar un valor a un beneficio no descubierto (es decir, un posible nuevo cultivo o una posible nueva droga). En palabras simples, no sabemos quién es propietario del recurso, cuánto vale o quién estaría interesado en adquirir ese recurso.
- 3) No es posible imponer cobros por conocimientos que fueron adquiridos en el pasado y que ahora son de dominio público (es decir, el legado histórico de la biodiversidad). Los descubrimientos y domesticaciones del pasado ilustran el valor de la biodiversidad, pero los usuarios comerciales no están dispuestos a pagar por algo que ha estado disponible, sin costo alguno, durante siglos.

### Limitación uno: falta de recursos económicos

Los recursos piscícolas y de fauna ilustran la primera limitación. La pesca es el componente más importante y estable de la economía amazónica, brindando empleo y sustento a una gran mayoría de sus residentes, ya sea de forma directa mediante pesca de subsistencia o indirectamente mediante la pesca comercial o deportiva (Figura 4.1). En la Amazonía brasileña, la industria pesquera comercial produce al menos \$100 millones en ingresos anuales, a la vez que brinda más de 200.000 empleos directos; estas estadísticas no incluyen sectores afines tales como construcción de embarcaciones, turismo, talleres mecánicos y otros servicios (Almeida *et al.* 2001, Ruffino 2001). Existe gran preocupación acerca de la sostenibilidad de las prácticas pesqueras actuales, en particular en el brazo principal del río Amazonas donde la población humana es relativamente densa (Goulding & Ferreira 1996, Ruffino 2001, Jesús & Kohler 2004). Las regiones remotas donde existen menos residentes humanos aún cuentan con



Figura 4.1. Pescadores con un bagre migratorio (*Zungaro zungaro*) especie que, como muchas otras, es vulnerable a la fragmentación de cuencas derivada de la construcción de represas y embalses. La pesca es la actividad económica más importante de la Amazonía y depende totalmente de la biodiversidad. Ésta brinda oportunidades económicas para los pescadores, así como para constructores de botes, mecánicos y vendedores de pescado (© Russell Mittermeier/CI).

poblaciones piscícolas relativamente numerosas (Chernoff *et al.* 2000, Silvano *et al.* 2000, Reinert & Winter 2002). Las inversiones de IIRSA en hidrovías probablemente conllevarán a mayores densidades demográficas a lo largo de los ríos y a un incremento de la pesca si no se aplican procedimientos adecuados de gestión. Lamentablemente, la mayoría de los pescadores amazónicos son pobres y probablemente nunca se les podría convencer para que paguen por el derecho de pesca aún si la mayoría de ellos entiende, innatamente, la relación entre conservación de bosques y humedales. A largo plazo, la piscicultura podría ofrecer una alternativa más sostenible – y lucrativa – a la explotación comercial de las pesquerías nativas (véase el Recuadro 4).

Calcular el valor económico de las poblaciones de fauna terrestre es mucho más difícil. Los grandes mamíferos son sobreexplotados en áreas donde existen poblaciones humanas de densidad moderada y, por lo general, son las primeras especies en ser exterminadas en áreas de colonización, proceso que se acentuará cuando las inversiones de IIRSA aumenten las poblaciones humanas a lo largo de las carreteras. Éste es un tema clásico de gestión. Sólo cuando un recurso llega a estar gravemente limitado los usuarios accederán a imponer restricciones o pagar por la gestión que garantice la supervivencia del recurso (es decir, licencias de pesca/caza). Los estudios en los que se ha evaluado el valor económico de las poblaciones de mamíferos han tomado en cuenta, primordialmente, cuál sería el costo de reemplazar el aprovechamiento de fauna si se implementara un plan de manejo para reducir la explotación (Bodmer *et al.* 1994). Unas cuantas entidades donantes internacionales y personas están dispuestas a subvencionar la conservación de los recursos de fauna a fin de promover su uso sostenible como fuente alimenticia y para proteger la biodiversidad, en particular en reservas indígenas (Noss & Cuellar 2001). Sin embargo, este tipo de asistencia internacional se limita, generalmente, a unos pocos millones de dólares al año y no generaría los ingresos necesarios para contrarrestar las fuerzas económicas que motivan la expansión de la frontera agrícola.

#### Recuadro 4

##### Piscicultura: una manera de solucionar la pobreza

La piscicultura, también conocida como cría de peces, es una opción económicamente viable para el uso sostenible del recurso más abundante de la Amazonía – el agua – y también podría brindar una serie de beneficios sociales. La cría de peces nativos herbívoros tales como el pacú gigante o tambaquí es una de las formas más eficientes de producción de proteína generando, en regiones tropicales, un promedio de 4.500 kg./ha al año en condiciones ideales (Peralta & Teichert-Coddington 1989). En el pasado, la piscicultura debía competir localmente con la pesca comercial de poblaciones piscícolas silvestres y, a nivel nacional, con pesquerías marinas altamente eficientes (Jesús & Kohler 2004). Asimismo, los proyectos de desarrollo tendían a enfatizar la autosuficiencia y fomentaban a los campesinos a cultivar el alimento necesario para los peces, limitando así la producción piscícola debido a los bajos rendimientos de la agricultura de tumba y quema. Sin embargo, las inversiones de IIRSA pueden cambiar este paradigma fracasado al vincular las áreas de alta precipitación del pie de monte andino con las zonas productoras de soya y maíz del centro del Brasil y las instalaciones portuarias de la costa del Pacífico o el brazo principal del Amazonas en el Brasil. Los nuevos vínculos de transporte podrían crear una cadena productiva con valor agregado, con un valor que generaría cientos de millones de dólares en ingresos por concepto de exportaciones para Bolivia, Brasil y Perú. Asimismo, la piscicultura es una actividad que puede ser fácilmente realizada en pequeñas fincas familiares y es competitiva económicamente con los cultivos ilícitos para la producción de drogas. La demanda mundial de pescado continuará aumentando y la constante degradación de las pesquerías marinas sitúa a la piscicultura entre las industrias con mayor potencial de crecimiento del planeta. La piscicultura en la Amazonía podría constituirse una actividad verdaderamente sostenible y compatible con la conservación, además de brindar una solución al problema de la pobreza rural.

#### Limitación dos: se desconocen los beneficios

La segunda limitación que dificulta la monetización del valor de la biodiversidad es que muchos de sus beneficios son aún desconocidos para la ciencia y la sociedad. Tal es el caso de los compuestos químicos derivados de productos naturales. Los productos farmacéuticos se consideran una fuente potencial de ingresos para la conservación de la biodiversidad (Reid *et al.* 1993, Rosenthal 1997); esta expectativa surge del uso histórico de plantas en muchas medicinas modernas y las grandes utilidades que algunas de estas drogas han generado. En vista de estos antecedentes, todos los países amazónicos ahora imponen controles estrictos en la investigación sobre biodiversidad a fin de garantizar los derechos de propiedad intelectual de los países y las personas. La expresión “biopiratería” se aplica a menudo (y por lo general de manera errónea) a los esfuerzos realizados por empresas farmacéuticas para la búsqueda de productos naturales que tengan potencial químico o biológico.

Sin embargo, factores jurídicos, científicos y económicos han causado una reducción marcada en la investigación y recolección de productos naturales por parte de empresas farmacéuticas en los últimos 15 años (véase el Recuadro 5). La mayoría de la investigación farmacéutica con base en la biodiversidad se restringe ahora a los países con tradición jurídica anglosajona, donde la protección de los derechos de propiedad intelectual favorece al investigador o donde el investigador está respaldado por entidades gubernamentales e instituciones académicas de investigación que renuncian a cualquier demanda respecto al descubrimiento (Rosenthal 1997). Asimismo, las grandes corporaciones encomiendan la investigación a universidades o dependen de información de dominio público proveniente de entidades financiadas por el gobierno (Ortholand & Gane 2004). Como ejemplo de prioridades industriales y académicas, el número de marzo de 2004 de la revista *Science* dedicado

a descubrimientos farmacológicos no menciona en absoluto investigaciones farmacéuticas relacionadas con la biodiversidad.

Simultáneamente, la llegada de la biología molecular y de protocolos de selección masiva (química de combinación) ha cambiando la forma en que se elaboran los compuestos químicos. Algunos investigadores equiparan la química de combinación con un método “de escopeta” en comparación con uno “de rifle”: los compuestos naturales han estado sujetos a miles de años de selección natural y brindan un beneficio ecológico directo (es decir, competencia por recursos, protección de la depredación) al organismo que los produjo. Por ende, la posibilidad de que éstos produzcan un compuesto con actividad biológica es mucho mayor que la perspectiva que ofrecen miles de compuestos elaborados mediante procesos aleatorios no biológicos. Muchos



Figura. 4.2. El árbol de datura [*Brugmansia arborea* (L.) Lagerh.] es usado por los chamanes andinos debido a sus propiedades curativas y alucinógenas; los ingredientes activos son alcaloides tropamínicos, principalmente escopolina, que tiene múltiples usos farmacéuticos, incluidas la dilatación de la pupila y el tratamiento de los mareos. Al igual que muchos productos farmacéuticos, los derechos de propiedad intelectual de estos compuestos son de dominio público puesto que se derivan de siglos de uso y conocimiento previo (© Carmen Ulloa/Missouri Botanical Garden).

### Recuadro 5

#### La falsa promesa de la bio-prospección

La bio-prospección por parte de la industria farmacéutica ha disminuido marcadamente en años recientes, en parte debido a la nueva tecnología y en parte como resultado de los controles que los países en vías de desarrollo han impuesto a la investigación sobre productos naturales. Por ejemplo, en los Andes, el acceso a recursos biológicos está normado por una estrategia común adoptada por la Comunidad Andina de Naciones. Dicha normativa, supuestamente, incentivaría la explotación farmacéutica al garantizar los derechos de propiedad intelectual de los países miembros y de las comunidades indígenas. No obstante, ningún país andino se ha mostrado dispuesto a otorgar derechos de exploración desde principios de la década de 1990 debido a la controversia política que dicha autorización generaría.

Simultáneamente, avances en biología molecular y modelación computarizada han logrado que los investigadores farmacéuticos reemplacen los ensayos con productos naturales mediante un método denominado “química de combinación”, en el que se genera una gran cantidad de compuestos sintéticos que se evalúan con sistemas masivos de selección. Las empresas farmacéuticas siguen usando vastos bancos de datos sobre productos naturales que se han recopilado durante décadas o, incluso, siglos de investigación científica, pero ahora éstas se combinan con nuevos métodos de síntesis. Por consiguiente, la protección de patentes de estos productos no beneficiará a los países en vías de desarrollo o a los grupos indígenas, puesto que los nuevos compuestos probablemente se elaborarán a base de una modificación sintética de compuestos naturales conocidos.

investigadores académicos consideran que la química de combinación es un error y una revisión de los nuevos compuestos farmacéuticos revela que entre 60 y 70 por ciento de éstos aún se derivan de compuestos naturales (Newman *et al.* 2003). Los investigadores farmacéuticos han modificado, desde entonces, sus protocolos de investigación; la tendencia actual se orienta hacia bancos de datos sobre productos naturales combinados con métodos sintéticos. Sin embargo, la nueva metodología no ha revitalizado la recolección de productos naturales en bosques tropicales. La investigación está más enfocada y los ensayos de biodiversidad se concentran en vacíos existentes en la base de datos taxonómica. La protección de productos naturales mediante patentes no beneficiará, necesariamente, a la conservación o a los grupos indígenas, puesto que los nuevos compuestos probablemente se generarán mediante modificaciones sintéticas de compuestos naturales (Figura 4.2).

Es así que, si bien la importancia de los productos naturales y el valor intrínseco de la biodiversidad se han reafirmado como un patrimonio económico, el costo asociado con la investigación, el desarrollo de drogas y la mecánica del mercado hacen improbable que la sociedad civil pueda exigir a las empresas farmacéuticas la monetización de dicho valor de forma significativa. Incluso si los países de los Andes y la Amazonía estuviesen dispuestos a abrir sus bosques a una prospección farmacéutica ilimitada, es poco probable que las grandes empresas efectúen inversiones considerables y, ciertamente, no en la escala necesaria como para crear un incentivo económico para la conservación de la Amazonía.

#### Limitación tres: legados históricos

La agricultura y el manejo forestal ilustran la tercera limitación para la monetización de la conservación de la biodiversidad. Las plantas y los animales constituyen un aporte indisputable a las industrias agrícola y maderera, y la investigación académica brinda amplia evidencia de que la biodiversidad tiene un gran valor como recurso genético para cultivos y animales domesticados.<sup>59</sup> Pero los cultivos que conforman el cimiento de los sistemas agrícolas modernos son un legado histórico. Los Andes albergan muchas especies silvestres emparentadas con plantas y animales domesticados tales como la papa, la calabaza y los frijoles, así como los camélidos del Nuevo Mundo (llamas y alpacas). Los agricultores de hoy, que cuentan con grandes avances tecnológicos, no tienen incentivo alguno que los impulse a pagar por la conservación de la biodiversidad que han estado usando durante siglos. Agrónomos y genetistas continúan efectuando investigación acerca de plantas silvestres emparentadas con cultivos, pero dicha investigación depende de subvenciones públicas y los descubrimientos generalmente son de dominio público.<sup>60</sup> Cualquier intento de generar apoyo para el sector de investigación agronómica probablemente obstaculizará dicha investigación – del mismo modo que los esfuerzos para lograr apoyo de la industria farmacéutica restringieron la investigación acerca de productos naturales – y constituiría una pérdida económica neta para la economía mundial.

59 Pocos cultivos importantes se han originado en el bosque tropical amazónico, con la excepción notable de *Manihot*; el maní y la piña provienen de áreas periféricas. El caucho es un producto industrial importante de la Amazonía y sus recursos arbóreos aún no se han apreciado plenamente.

60 Esto difiere de la industria millonaria de la investigación relacionada con variedades modernas en la que se usa el acervo genético existente a fin de incrementar la producción y evitar plagas; del mismo modo, el uso de la biología molecular para crear organismos modificados genéticamente no depende de la bio-prospección.

### Ecoturismo

Un sector económico que depende, clara e inequívocamente, de la biodiversidad de la Amazonía es el ecoturismo.<sup>61</sup> Es difícil estimar los ingresos que genera el ecoturismo puesto que la mayoría de los países tienen muchas opciones turísticas y no separan la parte correspondiente a la Amazonía o, incluso, el ecoturismo, pero una estimación conservadora pondría esta cifra alrededor de los \$100 millones anuales.<sup>62</sup> El turismo es particularmente provechoso ya que genera beneficios directos tanto a nivel nacional como local, creando oportunidades de negocios para pequeñas y medianas empresas que brindan empleo para mano de obra capacitada y no capacitada. Hay varios centros geográficos de la industria turística de la Amazonía

situados cerca o dentro de áreas protegidas.<sup>63</sup> No obstante, debido a su índole descentralizada y márgenes reducidos de utilidades, el sector turístico probablemente no se capaz (o no esté dispuesto) a pagar por los servicios ecológicos que son necesarios para la conservación de la Amazonía. Actualmente, los cobros por derecho de uso en los parques nacionales son muy bajos y deberían incrementarse a fin de brindar financiamiento más directo para los sistemas de áreas protegidas. Del mismo modo, se debería crear algún tipo de impuesto local de modo que los ingresos generados por el turismo contribuyan a los gobiernos locales.<sup>64</sup> El aporte más importante que el turismo puede efectuar para la conservación es la creación de empleos a nivel local, la cual crea un interés en la conservación del ecosistema de bosque (Figura 4.3).

- 61 Aquí el ecoturismo se define en un sentido amplio, incluyendo todas las actividades turísticas que incorporan alguna forma de visita a un hábitat natural como atracción principal.
- 62 Perú cuenta con una industria turística con un valor aproximado de mil millones de dólares anuales que está centrada en el Cuzco; alrededor del 47 por ciento de los turistas también visitan parques nacionales. La industria turística de Venezuela, con un valor aproximado de \$200 millones se basa, en su mayoría, en el Caribe. La industria turística del Ecuador, con un valor de \$435 millones, está dominada por las Islas Galápagos y alrededor de un 1 por ciento de los ingresos del Brasil por concepto de turismo son generados por la Amazonía. Véase la ficha estadística sobre ecoturismo en la página <http://www.ecotourism.org>.

- 63 Estas áreas son Yasuní y Loja en Ecuador; hoteles y pueblos situados en los afluentes del Amazonas cerca de Iquitos y Puerto Maldonado en el Perú; zonas adyacentes a los parques nacionales en los pueblos de Rurrenabaque, Villa Tunari y Buenavista en Bolivia; y en menor grado la ciudad de Leticia en Colombia; así como el floreciente sector turístico en Manaus y el Pantanal en Brasil.
- 64 Actualmente, en Bolivia los cobros por derecho de entrada son sólo de \$20 por turista, por visita; no se cobran impuestos locales y la mayoría de las empresas locales evaden el pago del impuesto al valor agregado (IVA). Situaciones similares se suscitan en Perú y Ecuador, si bien es más difícil que las empresas más grandes, bien organizadas y con socios extranjeros y oficinas administrativas en centros urbanos evadan el pago de, al menos, parte del IVA.



Figura 4.3. El ecoturismo ha tenido un crecimiento constante durante las últimas dos décadas, brindando oportunidades económicas tanto al sector privado como a comunidades tradicionales, (a) Ecoalbergue Chalalán, en el Parque Nacional Madidi, en Bolivia, (b) Ecoalbergue y Reserva Kapawi en el río Pastaza, en Ecuador y (c) Laguna Canaima en el Parque Nacional Canaima, en Venezuela (© Stephan Edwards/CI).

El mayor impacto negativo de las inversiones de IIRSA será la pérdida de biodiversidad. Lamentablemente, el valor real de ésta sigue siendo intangible, de modo que asignarle un valor económico probablemente no convencerá a economistas ni políticos – mucho menos a propietarios de tierras que protegen sus intereses económicos. La asignación de valor económico sobre la base de suposiciones erróneas o escenarios esperanzadores podría crear expectativas que no se cumplirían y disminuirían la validez de otros argumentos más convincentes que se presentan por mérito propio. Podría ser más válido enmarcar la conservación de la biodiversidad como una obligación moral – para preservar el patrimonio legado por una deidad o como resultado final de millones de años de evolución. En este contexto, las dos palabras más exactas para describir el valor de la biodiversidad serían “invalorable” e “irreemplazable.”

### RESERVAS DE CARBONO Y CRÉDITOS DE CARBONO

La Amazonía es un gran reservorio de carbono que contiene aproximadamente 76 gigatoneladas (Gt)<sup>65</sup> almacenadas en su biomasa aérea. Si se liberan a la atmósfera, estas emisiones de carbono equivaldrían a aproximadamente 13 años de consumo de combustible fósil. De acuerdo a la valuación actual en mercados internacionales (\$5–10 por tonelada de CO<sub>2</sub>), el carbono almacenado en la Amazonía tiene un valor que oscila

65 Gt = 10<sup>9</sup> t, que es equivalente a un Petagramo (Pg) = 10<sup>15</sup> gramos (g); en palabras sencillas esto correspondería 76 mil millones de toneladas (toneladas métricas equivalentes a 1000 kg.). El valor de 76 Gt es un estimado moderado, Saatchi *et al.* (2005) estimaron que las reservas de carbono de la cuenca amazónica son de 86 Gt y Malhi *et al.* (2006) indican que corresponden a 92 Gt. Si se incluyese el carbono acumulado en la biomasa terrestre y los suelos, este valor sería 20 a 50 por ciento mayor.

entre 1,5 y 3 billones en créditos potenciales por carbono (véase el Cuadro A.1 del Anexo).<sup>66</sup> Este cálculo constituye la evaluación más directa del valor de los servicios ecológicos que suministra el bosque amazónico mediante el almacenamiento de carbono. No obstante, no se trata de un cálculo realista puesto que el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés)<sup>67</sup> no reconoce la conservación de bosques naturales en pie como instrumento financiero que permita el intercambio y la comercialización de inversiones o acciones que reduzcan las emisiones de carbono. Sin embargo, en la más reciente Conferencia de las Partes, efectuada en Nairobi, Kenya (COP-12), los signatarios de UNFCCC se comprometieron a analizar incentivos económicos y marcos de políticas para reducir emisiones provenientes de la deforestación (RED) a partir de 2013 o, en otras palabras, a compensar a los países por la conservación de ecosistemas de bosques naturales.

Se está discutiendo una variedad de propuestas; la mayoría de éstas fundamentadas en la reducción de tasas de deforestación hasta niveles inferiores a ciertos hitos históricos, opción que ha sido avalada por un coalición de países tropicales y organismos

66 Los créditos de carbono son unidades de un mecanismo de mercado para la reducción de emisiones de gases causantes del efecto invernadero. Esto permite el comercio entre empresas (y países) de emisiones y reducciones de emisiones. Los créditos de carbono se calculan en equivalentes de toneladas de CO<sub>2</sub> y pueden negociarse en mercados de los EE.UU. y Europa.

67 El Protocolo de Kyoto es un convenio adoptado en 1997 como enmienda de UNFCCC. Véase la página [http://unfccc.int/essential\\_background/convention/items/2627.php](http://unfccc.int/essential_background/convention/items/2627.php).



Figura 4.4. Los créditos por carbono se están tratando cada vez más como una mercancía y pronto sería posible la aprobación de propuestas para certificar reducciones de emisiones debidas a la deforestación (RED por sus siglas en inglés) para su comercio en mercados internacionales (©Corvis).

ambientalistas.<sup>68</sup> La índole exacta de este hito histórico – generalmente denominado periodo de referencia – está sujeta a debates considerables puesto que los países tienen distintos historiales de deforestación. Por ejemplo, la deforestación llegó a un punto máximo en las décadas de 1970 y 1980 en Ecuador y Perú, mientras que, en Brasil, llegó a sus niveles máximos en la década de 1980. En Bolivia y Colombia, la tasa anual se ha estado incrementando en la última década, mientras que Guyana y Surinam tienen niveles históricos bajos de deforestación y no se beneficiarían con esquemas de compensación basados en un periodo de referencia histórico. Este debate importante determinará, en última instancia, la dimensión de futuros ingresos a cambio de evitar la deforestación, así como la factibilidad social de programas para reducir la deforestación.

Brasil está apoyando la RED y ha propuesto un fondo de compensación para países en vías de desarrollo que se comprometan a reducir la deforestación por debajo de los niveles históricos. Este fondo sería administrado como asistencia oficial al desarrollo y los compromisos de deforestación serían voluntarios. Sin embargo, otros países y la mayoría de los organismos de conservación apoyan mecanismos de mercado que recompensen, de manera directa, a los países que reduzcan substancialmente las emisiones de carbono provenientes de la deforestación y degradación de bosques (Figura 4.4). Se estima que la tasa actual de deforestación de la Amazonía es de 28.240 km<sup>2</sup>yr<sup>-1</sup>, lo que se traduce en aproximadamente 1,3 Gt de emisiones anuales de CO<sub>2</sub> (Cuadro 4.1). El valor económico

de las emisiones de carbono se puede calcular de acuerdo al valor de reemplazo en mercados internacionales existentes. Aproximadamente \$13 mil millones comprarían una cantidad equivalente de créditos de carbono de tipo industrial; si el pago se repitiese cada año durante 30 años, tendría un valor total de \$388 mil millones, el cual con las correcciones correspondientes a inflación y expresado en moneda actual, equivaldría a \$134 mil millones (Cuadro 4.1 y Anexo A.2). Estas cifras brindan una estimación del valor de los servicios ecológicos suministrados por el bosque amazónico en el contexto de los mercados actuales de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Esta estimación se basa en el valor actual de los créditos de carbono y si UNFCCC aprobase un mecanismo de RED, el gran aumento de proyectos de almacenamiento de carbono en bosques probablemente bajaría los precios. No obstante, es más posible que los países aumenten sus compromisos para reducir emisiones a fin de combatir el calentamiento global y que el valor de los créditos de carbono aumente.<sup>69</sup>

Si bien un mecanismo de mercado para la monetización de créditos de carbono generados por la evitación de deforestación podría hacerse realidad pronto, los países amazónicos no necesariamente estarían dispuestos a participar en dicho mercado. En vista de las limitaciones sociales y demográficas, cualquier iniciativa que detenga por completo el cambio de uso del suelo – sin importar cuán lucrativo sea éste – no sería aceptable para los habitantes de la Amazonía; sin embargo, una reducción escalonada en la tasa anual de deforestación podría ser social

68 La Coalition of Rainforest Nations actualmente incluye a Bolivia, la República Centroafricana, Chile, Costa Rica, la República Democrática del Congo, la República Dominicana, Fiji, Gabón, Guatemala, Nicaragua, Salomón Islands, Panamá, Papua Nueva Guinea, la República del Congo y Vanuatu.

69 Este aumento potencial se evidencia en el reciente interés de los fondos de protección en el mercado futuro de créditos negociables de carbono.

Cuadro 4.1. Valor de las reservas de carbono del bosque amazónico sobre la base de su valor de reemplazo en mercados internacionales dedicados a créditos de carbono por energía

	Cobertura boscosa 1990 (×1.000 ha)	Cobertura boscosa 2000 (×1.000 ha)	Cobertura boscosa 2005 (×1.000 ha)	Tasa anual de deforestación (×1.000 ha yr <sup>-1</sup> )	Emisiones de carbono @ 125 t/ha (×1.000 t)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (×1.000 t)	Valor de las emisiones @ \$10/t CO <sub>2</sub> (\$ millones)
Bolivia <sup>1</sup>	48.355	46.862	46.070	240	30.001	110.105	1.101
Brasil <sup>2</sup>	364.922	348.129	336.873	2.250	281.250	1.032.188	10.322
Colombia <sup>3</sup>	59.282	57.839	57.117	144	18.044	66.221	662
Ecuador <sup>3</sup>	12.333	11.953	11.764	38	4.748	17.423	174
Perú <sup>3</sup>	72.511	71.727	71.335	78	9.800	35.966	360
Venezuela <sup>3</sup>	43.258	42.529	42.164	73	9.119	33.466	335
Guyana <sup>4</sup>	15.104	15.104	15.104	—	—	—	—
Surinam <sup>4</sup>	14.776	14.776	14.776	—	—	—	—
Guayana Francesa	13.000	13.000	13.000	—	—	—	—
Total	643.540	621.919	608.202				
Tasas anuales				2.824	352.961	1.295.369	
						Total anual	12.954
						Total de 30 años	388.611
						VAN <sup>5</sup> del total de 30 años	134.325

1. Killeen *et al.* 2007b.

2. Derivado a partir de informes publicados acerca del total de cobertura boscosa en la amazonia brasileña (Brito-Carreres *et al.* 2005, PRODES 2007).

3. Resultados no publicados de un estudio de deforestación de los países andinos recientemente finalizado por Conservación Internacional (Harper *et al.* 2007).

4. FAO 2005.

5. VAN = Valor actual neto, ajuste financiero por concepto de inflación (10 por ciento).

y políticamente factible. Por ejemplo, la primera reducción del 5 por ciento en la deforestación anual generaría una suma modesta de \$647 millones, pero reducciones similares del 5 por ciento anual efectuadas durante 30 años podrían incrementar, rápidamente, el pago anual y generar, a la larga, alrededor de \$10 mil millones anuales, por un valor total de \$195 mil millones o \$41 mil millones con ajustes en la moneda por la inflación (véase el Anexo, Cuadro A.3).

Puesto que los pagos estarían distribuidos en varios años, estos se podrían enmarcar como un “alquiler” por almacenamiento de carbono en lugar de un pago por un capital patrimonial inmovilizado en el bosque.<sup>70</sup> Con esto se podrían evitar debates acerca de la soberanía sobre los recursos de la Amazonía, además de vincular estos acuerdos con un compromiso constante de cumplimiento de los objetivos de deforestación a fin de seguir recibiendo pagos.

El MDL requiere un sistema riguroso de monitoreo que cuantifique el carbono almacenado mediante los mecanismos existentes de reforestación y aforestación (MDL R/A). Del mismo modo, cualquier esquema de compensación que se adopte para evitar la deforestación requerirá un monitoreo integral que sea aceptado por comunidades locales, gobiernos nacionales y mercados internacionales. Un tema importante que deberá resolverse es el de “leakage”, expresión técnica que se refiere a emisiones que no se han reducido realmente sino que se han desplazado de una región a otra. Lamentablemente, existe considerable evidencia empírica en sentido que las áreas protegidas simplemente evitan la deforestación en ciertas áreas, mientras que la tasa general, nacional o regional de deforestación se mantiene igual.

Se han propuesto dos métodos para abordar el tema de “leakage”. El más sencillo sería certificar el cumplimiento a nivel nacional de modo que las reducciones y los aumentos regionales en la tasa de deforestación se cancelen mutuamente de forma automática, mediante un sistema de contabilidad nacional. Las reducciones nacionales serían reales, fácilmente verificables y podrían comercializarse, sin dificultad, en mercados internacionales. El segundo método supone proyectos de gran escala que traten de detener la deforestación en un área-objetivo circunscrita. El “leakage” se monitorearía mediante la documentación de la deforestación en un área mayor de amortiguamiento adyacente al área-objetivo (también denominada caso de referencia). Las reducciones de emisiones a escala local sólo se certificarían si la tasa de deforestación en el caso de referencia se mantiene constante o (mejor aún) si ésta disminuye.

La segunda metodología se está usando actualmente en los denominados proyectos voluntarios en los que los inversionistas aceptan que sus esfuerzos aún no son certificables conforme a las estrictas directrices del Protocolo de Kyoto de UNFCCC. No obstante, éstos continúan invirtiendo puesto que tienen confianza en que se disminuirá la tasa de deforestación y reducirán las emisiones de carbono, a la vez que se conserva la biodiversidad y se promueve el desarrollo sostenible.<sup>71</sup> La mayoría

de los analistas creen que los proyectos a escala local deberán combinarse, a la larga, con un compromiso más amplio de la sociedad para disminuir la deforestación a nivel nacional.

Las iniciativas para evitar la deforestación a escala local serán particularmente difíciles de implementar en las fronteras agrícolas del oriente y sur de la Amazonía, donde la deforestación ocurre en paisajes muy fragmentados mediante la reducción gradual de manchas de bosque distribuidas entre decenas de miles de propietarios individuales de tierras. En contraste, gran parte de la Amazonía occidental está formada por paisajes prístinos. La deforestación actual en la Amazonía andina es de aproximadamente 5.000 km<sup>2</sup> por año y la cesación completa de la deforestación representaría un pago anual de alrededor de \$2,3 mil millones en créditos de carbono. Esto alcanzaría a una cifra de \$68,8 mil millones si se paga cada año durante 30 años, equivalente a \$23,3 mil millones de dólares por su valor actual neto (véase el Anexo, Cuadro A.2).

El presente, sin embargo, no es el futuro y una línea base derivada de tasas históricas de deforestación podría no ser una compensación económica suficiente para evitar, efectivamente, la deforestación. Por ejemplo, las inversiones de IIRSA en carreteras alterarán la dinámica del cambio de uso del suelo en el pie de monte andino a medida que las empresas agroindustriales y los campesinos respondan a las oportunidades económicas que supondrían la tierra barata y el mejor acceso a los mercados de la cuenca del Pacífico. En un escenario sin cambios, las tasas anuales de deforestación aumentarían y, probablemente, se aproximarían a las tasas de cambio que se observan actualmente en Santa Cruz, Bolivia y Acre, Brasil (véase la Figura 2.2). Si se implementara un acuerdo de reducción de la deforestación como parte de una reforma a IIRSA, los créditos de carbono se calcularían mediante la comparación del cambio de uso del suelo en un escenario RED (reducción anual del 5 por ciento en las tasas de deforestación) y el potencial de cambio de uso del suelo en un escenario realista (aumento anual del 2,5 por ciento en las tasas de deforestación).<sup>72</sup> Los pagos anuales por concepto de un convenio de este tipo se iniciarían con un monto de alrededor de \$172 millones pero, eventualmente, llegarían a los \$4 mil millones en el año 30 y corresponderían a una suma de \$68 mil millones por la duración de un convenio de 30 años (véase el Anexo, Cuadro A.4). Obviamente, estas proyecciones se basan en varias suposiciones – la más importante de éstas sería la disposición de los propietarios de tierras de la región a renunciar a alternativas económicas convencionales y participar en iniciativas de reducción de la deforestación.

Al margen de los modelos que se use para el cálculo de reservas de carbono o del valor potencial de las reducciones de emisiones éste en mercados internacionales, la Amazonía tiene un valor económico demostrable como sumidero de carbono. Los estudios ambientales encargados por los proyectos de IIRSA no han abordado el impacto potencial de la deforestación en las emisiones mundiales y nacionales de carbono, o los beneficios económicos potenciales derivados de una política de evitar la

70 El concepto de alquiler también está cubierto por las propuestas de un esquema temporal de acreditación, como ocurre en los proyectos de MDL A/R.

71 El Proyecto de Acción Climática Noel Kempff, en Bolivia, es el más conocido de estos proyectos voluntarios.

72 Ésta es una estimación muy moderada del aumento potencial de la deforestación. En Santa Cruz, la globalización de la frontera agrícola ha conllevado a incrementos un 15 por ciento al año en la tasa anual de deforestación entre 2001 y 2005 (Killeen *et al.* 2007b).

deforestación. Esta última generaría beneficios económicos que podrían usarse para subvencionar el desarrollo sostenible. También podría ofrecer pagos directos en efectivo a gobiernos y comunidades locales a fin de financiar servicios sociales clave y, de este modo, brindar un incentivo potente para la conservación del bosque.

Por ejemplo, hay aproximadamente 1.000 municipios en las tierras bajas amazónicas y, si los ingresos anuales derivados de una reducción escalonada de emisiones provenientes de la deforestación (véase el Anexo A.3) se distribuyesen equitativamente entre dichos municipios para financiar servicios sociales, en el año 2020 se traducirían en pagos de aproximadamente \$6,5 millones al año a cada municipio. Se necesitaría un modelo más complejo de distribución para compensar a los municipios sobre la base de la medida de amenaza y las tasas históricas de deforestación, así como para incorporar cierto grado de igualdad geográfica, pero las cifras son suficientemente grandes como para ser tomadas en serio por los funcionarios electos locales y nacionales.

**AGUA Y CLIMA REGIONAL**

Se ha convertido en un cliché afirmar que el recurso natural más importante es el agua dulce y que la reserva más grande de agua dulce del mundo es la cuenca amazónica. Asignar un valor a este recurso, sin embargo, es difícil puesto que las leyes de oferta y demanda fijan el valor de cualquier recurso y el suministro de agua de la Amazonía supera, enormemente, a la demanda. No sería inconcebible que algún día, en el futuro no

muy lejano, grandes buques cisternas carguen agua en la boca del río Amazonas para transportarla a otras partes del globo. Sin embargo, hasta que este escenario se haga realidad, será difícil convencer a los economistas tradicionales para que valoren el agua de los ríos amazónicos como una mercancía. Otro método sería demostrar cómo el clima de la Amazonía contribuye a la estabilidad climática del planeta y cómo la deforestación afectará al clima de la Amazonía y de otras regiones de la Tierra. Existe un amplio consenso entre climatólogos en sentido de que la deforestación generalizada reduciría la precipitación y aumentaría las temperaturas en la Amazonia. Estos impactos acentuarían los cambios causados por el calentamiento global y estarían vinculados con cambios climáticos en otras partes del mundo (Avisar & Werth 2005, Feddema *et al.* 2005). Los efectos de larga distancia o “teleconexiones” de la deforestación amazónica están modulados por un fenómeno conocido como la Circulación Hadley, en la cual el aire cálido se eleva en el ecuador, se desplaza hacia los polos, desciende en latitudes más altas y regresa hacia el ecuador sobre la superficie de la Tierra. Modelos recientes muestran que la deforestación de la Amazonía está ligada con reducciones en la precipitación en la parte inferior del medio-oeste de los Estados Unidos durante las temporadas de cultivo de primavera y verano (Avisar & Werth 2005).

Aparte de estos procesos globales, los meteorólogos también han constatado un sistema climático que vincula directamente la Amazonía occidental con la cuenca del río de La Plata (Figura 4.5), que es una de las regiones agrícolas de mayor importancia del planeta. En este sistema, se origina una rotación importante con los vientos alisios del Atlántico y ésta pasa sobre la Amazonía

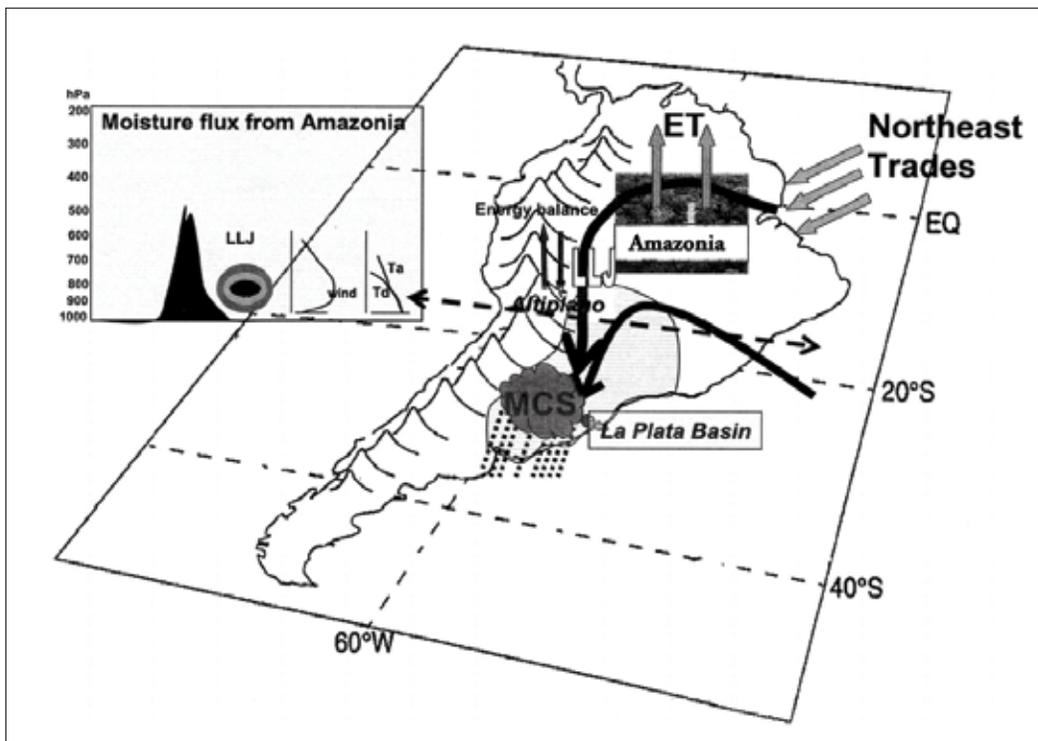


Figura 4.5. La Corriente en Chorro de Bajo Nivel de Sudamérica (SALLJ por sus siglas en inglés) transporta agua de la Amazonía Central hacia las regiones agrícolas de la cuenca del río de la Plata. La deforestación y el cambio climático amenazan este importante servicio ecológico; incluso pequeñas reducciones en precipitación derivarían en una pérdida económica anual de cientos de millones de dólares (Modificado a partir de Marengo *et al.* 2004; © American Meteorological Society).

antes de describir una curva hacia el sur a medida que se acerca a los Andes y forma la Corriente en Chorro de Bajo Nivel de Sudamérica (SALLJ por sus siglas en inglés) (Nogués-Paegle *et al.* 2002, Marengo *et al.* 2004a). El impacto de SALLJ es más notorio durante el verano austral cuando la región de precipitación máxima se desplaza, al inicio de la temporada de lluvias de Sudamérica (Nogués-Paegle *et al.* 2002), y migra en dirección noroeste-sureste a través de la cuenca amazónica (Hastenrath 1997) hacia las regiones estacionalmente secas de la zona subtropical de Sudamérica. Junto con los procesos de convección, SALLJ suministra gran parte de la precipitación anual a la parte sur-central y sur del Brasil, así como al norte de Argentina y Paraguay (Berbery & Barros 2002, Marengo *et al.* 2004a).

Un cambio en el régimen climático de la Amazonia afectaría al sistema de transporte de humedad desde la Amazonía a La Plata y reduciría, potencialmente, la precipitación relacionada con SALLJ. Puesto que la cuenca del Plata constituye el pilar de las economías de Argentina y Paraguay y es el componente más grande del sector agrícola brasileño con una producción anual estimada de cultivos y ganado de \$100 mil millones,<sup>73</sup> este cambio probablemente afectaría a la producción agrícola. Asimismo, la región depende sobremanera de la energía hidroeléctrica, de modo que una reducción de precipitación también afectaría a las economías urbanas (Berri *et al.* 2002). El efecto potencial en la zona alto andina sería aún más pronunciado puesto que un 100 por ciento de la precipitación de los Andes se origina en la Amazonía.

Todavía no se ha cuantificado la cantidad de precipitación que cae en la cuenca del río de La Plata, pero incluso una disminución del 1 por ciento en la producción agrícola tendría repercusiones marcadas en las economías nacionales del Cono Sur. Varios Modelos Generales de Circulación (GCM) muestran que si la Amazonía experimentase un aumento en la sequía, la región del río de La Plata estaría sujeta a mayor

precipitación (Milly *et al.* 2005). Esta aparente contradicción tiene dos explicaciones posibles: el agua perdida en la Amazonía sería reemplazada por lluvias originadas sobre el Atlántico Sur (Berbery & Collini 2000) o el calentamiento global causaría un aumento de los eventos SALLJ, incrementando la precipitación en el sur del Brasil y norte de la Argentina mediante sistemas locales de convección (Marengo *et al.* 2004b).

Futuras investigaciones resolverán, eventualmente, la incertidumbre de estos modelos climáticos globales y regionales. Mientras tanto, se deberá aplicar a las políticas públicas el principio precautorio y la lógica de la gestión de riesgos. La relación entre la deforestación amazónica, la precipitación y las economías de la región no se ha comunicado efectivamente a las autoridades ni al público en general de la región. El apoyo público de IIRSA se basa, en gran parte, en la suposición de que esta iniciativa conllevará a un mayor crecimiento económico y los cuestionamientos de ésta giran en torno a su posible impacto en la conservación de la biodiversidad. No obstante, el impacto económico potencial causado por una reducción de los servicios ecológicos debería motivar a las autoridades a reevaluar los beneficios netos que se generarían con las inversiones de IIRSA en la Amazonía.

73 Ésta se una estimación muy moderada derivada a partir de varias fuentes en línea de Argentina, Brasil y Paraguay, tales como: <http://www.cideiber.com/infopaises/menupaises1.html>, [http://www.argentinaahora.com/extranjero/espaniol/bot\\_ppal/conozca\\_arg/produccion.asp](http://www.argentinaahora.com/extranjero/espaniol/bot_ppal/conozca_arg/produccion.asp), and <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pamclo/2005/default.shtm>.

## CAPÍTULO 5

### Paisajes Sociales



Aldea del pueblo indígena Kayapo. La Amazonía alberga a cientos de comunidades tradicionales como los Kayapo, que han logrado mantener sus tradiciones culturales (©Russell A. Mittermeier/ CI).

Los habitantes de las áreas rurales de la Amazonía se encuentra entre las personas más pobres del continente;<sup>74</sup> existiendo en la región las tasas más altas de analfabetismo y las peores condiciones sanitarias de América Latina (IBGE, 2006). La pobreza de la región es un resultado parcial de su aislamiento geográfico. Las inversiones de IIRSA en infraestructura de transporte reducirán enormemente dicho aislamiento y, sin duda, promoverá el crecimiento económico y creará nuevas oportunidades de negocios y empleo – todo lo cual aumentará los ingresos tributarios y mejorará los servicios públicos. No es de sorprenderse, entonces, que la mayoría de las autoridades públicas y el ciudadano común asuman que los impactos sociales de IIRSA serán contundentemente positivos. Sin embargo, una evaluación más cuidadosa revela que la distribución de estos efectos sociales no beneficiará a muchos de los residentes actuales de la región. Asimismo, la introducción relativamente rápida de cambios económicos y sociales generará una serie de impactos negativos en las comunidades rurales, incluidas las sociedades indígenas.

74 Este enunciado se hace con una advertencia: los indicadores basados en ingresos no son totalmente indicativos del bienestar y deben interpretarse cautelosamente. Puesto que la mayoría de las economías rurales de la Amazonía tienen acceso limitado a mano de obra asalariada y dependen de actividades de subsistencia para cubrir las necesidades cotidianas, sería previsible que los ingresos sean bajos.

El valor de la Amazonía para la conservación se deriva, en gran parte, de su relativa falta de intrusión humana (Mittermeier *et al.* 2003), un resultado directo del asentamiento rural disperso que caracteriza a la región. La mayoría de las comunidades amazónicas son pequeñas y constan de sólo unos cientos de personas. Incluso entre los centros de población con más de 1.000 personas, la gran mayoría (78 por ciento) tiene menos de 30.000 habitantes, lo que indica que la mayoría de comunidades y pueblos son pequeños. Pese a su población dispersa, la Amazonía es culturalmente diversa y cuenta con más de 281 idiomas indígenas distintos no introducidos; de este total, 213 son únicos de la región (Figura 5.1). Asimismo, varios grupos de inmigrantes se asentaron en el área siglos después de que Francisco de Orellana navegara por el Amazonas, procedente de los Andes, en 1542. Muchas de estas comunidades no indígenas y mestizas tienen costumbres sociales únicas que se han desarrollado con el tiempo y que dependen de la explotación de los recursos naturales de la región. Consiguientemente, el paisaje social de la Amazonía se caracteriza por sus asentamientos humanos dispersos que se distribuyen en pequeñas poblaciones, pero que contienen una considerable diversidad cultural, lo cual refleja la persistencia de las culturas tradicionales indígenas y no indígenas.

### MIGRACIÓN, TENENCIA DE LA TIERRA Y OPORTUNIDADES ECONÓMICAS

Las inversiones de IIRSA y PPA en corredores camineros estimularán la migración de cientos de miles, sino millones, de personas a la región. Esta migración masiva incluirá campesinos

pobres en busca de pequeñas parcelas de tierra, agricultores de clase media y ganaderos prósperos, así como empresas en busca de grandes extensiones de tierra barata o yacimientos ricos de minerales.<sup>75</sup> No obstante, además de esta gran demanda de tierras, habrá un crecimiento paralelo de los centros urbanos regionales como parte de una jerarquía de asentamientos en evolución (Haggett *et al.* 1977, Ellis & Allard 1988); con esto se generarán grandes oportunidades para el comercio que serán explotadas, principalmente, por inmigrantes de origen urbano de otras partes del continente.<sup>76</sup>

Muchos de los habitantes rurales de la Amazonía experimentarán impactos adversos considerables debido a esta avalancha migratoria. Uno de los más evidentes será la mayor competencia por la tierra y otros recursos. La mayoría de las comunidades tradicionales nunca antes han experimentado este tipo de competencia. Con una densidad de población rural de sólo un 1,1 habitante por kilómetro cuadrado (Mittermeier *et al.* 2003), la Amazonía brinda a sus residentes acceso a grandes extensiones de bosque y hábitats acuáticos donde encontrar alimento, fibras, madera y otros recursos como parte de un estilo

75 Históricamente, los antecedentes de este tipo de fenómenos migratorios son abundantes e incluyen la mayoría de los asentamientos en el medio-oeste de los Estados Unidos. Algunos de los colonos "sooners" de Oklahoma, por ejemplo, ignoraron el marco normativo al llegar antes de la fecha oficial de distribución de tierras.

76 Dos antecedentes célebres son la fiebre de oro en California, en la que los comerciantes que vendían suministros a los mineros formaron empresas que, a la larga, se convirtieron en Levi Straus, el Ferrocarril Central del Pacífico y Armour Meat Packers ([http://www.baltimoreopera.com/studyguide/fanciulla\\_04.asp](http://www.baltimoreopera.com/studyguide/fanciulla_04.asp)). Muchos de los primeros emprendimientos comerciales de la Amazonía fueron fundados por inmigrantes libaneses cuyos descendientes aún residen en la región u ocupan cargos prominentes en la comunidad empresarial y profesional de Sao Paulo (<http://www.la.utexas.edu/research/paisano/EECtext.html>).

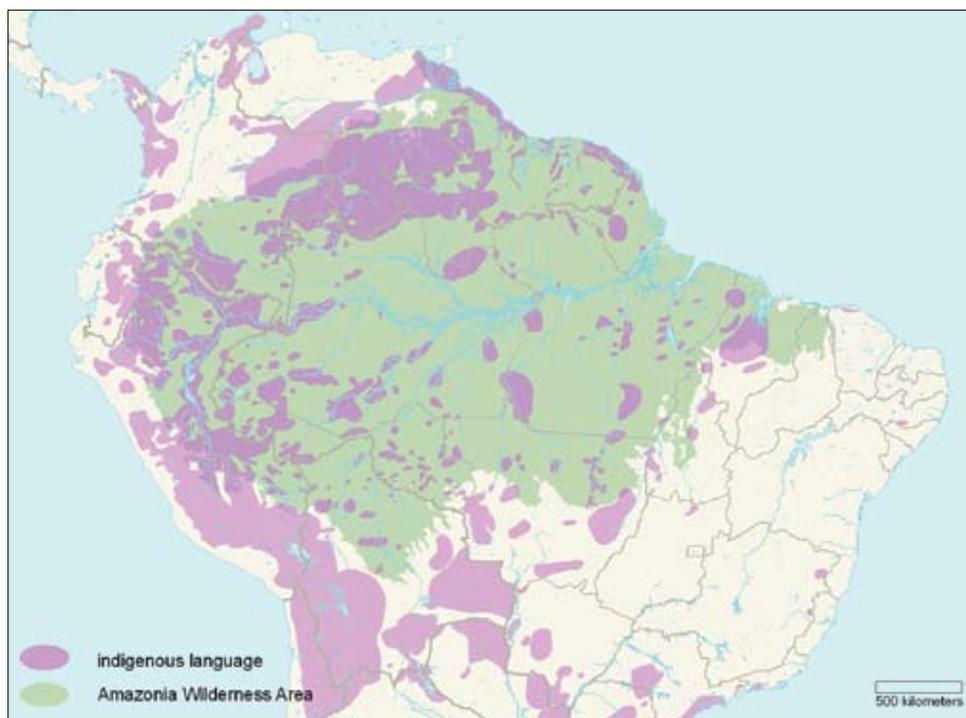


Figura 5.1. La Amazonía es uno de los últimos reductos de las culturas indígenas, existiendo 231 idiomas en toda la cuenca, particularmente en áreas silvestres más remotas de la Amazonía occidental y del Escudo de la Guayana (modificado a partir de Global Mapping International 2006)

de vida de subsistencia que es fundamental para sus culturas (Steward 1948). Este acceso está definido por costumbres que se han desarrollado debido a la poca densidad de asentamiento humano y a los bajos niveles de demanda: muchas personas tienen parcelas de tierra, pero rara vez cuentan con títulos legales y dependen, más bien, del principio de ocupación física y tenencia de la tierra basada en patrones, culturalmente definidos, de herencia que pueden extenderse por varias décadas de uso familiar previo. La migración de nuevos residentes, tanto pobres como ricos, aumentará la competencia y restringirá el acceso de los grupos tradicionales a los recursos forestales y acuáticos, interfiriendo con modelos de larga data de uso de recursos y tenencia de la tierra (Figura 5.2).

Menos evidente pero no menos serios serían los impactos que las poblaciones rurales sufrirían debido a la rapidez del cambio que se suscitaría en sus comunidades anteriormente aisladas. El cambio es algo intrínseco en las culturas y todas las culturas reaccionan y se adaptan a éste. Sin embargo, el cambio rápido y a gran escala generalmente supera la capacidad de algunas culturas tradicionales para adaptarse debidamente. Un ejemplo de los efectos adversos relacionados con la rápida modernización y la apertura de territorios silvestres anteriormente aislados es Alaska durante las últimas décadas del Siglo XX. Si bien la región había experimentado cierto desarrollo durante varias décadas, se mantenía relativamente aislada debido a la falta de infraestructura y al clima inclemente que impedía los asentamientos. No obstante, la construcción de un oleoducto de 1.350 kilómetros de largo que conectó los campos de producción de la vertiente norte con las instalaciones portuarias de Prince William Sound introdujo cambios en una escala nueva para la región. Un gran número de trabajadores inmigrantes llegaron al mismo tiempo que los nuevos caminos penetraban en áreas anteriormente inaccesibles. Este desarrollo generó muchos beneficios para Alaska, pero también causó una serie de impactos negativos en las comunidades rurales, incluidos los grupos indígenas que eran los habitantes primarios de la región (Berry 1975). Entre los efectos más alarmantes están las elevadas tasas de alcoholismo y abuso de drogas que conllevaron a tasas altas de suicidio, todos los cuales se pueden vincular con el cambio cultural acelerado (Kraus & Buffler 1979, Kettl & Bixler 1991). Si bien la Amazonía es muy distinta de Alaska, las semejanzas de la situación (áreas silvestres y la predominancia de comunidades tradicionales aisladas) y el surgimiento de impactos parecidos como resultado del cambio cultural acelerado (Hezel 1987, 2001) son más que suficientes para justificar un análisis serio de dichos impactos negativos.

Se generará una fuente de tensión cultural debido a la introducción de ideas y valores nuevos que competirán con las formas tradicionales de vida. Por ejemplo, las personas que se adecuen mejor al trato con inmigrantes podrían tener más estatus que los líderes tradicionales, fenómeno que se ha observado en condiciones similares en otras partes, y que ha causado tensiones y conflictos dentro de comunidades indígenas. La mayoría de los residentes no serán competitivos en un mercado laboral urbano y cada vez más complejo. Si bien éstos cuentan con conocimientos tradicionales que les sirven en las comunidades ribereñas y del bosque, las escuelas rurales, con presupuestos limitados y

programas de estudios anticuados, no les han dotado de las habilidades necesarias que requiere una economía moderna. Las elites locales se las arreglarán mejor que la población general e incluso podrían beneficiarse con la demanda de tierras puesto que ocupan cargos administrativos en los gobiernos regionales y locales. Éstas podrán usar influencias políticas para obtener la titulación de la tierra y vendérsela a los recién llegados. En el pie de monte andino, los dirigentes de los sindicatos campesinos obtienen títulos de grandes extensiones de tierra, las dividen en



Figura 5.2. Muchas comunidades rurales de la Amazonía están formadas por grupos indígenas o descendientes de inmigrantes que llegaron a la zona durante el auge del caucho y el oro; la mayoría de las familias carecen de servicios básicos tales como agua y gran parte de ellas depende de los recursos del bosque para obtener alimento y combustible (© Hermes Justiniano/ Bolivianature.com).

propiedades más pequeñas y las venden a los colonos que, por lo general, son una mezcla de recién llegados y segunda generación de inmigrantes en busca de ampliar el patrimonio familiar, así como de residentes antiguos e, incluso, familias indígenas concientes de que el mundo está cambiando y que es mejor tener título de una parcela pequeña que derechos consuetudinarios de uso de un recurso que se reduce rápidamente. A menudo, las tierras situadas en zonas de frontera también se distribuyen en grandes propiedades. Éstas se venden a ganaderos y empresas agroindustriales o se subdividen en fincas y haciendas de tamaño medio. Muchas propiedades medianas y grandes son de propiedad de elites urbanas que colocan sus ahorros en lo que perciben como una inversión segura. Literalmente, las tierras fiscales están a merced de quienes se apropian de ellas e incluso las áreas protegidas y reservas forestales están sujetas a avasallamiento puesto que el Estado no ha ejercido efectivamente su autoridad. En casi la mayor parte de los casos, los inmigrantes y los lugareños son totalmente concientes de que sus títulos tienen un historial jurídico cuestionable, pero esperan que el gobierno ceda a las presiones para evitar conflictos sociales. La mayoría se sienten plenamente justificados, pues sienten que son ciudadanos con derecho a ocupar tierras baldías ya sea porque se les ha negado oportunidades económicas (*los sin tierra*) o porque sus inversiones crearán empleos y riqueza para el país (inversionistas urbanos y ganaderos). La propiedad privada no está exenta de invasiones y avasallamientos – sobre todo ya que muchos de los títulos originales se obtuvieron de manera fraudulenta.

La falta de un sistema funcional de normatividad de la tenencia de la tierra en gran parte de la región y la incapacidad del sistema judicial para castigar la desobediencia son factores importantes en la dinámica de uso del suelo (Fearnside 2001b). El fracaso del sistema no sólo se manifiesta en el caótico sistema de colonización, sino también en los niveles de conflicto violento que caracterizan a muchas zonas de la Amazonía. El asesinato de la hermana Dorothy Stang es la manifestación más reciente de este conflicto por la tierra. La hermana Stang era defensora de los pequeños propietarios y habitantes del bosque, y trabajaba en la creación de una reserva forestal, enfrentando la oposición de madereros y ganaderos, en Pará, Brasil.<sup>77</sup> IIRSA contribuirá a este conflicto social al abrir más tierras e incrementar el valor de la tierra en áreas adyacentes a los nuevos corredores de transporte. A fin de mitigar esta situación de manera efectiva, será necesario abordar el tema de tenencia de la tierra y la corrupción que acompaña a la mayoría de los aspectos del proceso de titulación.

### GRUPOS INDÍGENAS Y RESERVAS EXTRACTIVAS

Afortunadamente, muchos grupos indígenas han respondido al cambio de la dinámica social en la gran Amazonía y han organizado sus comunidades a fin de reivindicar grandes extensiones de tierras (Figura 5.3). Su éxito refleja la resistencia

77 De acuerdo a la Comisión Pastoral de Tierras, alrededor de 1.380 personas han muerto en conflictos de tierras en Brasil desde mediados de la década de 1980 (<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/articles/A40503-2005Feb20.html>).



Figura 5.3. Durante la década de 1990, se cedieron grandes extensiones de tierras a comunidades tradicionales en reconocimiento de sus reivindicaciones históricas de los recursos del bosque y las aguas; la mayoría de estas tierras estaban destinadas al manejo forestal y constituyen un complemento importante para el sistema de áreas protegidas en toda la Amazonía.

de su organización social interna y la asistencia oportuna que han recibido de la sociedad y de los organismos internacionales. Las comunidades indígenas propugnan claramente el manejo sostenible y la conservación del bosque; estas afirmaciones están respaldadas plenamente por imágenes satelitales, que muestran diferencias marcadas en uso del suelo entre las reservas indígenas y las áreas adyacentes no indígenas, estando los territorios indígenas relativamente intactos al lado de una deforestación a gran escala (Figura 5.4) (Schwartzman *et al.* 2000, Ruiz-Pérez *et al.* 2005). El éxito de las reservas indígenas para detener la deforestación resalta la importancia de la tenencia de la tierra. Si bien sus esfuerzos activos para proteger sus tierras constituyen, evidentemente, un factor para evitar la deforestación dentro de sus posesiones, la certeza de que los colonos no podrán hacerse de estas tierras es igualmente importante. Los agricultores y ganaderos no invaden ni ocupan tierras al azar; sólo hacen esto cuando existe una gran probabilidad de que sus acciones les permitan, a la larga, obtener título y de que sus inversiones en infraestructura y desmonte no se pierdan, ya sea por reclamos de los propietarios legítimos o por no poder vender la tierra y recuperar sus inversiones.

El conflicto entre ganaderos y habitantes del bosque, incluidos grupos indígenas y poblaciones inmigrantes descendientes de siringueros, dio origen al movimiento ambientalista y social liderado por Chico Mendes, campesino activista que fue asesinado en 1988 por desafiar a especuladores de tierras (Hecht & Cockburn 1989, Cowell 1990). Desde entonces, se han creado cincuenta y ocho reservas extractivas

en la Amazonía brasileña y existen reservas similares en Bolivia y Perú; la mayoría son áreas cuasi-protégidas donde se fomenta la explotación de caucho y castaña, pero la extracción maderera y la agricultura están restringidas teóricamente. Las reservas extractivas cuentan con muchos propugnadores entusiastas que buscan reconciliar la conservación con demandas de justicia social y han recibido financiamiento considerable de instituciones brasileñas y del Banco Mundial.<sup>78</sup> En Acre, el activismo político por parte de habitantes del bosque ha conllevado a la promulgación de políticas de subsidio de la producción de caucho; también ha creado cooperativas e instalaciones locales de procesamiento que mejoran la calidad y agregan valor a la producción de caucho y castaña (Campos *et al.* 2005, Ruiz-Pérez *et al.* 2005).

Sin embargo, los economistas siguen cuestionando si las reservas extractivas pueden cumplir sus objetivos de desarrollo (Bennett 2002, Goeschl & Iglioni 2004). Su éxito como opción para la conservación y su sistema de gestión económica dependen, en última instancia, de la capacidad de los residentes para generar mayores ingresos mediante la diversificación de productos forestales. Lamentablemente, esto aún no se ha dado y los habitantes del bosque están optando por aumentar la producción agrícola y la extracción maderera (Ruiz-Pérez *et al.*

78 El Ministerio de Medioambiente del Brasil y el Banco Mundial han invertido \$17 millones en cuatro reservas de extracción en Brasil desde mediados de la década de 1980 (World Bank 2006).

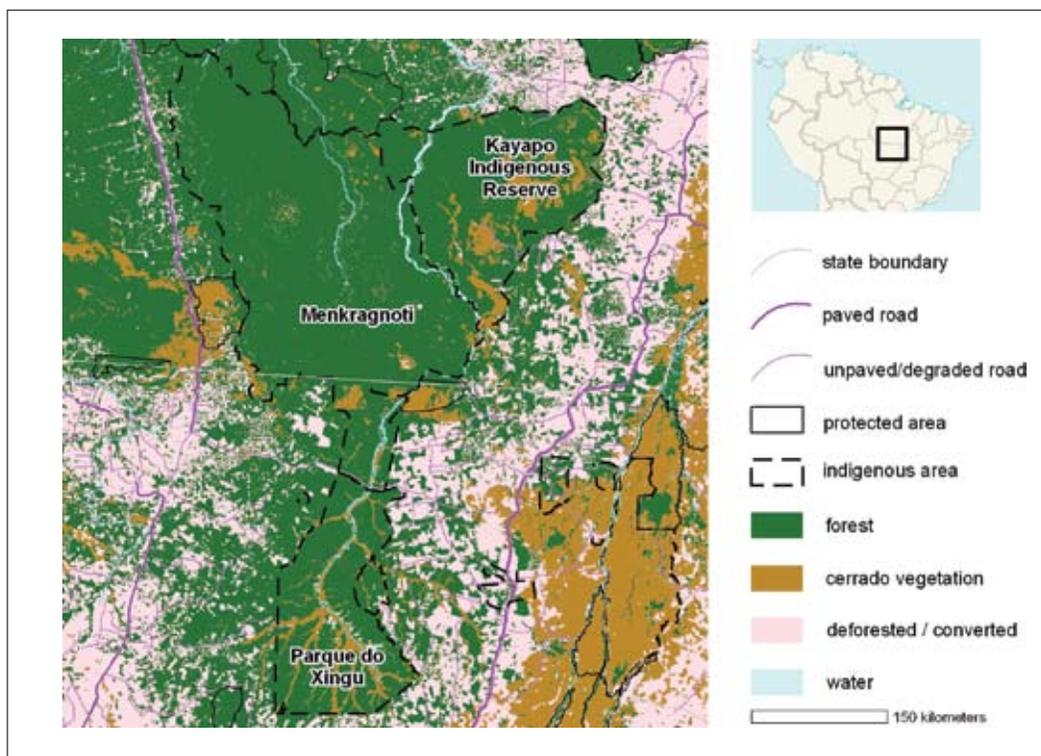


Figura 5.4. La tenencia de tierras es una causa importante de deforestación, tal y como se muestra en el mapa de la Reserva Indígena Kayapo en Mato Grosso, Brasil. La deforestación llega hasta los límites de la reserva, que se mantiene intacta en su mayoría. Los esfuerzos de los Kayapos para proteger sus tierras están reforzados por la certeza de que los colonos nunca podrán acceder a la titulación de las mismas.

2005).<sup>79</sup> Las reservas extractivas requerirán insumos económicos adicionales para ser viables; la única fuente realista de este financiamiento sería el pago directo por servicios ecológicos para compensar a las comunidades por la conservación del bosque (Hall 2004, Fearnside 2005b). Del mismo modo, la conservación a largo plazo de los territorios indígenas deberá basarse en incentivos económicos o muchos de estos grupos se verán tentados a explotar sus recursos forestales, de manera no sostenible, a mediano plazo a fin de mejorar sus condiciones de vida (Fearnside 2005b).

## MIGRACIÓN Y SALUD HUMANA

El cambio de uso del suelo también tiene efectos serios en la salud de las comunidades humanas, sean éstas de residentes antiguos del bosque o de recién llegados. El historial de enfermedades transmitidas a las comunidades indígenas se remonta al primer viaje de Francisco Orellana por el río Amazonas. Desde esa época, la colonización de la Amazonía se ha caracterizado por auges periódicos que inevitablemente conllevan a epidemias catastróficas en poblaciones aisladas que tienen poca resistencia a enfermedades cosmopolitas tales como el sarampión, las paperas y la viruela (Mann 2005). El ejemplo más reciente y publicitado de este lamentable fenómeno es el grupo indígena Yanomamo de Roraima, en el Brasil y sur de Venezuela, que sufrió brotes de enfermedades después de su contacto con *garimpeiros*, misioneros y, posiblemente, antropólogos (Neel 1974, Sousa *et al.* 1997, Tierney 2000). Incluso hoy en día, existen casos documentados de grupos indígenas que viven en aislamiento voluntario en el suroeste del Perú, donde la construcción de la Carretera Interoceánica, inversión auspiciada por IIRSA, se iniciará pronto. Al parecer, el aumento de la actividad maderera en la región del Alto Purús ha obligado a estas comunidades a migrar hacia el Parque Nacional Manu (com. pers. N. Pitman 2005).

La salud de los colonos inmigrantes también sufre a causa de las enfermedades tropicales que tradicionalmente se asocian con los ecosistemas de bosque. Estudios recientes, efectuados en Iquitos, Perú, muestran que la transmisión de malaria es mayor en áreas deforestadas debido a que el vector de esta enfermedad, una especie determinada de mosquito, es más abundante en los hábitats de pastizales y charcas de agua estancada característicos de paisajes recién deforestados (Vittor *et al.* 2006). Incluso las enfermedades consideradas muy dependientes de mamíferos del bosque como hospederos alternativos, tales como el parásito de la leishmaniasis, han aumentado en áreas colonizadas puesto que el organismo vector del parásito, la mosca de arena (Figura 5.5), ha comenzado a infectar tanto a perros como a humanos



Figura 5.5. Enfermedades anteriormente raras se están propagando a medida que la población crece en áreas colonizadas y los patógenos se adaptan al cambio de ambiente. Esta mosca (*Lutzomyia* sp.) es el vector para el parásito que causa la leishmaniasis, una enfermedad que se ha hecho muy común en zonas colonizadas de Bolivia (© Peter Nasrecki/CI).

(Campbell-Lendrum *et al.* 2001). El impacto de la deforestación en la salud humana no se limita a habitantes del bosque o campesinos que viven en condiciones primitivas en las lindes de la selva. La mayor incidencia y gravedad de los incendios forestales también está causando un aumento de las enfermedades respiratorias tanto en asentamientos rurales como urbanos en todo el continente.

Una de las mayores amenazas para la salud humana en poblaciones locales será la introducción del virus de inmunodeficiencia humana (VIH). Estudios realizados en las dos últimas décadas han mostrado que la inmigración casi siempre va acompañada por la introducción o mayor incidencia de infecciones de VIH (Colvin *et al.* 1995). La integración regional y mejora de los sistemas de transporte que constituyen la esencia de IIRSA aumentarán, con casi total certeza, la incidencia del VIH en rincones remotos de la Amazonía, siguiendo un patrón que se ha documentado ampliamente en otras partes del mundo (UNAIDS 2006). La introducción del VIH coincidirá con un aumento en la prostitución que es muy común en áreas de frontera de la Amazonía. Los brotes de VIH superarán la capacidad de los sistemas locales de salud para controlar el contagio del virus y las consecuencias de una epidemia de SIDA derivada de éste. De modo similar al contacto de pueblos antes aislados con las enfermedades comunes de la niñez en el Viejo Mundo, en las primeras décadas del Siglo XXI, el VIH podría devastar a las poblaciones tradicionales locales, lo cual sería una terrible e innecesaria repetición de la historia.

Los daños ambientales están íntimamente ligados a los impactos sociales y muchos de los impactos sociales relacionados con las inversiones de IIRSA tendrán una índole local característica y serán difíciles de pronosticar. Lo que parecería un gran impacto social positivo podría tener consecuencias negativas para ciertos sectores de la población. Del mismo modo, un proyecto que podría beneficiar a un país o grupo de países podría no ser beneficioso para las poblaciones locales. Las nuevas metodologías de evaluación ambiental incorporan un amplio proceso participativo que tiene cada vez más respaldo de parte de los organismos de financiación y de los gobiernos nacionales.

79 En Bolivia, existe un conflicto constante sobre tenencia de tierras entre los concesionarios castañeros que han dominado la región por décadas y que cuentan con grandes concesiones de tierras, y los colonos campesinos, muchos de los cuales son ex trabajadores de los concesionarios, que han establecido comunidades e interpuesto demandas territoriales en zonas adyacentes a las concesiones. Los colonos establecen sus demandas conforme a la legislación boliviana mediante el desmonte y cultivo de la tierra. Un estudio reciente acerca de las percepciones campesinas del valor de la tierra determinó que el uso agrícola se considera la mayor prioridad y que el bosque se ve como un recurso secundario para la explotación de castaña y madera.

El propósito de este proceso es identificar las preocupaciones, necesidades y aspiraciones de las poblaciones locales antes del inicio de la migración. Estas metodologías de evaluación se discuten en el siguiente capítulo en el contexto del desarrollo en el pasado y del fracaso de gobiernos y agencias multilaterales para gestionar el crecimiento económico en la frontera amazónica.

### LA ZONA DE LIBRE COMERCIO DE MANAUS

Manaus presenta un contraste marcado con otras ciudades de la Amazonía occidental. La prosperidad de Manaus se deriva, en gran parte, de la creación de una zona de libre comercio y de políticas de promoción del crecimiento económico. Esta ciudad ha experimentado un crecimiento económico constante durante cuatro décadas y ha generado la única economía de la Amazonía que no depende de la extracción de recursos naturales. Los incentivos tributarios y la eliminación de aranceles de importación han sido la motivación más importante tanto para que empresas extranjeras como nacionales establezcan plantas de ensamblaje (Fabey 1997). Las inversiones iniciales se concentraron mayormente en la industria electrónica, motocicletas y productos químicos, pero ahora también incluyen la biotecnología. El crecimiento económico ha estimulado la creación de otras empresas que brindan a la población una amplia gama de bienes y servicios típicos de cualquier economía moderna. El turismo es un componente importante de la economía de Manaus y se considera que tiene un potencial de crecimiento casi ilimitado.

El Estado brasileño ahora procura diversificar la economía de Manaus mediante la creación de un sector de manufactura con valor agregado basado en los recursos renovables de la Amazonía, estrategia que dependerá de las pesquerías, la madera y los productos forestales no maderables de la región. La zona de libre comercio se ampliará a 153 ciudades de la Amazonía brasileña y la Fundación Getúlio Vargas buscará oportunidades de negocios económicamente viables y ambientalmente sostenibles.<sup>80</sup> El comercio tiene un papel importante en la economía local y es un componente estratégico de la zona de libre comercio. Manaus depende de tres modelos de transporte separados pero vinculados. Los servicios de transporte aéreo ofrecen conexiones rápidas y eficientes para productos y suministros de alto valor. El transporte fluvial vincula a Manaus con puertos extranjeros, además de ser el conducto para la venta de bienes manufacturados con el resto del Brasil. Las inversiones de IIRSA en carreteras brindarán un tercer componente a este

modelo de transporte, en particular la capacidad de los bienes manufacturados de Manaus para competir en el mercado andino. Dentro de Manaus, el crecimiento ha generado una serie de problemas ambientales comunes en áreas urbanas; sin embargo, la Amazonía central se ha librado de la deforestación regional que acompaña al crecimiento económico basado en los recursos naturales. La baja tasa de deforestación se debe, en parte, a las limitaciones de los suelos extremadamente infértiles de la región, pero la experiencia de Manaus demuestra que una economía moderna, basada en la manufactura de bienes y servicios, puede brindar oportunidades económicas a los habitantes de la Amazonía.

80 Los recursos de este programa se han presupuestado en un monto de \$183 millones, la mayor parte (\$58.85 millones o 32 por ciento del total) se ha dedicado al estado de Amazonas. Véase [http://www.suframa.gov.br/modelozfm\\_desregional\\_id.cfm](http://www.suframa.gov.br/modelozfm_desregional_id.cfm).



## CAPÍTULO 6

### Evaluación y Mitigación Ambiental y Social



Muchas personas consideran que el gasoducto de Cuiabá, en la región oriental de Bolivia, es una amenaza para la conservación de esta prístina región boscosa (© Hermes Justiniano/Bolivianature.com).

Los bancos multilaterales de desarrollo han sido muy criticados por no identificar y mitigar los impactos ambientales y sociales relacionados con los proyectos que financian. A partir de la década de 1980, el Banco Mundial aplicó directrices a sus inversiones que incluían estudios de impacto ambiental (EIA) y planes de gestión ambiental (World Bank 1991, 2003a). No obstante, este método ha tenido grandes fallas. Los EIA tradicionales tienden a enfocarse en impactos directos en la fase de implementación de los proyectos, sin identificar impactos secundarios generados por fenómenos económicos, sociales o ambientales relacionados con inversiones en infraestructura. Del mismo modo, la mayoría de los EIA no consideran los impactos cumulativos o los impactos sinérgicos de un proyecto, cuando éstos se agregan a los de otros proyectos. Puede que las consecuencias de cualquier proyecto no sean notables, pero los impactos secundarios, sinérgicos y cumulativos que surgen de la combinación de proyectos y fenómenos de mercado pueden causar repercusiones que superan, con mucho, los impactos del proyecto (Fogelman 1990). Por último, los EIA tradicionales no han podido influir en las decisiones de inversión tomadas por los bancos de desarrollo puesto que se han llevado a cabo después de que los procesos financieros y de planificación ya se han puesto en movimiento. Desde un punto de vista cínico, su objetivo era cumplir

un requisito normativo o manejar un problema ambiental específico, no influir en el diseño de un proyecto o en la decisión de proceder con una inversión. Los procesos consultivos públicos de los EIA tradicionales son un indicativo de esta falla intrínseca: se efectuaban después de realizarse el estudio a fin de informar a la sociedad civil, en lugar de contar con la participación de la sociedad en decisiones para proceder, modificar o rechazar la inversión planificada.

## EVALUACIÓN ESTRATÉGICA AMBIENTAL

Debido a las deficiencias inherentes de los EIA tradicionales, se ha formulado un nuevo proceso de evaluación a fin de incorporar criterios geográficos y temáticos más amplios (Partidário & Clark 2000, Espinoza & Richards 2002). Denominado Evaluación Estratégica Ambiental (EEA), dicho método pretende integrar consideraciones ambientales en la toma de decisiones (Partidário 1999). Éste tiene por objeto evaluar políticas, planes y programas – un enfoque más amplio que abarca muchos de los proyectos complejos de gran escala que surgieron en las décadas de 1980 y 1990, y que caracterizan la cartera actual de IIRSA.

Al igual que en un EIA, “medio ambiente” en una EEA se refiere tanto al ambiente natural, como al humano o social. Una meta de las EEA es identificar con precisión toda la gama de impactos potenciales directos, indirectos y cumulativos del proyecto en el medio ambiente natural y humano, de modo que se pueda diseñar e implementar una mitigación efectiva, y garantizar que la sociedad civil participe activamente tanto en las fases de investigación como de recomendación del estudio. Las recomendaciones se ordenan en un plan de acción ambiental que brinda un marco para la mitigación de impactos negativos, resaltando los impactos positivos y diseñando iniciativas de desarrollo que cumplirán las metas ambientales específicas señaladas en la EEA. Con estas evaluaciones más amplias y la participación de la sociedad en las etapas iniciales de las fases de planificación e implementación para garantizar un proceso democrático, la EEA puede fomentar el desarrollo sostenible desde un punto de vista ambiental, social y económico. En el Cuadro 2 se presenta una lista de los principales componentes de una EEA.

El BID ha estado a la cabeza en lo que se refiere a la elaboración de metodologías de EEA. Este organismo financió la primera EEA en Bolivia en 1999, preliminarmente a la construcción del Corredor Puerto Suárez–Santa Cruz (parte del Eje Interoceánico Central de IIRSA)<sup>81</sup> y, posteriormente, la evaluación de un corredor de transporte en el norte que conectará a La Paz con Riberalta y Cobija. En el Perú, la CAF ha asumido la responsabilidad de organizar las EEA y sus planes de acción

ambiental.<sup>82</sup> La CAF también se ha comprometido a incorporar evaluaciones ambientales como parte integral del proceso de planificación en la fase de diseño y ha financiado la creación de una herramienta de planificación ambiental que incluye varias bases de datos de información ambiental y social de la región andina.<sup>83</sup> El BID también tuvo un papel importante en la coordinación de la evaluación ambiental y los planes de manejo del gasoducto de Camisea y, si bien suministró relativamente poco de la financiación total, este liderazgo redujo efectivamente los riesgos políticos y ambientales, haciendo que la inversión fuese más interesante para la banca privada.<sup>84</sup>

Pese a los avances en diseño y realización de evaluaciones integrales de impacto, estos métodos no parecen haberse aplicado a IIRSA, ni a muchos de los proyectos contemplados en el PPA del Brasil. Esencialmente, los gobiernos miembros presentaron una lista de proyectos prioritarios que, consecuentemente, fueron privilegiados para futuro financiamiento. Si bien la página Web de IIRSA indica que se incorporaron temas ambientales en el análisis de factibilidad durante sus etapas preparatorias en 2003 y 2004, los resultados de este análisis no se han presentado al público. De acuerdo a Bank Information Center, un grupo de vigilancia que monitorea a las entidades multilaterales de financiamiento, las instituciones participantes de IIRSA no han indicado cómo pretenden armonizar sus normas ambientales (BICECA 2006b). Lamentablemente, parecería que la CAF y el BID no han aprovechado plenamente los recursos de sus propias instituciones, por ejemplo, una revisión rápida de los mapas presentados en la página Web de IIRSA revela que áreas protegidas de importancia, tales como Madidi, Tambopata y Cordillera Azul, no aparecen en su base de datos. Los errores en la presentación pública de los proyectos dan lugar a cuestionamientos serios acerca de la suficiencia de sus procesos de evaluación ambiental.

En un artículo publicado recientemente, Robert Goodland, ex director de la unidad ambiental del Banco Mundial, comenta acerca de las deficiencias en las políticas ambientales de las agencias multilaterales de financiamiento. Entre sus recomendaciones, tres tienen particular importancia para IIRSA. En primer lugar, Goodland indica la necesidad de ampliar el alcance de los análisis ambientales de modo que todos los préstamos se evalúen en el contexto de los impactos ambientales y sociales, incluidos los préstamos para ajustes estructurales y los préstamos a corto plazo para la administración de la balanza de pagos y aspectos macroeconómicos de las economías nacionales.<sup>85</sup> En segundo lugar, Goodland recomienda que todos los préstamos se evalúen en el contexto del cambio climático global, examinando el riesgo que el cambio climático representa

81 La recomendación original estimaba un monto de alrededor de \$60 millones para el Plan de Acción Ambiental, lo que representa aproximadamente un 20 por ciento del costo total de la construcción de la carretera; el plan fue financiado eventualmente por el BID con un presupuesto de \$21 millones. La implementación tuvo una demora de 3 años mientras el BID y los organismos gubernamentales negociaban la administración del programa. Véase la página <http://www.snc.gov.bo/obras/corredores/index.html>.

82 Recientemente, la CAF (\$10 millones) y el gobierno peruano (\$7 millones) se comprometieron a implementar un plan de acción ambiental para el corredor sur, el cual incluía alrededor de \$1 millón para la evaluación estratégica ambiental.

83 CONDOR fue creada por Conservación Internacional (<http://www.caf.com/view/index.asp?pageMs=14890&ms=11>).

84 En contraste con la CAF y el BID, FONPLATA no ofrece información acerca de políticas ambientales en su portal.

85 Recientemente, el Fondo Monetario Internacional (FMI) exigió que Ecuador proceda con la construcción del oleoducto OCP para garantizar el crecimiento económico a largo plazo, el OCP tendrá impacto en el bosque tropical amazónico, pero el FMI no efectúa evaluaciones ambientales de sus préstamos destinados a medidas macroeconómicas (com. Pers. Rosanna Andia, Bank Information Center).

Cuadro 2. Contenido de una Evaluación estratégica ambiental

Descripción de políticas y programas	Narrativa en la que se identifican las actividades de la política o el programa que se implementará y los impactos ambientales que ocurrirán si se implementa
Lógica para escoger políticas y programas	Se identifican las actividades que podrían afectar al medio ambiente
Objetivos	Se señalan claramente los objetivos de la política o del programa, indicando grupos beneficiarios y área geográficas enfocadas
Alcance	La escala geográfica de la evaluación deberá ser la misma o mayor que el alcance de la política o el programa correspondiente
Alternativas	Se indica porqué se ha seleccionado una política o un programa específicos
Línea base general	Se describe, cuantitativa y cualitativamente, el área antes de la implementación de la política o el programa
Identificación de impactos	Se identifican los impactos ambientales y sociales positivos y negativos en el contexto de la situación ambiental anterior y se pronostican los impactos directos, indirectos y cumulativos
Evaluación de impacto ambiental	Se evalúan los impactos positivos y negativos que la política o el programa generarán, tomando en cuenta el marco normativo del país. Se justifica y evalúa la política o el programa mediante modelos y simulaciones. Se identifican las condiciones ambientales, considerando los peores escenarios
Definición de objetivos ambientales	Se definen los objetivos ambientales de la política o el programa y se determina un plan de acción ambiental en el que se detallan las medidas necesarias para cumplir dichos objetivos
Plan de acción ambiental para el logro de los objetivos	Plan para facilitar el cumplimiento de los objetivos ambientales propuestos, en particular para mitigar impactos negativos y acrecentar impactos positivos. Deberá garantizar la participación ciudadana en todo el proceso y monitorear los planes de acción.

Modificado a partir de Espinoza & Richards (2002)

para la inversión, así como el riesgo que la inversión representa para el clima global. Por último, este experto sugiere que se incorporen evaluaciones ambientales y sociales estratégicas como elemento central de la estrategia de asistencia a los países en vías de desarrollo, documento de planificación en el que se establece el marco para toda la cartera de préstamo de cada institución multilateral (Goodland 2005).

La presión ejercida por la sociedad civil motivará a los gobiernos y las entidades de financiación a efectuar evaluaciones ambientales y sociales bastante completas de cada uno de los corredores de transporte de IIRSA y éstas generarán planes de gestión que intentarán limitar los impactos ambientales directos e indirectos. No obstante, un método de evaluación ambiental aplicado por partes y la formulación de planes separados de gestión no alterarán significativamente el resultado eventual: calentamiento global, deforestación a gran escala y degradación forestal. Este tema corresponde, específicamente, a los impactos cumulativos y sinérgicos. Individualmente, los proyectos no parecen generar impactos adversos considerables y, lamentablemente, se implementan prestando muy poca importancia a evitar o mitigar consecuencias negativas. Si se consideran en conjunto, sin embargo, tal y como se discute en el Capítulo 2, los distintos proyectos de desarrollo de IIRSA tendrán importantes impactos sinérgicos que se pueden y deberían identificar y resolver.

De acuerdo a las directrices señaladas por el BID, los análisis ambientales deberán efectuarse en la escala adecuada para las

políticas, los planes y los programas que se estén implementando (Espinoza & Richards 2002). Puesto que IIRSA es una iniciativa a escala continental, se deberán llevar a cabo análisis a escala continental para determinar impactos cumulativos. La evaluación deberá enfocarse, también, en los efectos sinérgicos de todos los proyectos de IIRSA en el contexto de otros fenómenos regionales y mundiales de desarrollo. Asimismo, las recomendaciones deberán tener perspectiva internacional y deberían incorporar soluciones que respondan directamente a los comportamientos humanos que causan la degradación del ecosistema en la Amazonía.

## PLANES DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Uno de los componentes más importantes de una EEA es el plan de acción ambiental, instrumento que establece los pasos para evitar, mitigar y compensar los impactos primarios y secundarios identificados en la evaluación. Lo que es más importante, sin embargo, es que este plan debe funcionar como un mapa para el logro de los objetivos que la EEA ha definido. Los planes de acción ambiental son ejecutados por los gobiernos locales, generalmente con asistencia financiera del organismo multilateral involucrado en el proyecto.<sup>86</sup> El objetivo principal de un plan de acción consiste en crear un marco jurídico y brindar

<sup>86</sup> Entre los ejemplos se incluyen el plan de acción ambiental para el Corredor Puerto Suárez-Santa Cruz y el Plan de Desarrollo Sostenible para BR-163.

**Recuadro 6****Deforestación: es cosa de la economía**

Quizás, la lección más importante que se haya aprendido a partir del proyecto PLANAFLORO en Rondonia, en la década de 1990, haya sido el reconocimiento de que los esfuerzos a nivel comunitario no son suficientes para lograr el desarrollo sostenible. La deforestación es causada, casi mayoritariamente, por las acciones de propietarios individuales de tierras, tanto familiares como empresariales, que buscan modelos de producción económicamente ventajosos. Esta conclusión se resume sucintamente en el capítulo de “Lecciones Aprendidas” de la evaluación de PLANAFLORO (World Bank 2003b):

El objetivo del proyecto fue cambiar el comportamiento de agentes públicos y privados en cuanto al uso de los recursos naturales de los bosques húmedos tropicales. El concepto del proyecto no tomó en cuenta las marcadas fuerzas económicas y políticas existentes que operaban (y siguen operando) a favor de la expansión continua del desmonte – la “economía política” de las fronteras... Éstas [las iniciativas del proyecto] tomaron en cuenta a una parte de la sociedad (“la sociedad civil organizada”) pero no los intereses del sector privado, sobre la base de una estrategia vaga de desarrollo para la comunidad, en gran medida sin ninguna tecnología sólida y comprobada de gestión de recursos naturales que hubiese revertido el uso convencional (desmonte) de los bosques húmedos.

incentivos para el desarrollo sostenible en la región que será afectada por el proyecto. Por ejemplo, se promueven sistemas agrícolas integrales en áreas que se consideran aptas para la agricultura permanente y el manejo agroforestal, mientras que el manejo forestal sostenible, que abarca tanto productos forestales maderables como no maderables, se promueve en paisajes considerados apropiados para dichas actividades. Un estudio de zonificación agro-ecológica, en el que se delimite el uso mayor de la tierra, es clave para ambos conjuntos de recomendaciones

Un plan de acción ambiental debe mitigar la deuda social en áreas de frontera al realizar inversiones prioritarias en infraestructura y servicios sociales, a la vez que los productores reciben crédito financiero para efectuar las inversiones recomendadas. En este sentido, los esfuerzos para resolver conflictos de tenencia de tierras y proteger los derechos indígenas tienen prominencia, al igual que los programas para consolidar los sistemas de áreas protegidas. El ejemplo más reciente de plan de acción ambiental es el Plan de Desarrollo Sostenible para BR-163, la carretera que conecta Cuiabá con Santarém en la Amazonía brasileña.

Pese a las buenas intenciones de gobiernos y organismos de financiación para identificar y mitigar tanto los impactos primarios como secundarios de las inversiones en infraestructura, la historia reciente muestra la dificultad que supone la gestión del desarrollo en la Amazonía. En las décadas de 1980 y 1990, el gobierno brasileño intentó gestionar el proceso de colonización mediante dos ambiciosos proyectos ejecutados en el estado de Rondonia. El primero, conocido como Proyecto Polo Nordeste, fue financiado por el Banco Mundial pese a una evaluación interna de debida diligencia (“*due diligence*”) que determinó casi todos los riesgos que, a la larga, aquejarían al proyecto (Redwood 2002). El Banco Mundial fue muy criticado por su papel en el diseño y la ejecución del proyecto y, eventualmente, accedió a la realización de un proyecto de seguimiento de manejo de recursos naturales, denominado PLANAFLORO, con el que se pretendía

crear un marco jurídico y una estructura de incentivos para el desarrollo sostenible en Rondonia (Schwartzman 1985).

La experiencia de PLANAFLORO brinda lecciones importantes acerca de los intentos de “arreglar” el desarrollo en la Amazonía. Una revisión interna, efectuada al terminar el proyecto, reveló que éste tuvo un éxito relativo (World Bank 2003b) (véase el Recuadro 6). En el lado positivo, las inversiones en servicios de salud y educación se consideraron adecuadas, el fortalecimiento de la organización comunitaria y la sociedad civil se consideró muy bueno y se determinó que las mejoras en la infraestructura física tal como sistemas de agua, electrificación rural y mantenimiento de caminos fueron ejecutadas adecuadamente. Otro aspecto destacable fue que se consolidaron las unidades de conservación y los territorios indígenas; el gobierno federal y el estado de Rondonia demarcaron 4,75 millones de hectáreas como áreas protegidas y 4,81 millones de hectáreas como territorios indígenas, lo cual, en conjunto, representa aproximadamente un 40 por ciento de la superficie territorial del estado de Rondonia.<sup>87</sup>

Lamentablemente, PLANAFLORO no pudo disminuir la deforestación. Aproximadamente 35 por ciento de la superficie total de Rondonia se ha deforestado, lo cual corresponde a casi un 70 por ciento del área boscosa situada fuera de unidades de conservación y territorios indígenas. En términos prácticos, eso significa que casi todos los bosques que están fuera de áreas protegidas se han degradado debido a incendios y fragmentación. Asimismo, existen reportes frecuentes de extracción ilícita de madera en áreas de conservación y reservas indígenas (Pedlowski *et al.* 2005), que también sufren incendios rutinariamente. Siempre habrá esperanza en que esfuerzos futuros de gestión del desarrollo funcionen mejor, lo cual es, esencialmente, la motivación del Plan de Desarrollo Sostenible para BR-163. Cabe

87 El proyecto del Banco Mundial en Rondonia se denominaba PLANAFLORO (World Bank 2003b); un proyecto similar con resultados parecidos (PRODEA-GRO) se diseñó, financió e implementó en Mato Grosso (World Bank 2003c).

notar en dicho esfuerzo el énfasis en repetir los aspectos que funcionan, principalmente la designación de todos los paisajes forestados existentes como unidades de conservación o reservas indígenas. El objetivo evidente es crear un cinturón alrededor del corredor de desarrollo y, es de esperarse, limitar la deforestación a un corredor estrecho adyacente a la carretera. Quizás la diferencia más importante entre PLANAFLORO y el Plan BR-163 sea la participación de los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) en su diseño, además de su implementación.

Lamentablemente, los planes de acción ambiental relacionados con las inversiones de IIRSA también tendrán que luchar con la implementación. En Bolivia, el plan de acción para los corredores de transporte de IIRSA entre Santa Cruz y Puerto Suárez está plagado por problemas administrativos, mientras que en Perú la EEA se está efectuando paralelamente con la fase de construcción del Corredor Interoceánico. En Ecuador, el nuevo gobierno ha propuesto una carretera que conecte a Manaus con las tierras bajas ecuatorianas y en Colombia, los conflictos de orden público y las drogas ilícitas complicarán cualquier esfuerzo organizado para gestionar el desarrollo.



## CAPÍTULO 7

### Evitar el Fin de la Amazonía



El futuro de la Amazonía dependerá, en gran medida, de las oportunidades de educación que se brinde a sus habitantes; los pagos por almacenamiento de carbono podrían usarse para invertir en servicios de salud y educación (© Hermes Justiniano/Bolivianature.com).

Las dos mayores amenazas para la conservación de la biodiversidad de la Amazonía son el cambio climático y la deforestación, las cuales serán estimuladas sobremanera por las inversiones de IIRSA y PPA. La deforestación y la degradación del bosque son un hecho patente en los márgenes de la Amazonía. IIRSA y las iniciativas relacionadas con ésta conllevarán a la mayor fragmentación de la Amazonía, acelerarán la degradación de bosques en los Andes y completarán la conversión de las sabanas del Cerrado en tierras de cultivo.

Sin un cambio radical en la índole del desarrollo moderno, los esfuerzos efectuados por los gobiernos, los organismos de financiación y la sociedad civil para limitar la degradación serán infructuosos. Los mercados regionales y mundiales seguirán dominando la dinámica del frente agrícola y las soluciones convencionales para disminuir o limitar la deforestación tendrán pocas probabilidades de éxito.

Aunque el desarrollo sostenible se ha promovido como un marco filosófico para reconciliar el desarrollo y la conservación, en la práctica, éste sólo ha mejorado los aspectos más evidentes del desarrollo pero no ha tenido un impacto considerable en la disminución de la tasa de deforestación en el trópico (Figura 7.1).



Figura 7.1. La Amazonía necesita un nuevo paradigma de desarrollo en el que los recursos naturales se transformen en bienes y servicios que sean competitivos en los mercados mundiales; por ejemplo, este proyecto experimental de piscicultura en Bolivia se basa en la abundancia de aguas superficiales de la región, peces nativos herbívoros, y soya y maíz producidos localmente (© Pep Barba/Estación Piscícola Mausa).

En las mejores circunstancias, las áreas protegidas y las reservas indígenas serán consolidadas de modo que funcionen como reservas biológicas. No obstante, es poco probable que más de un 30 a 40 por ciento de la superficie territorial de la Amazonía se reserve para este propósito. Asimismo, las reservas indígenas y extractivas encararán una mayor degradación a menos que el llamado modelo de manejo forestal sostenible se modifique significativamente o las comunidades opten por no utilizar dicha alternativa de explotación. Fuera de los sistemas de áreas protegidas y reservas indígenas, el paisaje estará sujeto a las fuerzas inevitables del mercado.

En los últimos 20 años, las políticas para disminuir la deforestación han dependido de la mejora de la “governabilidad”, pero lamentablemente, éstas han sido en gran parte – si no enteramente – inefectivas. Los dos métodos más comunes han sido 1) invertir en estudios de planificación de uso del suelo que promuevan el manejo forestal y 2) promulgar normativas que requieran que los propietarios de tierras mantengan una cantidad especificada de sus tierras como hábitats naturales.<sup>88</sup> La deforestación, sin embargo, continúa alcanzando niveles record y los informes recientes del Brasil que indican que la tasa anual de deforestación ha disminuido, probablemente se deben a un fenómeno de corto plazo causado por la debilidad de los mercados internacionales más que al éxito de las políticas gubernamentales para suprimir el cambio de uso del suelo. Los propietarios de tierras ignoran, de manera rutinaria, las exigencias de mantener cierto porcentaje de las propiedades bajo cobertura boscosa. Del mismo modo, las regulaciones que prohíben el desmonte a lo largo de cursos de agua y en pendientes agudas para crear servidumbres ecológicas son ignoradas o se

desconocen. Pese al éxito limitado en cuanto a la mejora del manejo forestal, la mayoría de la madera se origina en la frontera agrícola donde los paisajes de bosque son despojados de sus recursos madereros antes de que el suelo se convierta a cultivos o pastizales.

Algunos analistas se muestran esperanzados en sentido de que la tendencia actual de descentralización de las responsabilidades administrativas hacia los gobiernos regionales y municipales disminuirá la deforestación. Éstos creen que los gobiernos locales serán más efectivos en convencer a los propietarios de tierras para que conserven el bosque, limiten el uso del fuego y evitan la sobreexplotación de ecosistemas terrestres y acuáticos (Nepstad *et al.* 2002). Si bien la mejora de los gobiernos locales constituye una meta loable, es poco probable que los propietarios de tierras privadas reaccionen de manera diferente a las condiciones prevalecientes del mercado o que los gobiernos locales sean menos corruptos o sean más concientes de temas ambientales que los gobiernos nacionales (Fearnside 2003).

Los propietarios de tierras siempre tratarán de maximizar sus propios beneficios económicos y ningún tipo de normativa alterará este comportamiento. Éstos probablemente también dominarán a los gobiernos locales y sus políticas. En el mundo desarrollado, el derecho del propietario de tierras a manejar la propiedad privada se considera uno de los cimientos de la economía de mercado libre y un elemento básico de la naturaleza humana. No sería razonable esperar que los propietarios de tierras de la Amazonía, la mayoría de los cuales provienen de esta tradición cultural, se comporten de otro modo, al margen de los sistemas jurídicos que pretendan controlar la explotación de recursos naturales a favor de los intereses nacionales. Si los mercados siguen prevaleciendo y las normativas establecidas por ley demuestran ser inefectivas, entonces será necesario formular e implementar métodos alternativos para salvar a la Amazonía que reconozcan el predominio del mercado, o la sociedad deberá aceptar el hecho de que la mayor parte de este bosque se degradará eventualmente. Un método consiste en reconocer el predominio de los mercados y manipularlos mediante mecanismos regulativos que han sido efectivos en otras partes del mundo. Casi todos los mercados están regulados en cierta medida, a fin de evitar situaciones extremas que se caracterizan como un abuso de éstos. Tal y como lo ha demostrado la historia reciente, los mercados no regulados de tierras y bienes a la larga conllevarán a la deforestación total de la Amazonía, lo cual se puede considerar, lógica y apropiadamente, un abuso del mercado.

La regulación del mercado puede tener muchas formas, pero las más efectivas son las basadas en incentivos económicos que motivan a los individuos a elegir voluntariamente aquello que favorece sus intereses económicos a corto plazo. En Norteamérica, Europa y Japón, subsidios e incentivos tributarios orientan el uso del suelo y promueven ciertas iniciativas de producción. La agricultura constituye el ejemplo más obvio de cómo los subsidios mantienen un uso del suelo que, de otro modo, no sería competitivo económicamente. Los países que aplican subsidios a la agricultura arguyen que éstos son necesarios para garantizar actividades tradicionales, esenciales para su

88 El Código Forestal del Brasil fija este valor en 80 por ciento en la Amazonía y 20 por ciento en el Cerrado.

economía y brindar bienestar social a un sector importante de la población. Este argumento se aplica igualmente bien a la conservación del ecosistema del bosque amazónico. Brasil y los países andinos han reconocido que la conservación de la Amazonía es una prioridad estratégica. Si se combina esto con la prioridad estratégica aún mayor del desarrollo económico para mejorar el bienestar de sus poblaciones, se podrá justificar plenamente el uso de subsidios directos e indirectos para garantizar inversiones y actividades que promueven el crecimiento económico a la vez que conservan el ecosistema amazónico.

El desafío radica en hallar una fuente de ingresos suficientemente grande como para financiar los subsidios necesarios. Igualmente importante sería establecer modelos económicos que produzcan bienes y servicios, al mismo tiempo que se evita la deforestación. Afortunadamente, el creciente reconocimiento de que los servicios ecológicos tienen un valor de mercado real está creando una oportunidad para financiar este nuevo paradigma de desarrollo. Será necesario, en la próxima década, formular y seleccionar opciones clave de políticas que generen los ingresos y garantizar un marco que ofrezca los incentivos económicos adecuados para las personas que viven y trabajan en la Amazonía.

A continuación se presentan algunas recomendaciones aplicables en políticas y mecanismos que suministrarían un nuevo paradigma de desarrollo para la Amazonía. Esta lista no es, de modo alguno, exhaustiva o particularmente novedosa, pero indica oportunidades para reducir la deforestación a la vez que se encaran los principales impedimentos para el desarrollo sostenible en la Amazonía, el Cerrado y los Andes.

### RECAUDACIÓN DE FONDOS MEDIANTE LA MONETIZACIÓN DE LOS SERVICIOS ECOLÓGICOS

Actualmente existe preocupación mundial acerca del calentamiento global y conciencia de que la conservación de los bosques tropicales puede mitigar parcialmente esta amenaza. En este contexto, un marco para la transferencia de fondos desde países desarrollados a países en vías de desarrollo que posean ecosistemas tropicales amenazados podría servir como una fuente de ingresos para la conservación y para subvencionar un desarrollo que sea verdaderamente sostenible. La mayoría de estos ingresos provendrían de créditos de carbono, que se implementarán eventualmente conforme a la reglamentación modificada de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC 2006).

- Se obtendrían créditos de carbono mediante la reducción de emisiones generadas por la deforestación y la degradación de bosques (denominadas REDD en la terminología de UNFCCC). Por ejemplo, una disminución del 5 por ciento en la tasa de deforestación de la cuenca amazónica generaría aproximadamente 650 millones durante el primer año de un compromiso de varios años; los montos se multiplicarían enormemente al incrementarse las emisiones evitadas durante periodos de compromiso de 30 años (véase el Anexo, Cuadro A.3).

- En el caso de los países con niveles actuales elevados de deforestación, las reducciones se calcularían sobre la base de la deforestación histórica; otros países podrían negociar un paquete distinto de compensación a fin de no ser penalizados por niveles bajos anteriores (o recientes) de deforestación.
- El tema de “leakage” – el desplazamiento de emisiones existentes a otras regiones en lugar de verdaderas reducciones – se gestionaría estableciendo objetivos de reducción de la deforestación a nivel nacional. Consiguientemente, los cambios positivos o negativos en la tasa de deforestación dentro de un país se cancelarían mutuamente o, desde una perspectiva más optimista, se sumarían.
- Los proyectos de reforestación y aforestación se ampliarían enormemente en países en vías de desarrollo a fin de restaurar las funciones del ecosistema en paisajes degradados anteriormente. Las regulaciones actuales del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) no han fomentado el almacenamiento de carbono en muchos países debido a las cargas que supone la implementación y certificación del mismo. Varias de estas medidas se impusieron en respuesta a preocupaciones en sentido de que los proyectos de reforestación podrían estimular, distorsionadamente, a los agentes impulsores de la deforestación. En la década pasada se ha demostrado, sin embargo, que éste no es el caso y, consecuentemente, los proyectos de reforestación en los países en vías de desarrollo se han rezagado.
- Los compromisos nacionales de reducción de emisiones provenientes de la deforestación (RED) y almacenamiento de carbono (MDL) dentro del marco de UNFCCC podrían complementarse con proyecto individuales financiados mediante mercados voluntarios con un proceso menos estricto de certificación que el de UNFCCC, sobre todo en casos en que éstos brinden beneficios marcados para la conservación de la biodiversidad y el bienestar humano. La certificación voluntaria podría fortalecerse mediante el cumplimiento de las normas establecidas en la Convención sobre Diversidad Biológica y las Metas de Desarrollo del Milenio.
- Los esquemas de compensación mediante créditos de carbono deberían ser diseñados y administrados por los gobiernos de países soberanos como parte de su estrategia nacional de reducción de las emisiones de carbono. Ciertos países podrán adoptar mecanismos de mercado, mientras que otros podrán optar por crear fondos de compensación que sean alimentados por los sectores público y privado.<sup>89</sup>
- Puesto que su producción agrícola y energía hidroeléctrica dependen parcialmente de la Amazonía, los países del Cono Sur (Argentina, Paraguay y Uruguay) se sumarían a Brasil para efectuar pagos por servicios ecológicos de acuerdo al porcentaje que cada país del Mercosur reciba de la Amazonía y su grado de desarrollo económico.

89 Brasil ha propuesto que se efectúen pagos de transferencia como parte de los programas de asistencia al desarrollo, mientras que Alliance for Rainforest Nations ha propuesto que se usen sistemas de mercado para controlar las transferencias.

## UN INTERCAMBIO EQUITATIVO: SERVICIOS ECOLÓGICOS A CAMBIO DE SERVICIOS SOCIALES

Los habitantes de zonas de frontera señalan que la educación y salud constituyen sus dos necesidades más importantes; es así que redirigir los subsidios económicos que vinculen la conservación del bosque con los servicios sociales crearía un electorado local poderoso a favor de la conservación. A fin de reducir la deforestación, cada país deberá contar con la participación de los actores responsables de la deforestación y monitorear anualmente la eficacia del programa. Si bien la administración de subsidios económicos variará entre los países, los recursos y beneficios deberán fluir hacia las comunidades locales, al margen del mecanismo que se seleccione. Puesto que los gobiernos locales usualmente son responsables de prestar servicios sociales esenciales, éstos serían los candidatos lógicos para administrar dichos programas (véase abajo).

- Los pagos de transferencia a gobiernos locales por concepto de créditos de carbono y otros servicios ecológicos deberían dedicarse a la mejora de la educación y la salud.
- Los pagos por servicios ecológicos no deberían constituirse en derechos automáticos. Se podrían usar incentivos positivos mediante un aumento de presupuestos para recompensar a las comunidades por superar sus compromisos, mientras que las comunidades que no cumplan los compromisos encararían reducciones presupuestarias.
- Un mecanismo similar para reducir los incendios forestales podría generar ingresos adicionales basados en el carbono. Una reducción de incendios favorecería al manejo forestal, la salud local y contribuiría a mejores regímenes de precipitación.

### QUID PRO QUO

Si bien los servicios ecológicos pueden ofrecer una nueva e importante fuente de ingresos nacionales, algunos países podrán necesitar incentivos adicionales para suscribir acuerdos por prestación de servicios ecológicos. En particular, Brasil y los países andinos podrían resistirse a participar en mecanismos que aparentemente limiten su soberanía sobre los recursos naturales de la Amazonía. Para que la participación sea más atractiva desde un punto de vistas político, los sistemas de compensación relacionados con los servicios ecológicos podrían vincularse también con otras prioridades nacionales tales como el comercio y la seguridad internacional.

- Los subsidios agrícolas que se aplican en Europa y Norteamérica son un tema de disputas en las conversaciones de comercio internacional. Brasil está a la cabeza de los países en vías de desarrollo que abogan por la reducción de subsidios agrícolas para la liberación del comercio de bienes y servicios industriales. La transferencia de subsidios de la agricultura interna a la conservación del bosque a través de la reducción de emisiones provenientes de la

deforestación limitarían la expansión agrícola en la Amazonía e, indirectamente, protegería a los agricultores europeos y norteamericanos.<sup>90</sup> Brasil abriría sus mercados a bienes y servicios industriales, mientras que los países desarrollados abrirían sus mercados a alimentos y biocombustibles procedentes del Brasil.

- El cambio climático global constituye una amenaza real y actual para la seguridad del planeta – amenaza que el colapso de la Amazonía podría acentuar drásticamente.<sup>91</sup> Si bien el Consejo de Seguridad de Naciones Unidas tradicionalmente no ha tocado el tema de seguridad ambiental, un aumento de los desastres naturales relacionados con el clima podría dar más peso a la petición del Brasil de un escaño permanente en dicho consejo.
- En la Zona de Libre Comercio de Manaus, las empresas industriales mostraron su disposición a invertir en un centro urbano amazónico cuando se les ofrecieron ventajas tributarias y reducciones arancelarias. Esto podría usarse como modelo para centros manufactureros y comerciales en otras ciudades de la región, brindando una alternativa al desarrollo basado en la explotación de recursos naturales. Cualquier iniciativa de este tipo deberá incluir, también, incentivos para la transferencia de tecnología de modo que estos centros trasciendan la etapa de línea de ensamblaje inicial (maquiladora).

### SUBVENCIÓN DE LOS SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PRODUCCIÓN

Los habitantes de la Amazonía necesitan y se merecen mayores oportunidades económicas. Lo ingresos generados por la monetización de los servicios ecológicos podrían subvencionar sistemas de producción que estimulen el crecimiento económico y se mantengan compatibles con la conservación del bosque. En la región, existe una serie de limitaciones económicas sistémicas para el crecimiento económico. La más importante de éstas es la inseguridad en la tenencia de la tierra, seguida por la deficiencia de los sistemas de transporte, la ausencia de créditos asequibles y la carencia de suministros seguros de energía. Los actuales modelos de desarrollo no ofrecen soluciones adecuadas para ninguno de estos impedimentos y tienden a promover la deforestación. Los siguientes modelos alternativos conservan los servicios ecológicos y podrían reemplazar a los modelos existentes si los mercados se regulasen efectivamente y se acompañasen con subsidios para contrapesar las fuerzas existentes del mercado.

#### Personas por vía aérea, carga por vía fluvial

Como alternativa a las carreteras que degradan y fragmentan la Amazonía, los países de la región podrían adoptar un modelo de transporte en el que se usen aerolíneas y barcas de transporte fluvial. El sistema podría complementar a una red caminera limitada prevista por IIRSA, pero eliminaría la necesidad de otros

90 Los subsidios que se aplican en Europa y Norteamérica fluctúan entre los \$50 y 75 mil millones anuales. Los pagos propuestos por servicios de almacenamiento de carbono representan sólo un 1 por ciento de este total.

91 Recientemente, el ejército de los EE.UU. reconoció que el cambio climático global constituye una amenaza importante para la seguridad nacional (MAB 2007).

proyectos promovidos por los ministerios nacionales y estatales de transporte.<sup>92</sup> Como parte de un programa modificado de inversiones de IIRSA, éste ofrecería alternativas económicas para el transporte de personas y mercancías.

- Las empresas de transportes aéreo y fluvial podrían financiarse directamente mediante reducciones tributarias, así como con precios subvencionados de combustible y tasas de interés inferiores a las tasas de mercado para las inversiones capitales. La cobertura de áreas remotas podría subvencionarse directamente mediante pagos en efectivo para garantizar un servicio confiable y regular.
- Los servicios aéreos promocionarían la integración regional al ofrecer vuelos trans-fronterizos que no hagan escala en ciudades capitales o grandes ejes regionales.
- Una ampliación del servicio aéreo favorecería a la industria turística al abrir áreas remotas y existiría el beneficio adicional de reducción del impacto ambiental en áreas con gran afluencia de turismo.
- Un servicio de transporte fluvial subvencionado brindaría una solución económica para el movimiento de materias primas a granel (es decir, granos, minerales, biocombustibles y madera).

### Tenencia de la tierra y conservación

La reforma de los sistemas de tenencia de la tierra es de suma importancia para detener la deforestación. La demanda de tierras es una de las causas principales de deforestación puesto que los sistemas actuales de titulación recompensan a los propietarios que deforestan y castiga a los que no lo hacen. El objetivo sería mantener una matriz de bosque mediante la subvención de modelos de uso del suelo que obedezcan la norma 80:20 (bosque: tierra cultivada) que estipula el Código Forestal del Brasil.<sup>93</sup> Se necesitan normativas gubernamentales e incentivos económicos de mercado para garantizar que los sistemas intensivos de producción estén ligados con la conservación del bosque.

- Las empresas que acepten la aplicación de una proporción contractualmente vinculante de 80:20 gozarían de un proceso expedito de titulación.<sup>94</sup>
- El Estado distribuiría la tierra mediante transacciones comerciales en lugar de otorgamiento, y las condiciones de las hipotecas estipularían la aplicación de la proporción 80:20 de uso del suelo.

- En paisajes muy deforestados, se ofrecería acceso a créditos con intereses bajos y titulación expedita a las empresas que accedan a plantar árboles para cumplir con la norma 80:20 de uso del suelo.
- Las empresas que acepten la aplicación de la norma 80:20 de uso del suelo tendrían acceso a préstamos con intereses bajos para implementar modelos de producción intensiva (véase la sección siguiente).
- El cumplimiento de la norma 80:20 de uso del suelo sería monitoreado mediante tecnología de teledetección y registros de derechos reales administrados por los gobiernos locales y nacionales. El incumplimiento conllevaría en una revocatoria inmediata de crédito y reversión de las tierras al Estado.

### Crecimiento económico y creación de puestos de trabajo

La producción intensiva debe predominar en paisajes que se han convertido a usos agrícolas, ganaderos o forestales en plantaciones.<sup>95</sup> Dicha producción debe garantizar la sostenibilidad a largo plazo y ser diversificada a fin de asegurar la estabilidad económica en los mercados fluctuantes de materias primas. El crédito, el transporte y la energía subvencionados son de suma importancia y deben ser considerados como componentes legítimos de los modelos de producción amazónicos; no obstante, los productores deberán generar bienes y servicios interesantes que sean competitivos en mercados reales.

- Una industria turística diversificada podría enfocarse en el ecoturismo, pero también incluir la pesca deportiva, el turismo cultural, actividades deportivas de aventura (esquí acuático y buceo) y cruceros de lujo.
- La industria turística debería democratizarse mediante la participación de comunidades locales como accionistas en nuevas empresas. Se puede ofrecer crédito subvencionado a las empresas que incluyan a las comunidades locales como accionistas.
- Se debería promover la piscicultura como sistema primario de producción de la Amazonía.<sup>96</sup> El agua es el recurso más abundante y valioso de la región, y debería constituir la base de su crecimiento económico. La piscicultura es el método más eficiente para convertir la materia vegetal en proteína animal y puede organizarse en unidades pequeñas gestionadas por familias.<sup>97</sup> También puede ser un componente clave en la cadena de producción que

92 Todos los países andinos tienen versiones diferentes de una carretera de pie de monte que atravesaría varios parques nacionales, mientras que Brasil tiene prevista una segunda carretera Transamazónica (BR-210), denominada *Perimetral Norte*, que discurriría paralela al río Amazonas aproximadamente a 8 grados al norte del Ecuador.

93 Incluso los escenarios más optimistas de cambio de uso del suelo pronostican que al menos 20 por ciento de la Amazonía se convertirá a sistemas intensivos o semi-intensivos de producción durante el próximo siglo, mientras que los escenarios pesimistas predicen hasta un 50 por ciento de deforestación. Por consiguiente, un modelo de uso del suelo en el que 20 por ciento del paisaje se deforeste pero que esté condicionado a la conservación de un 80 por ciento conllevaría a una reducción de la deforestación.

94 Diez por ciento de la Amazonía equivale a cerca de 25.000 km<sup>2</sup>. Con una productividad promedio de \$500 por hectárea (con base en rendimientos y precios bajos de soja en Bolivia), esto generaría \$1,2 mil millones en ingresos anuales para la región. El potencial de los biocombustibles superaría, con mucho, a esta cifra.

95 En ciertas partes del trópico húmedo, sólo un 5 por ciento de las tierras deforestadas se dedican a la producción, mientras que el otro 95 por ciento se deja como barbecho de bosque secundario.

96 La piscicultura es ahora la forma de producción de alimentos de mayor crecimiento del mundo. Desde 1990, ésta se ha incrementado en una tasa de 10 por ciento al año. Si esta tendencia continúa, en una década, la producción de pescado y mariscos en criaderos superará a la pesca de éstos en estado silvestre.

97 Se han obtenido rendimientos de 3.682 kg./ha en pesquerías comerciales de *Colosoma macropomum* (tambaquí), especie frugívora que se alimenta con una dieta comercial en lagunas sembradas; 10.000 ha de lagunas producirían 35.000 toneladas métricas de pescado al año, lo cual igualaría a la captura de todas las especies piscícolas de Loreto, Perú en 1994 (Peralta & Teichert-Coddington 1989).

vincule a los graneros de Mato Grosso y Santa Cruz con mercados del exterior.<sup>98</sup>

- Las plantaciones forestales en regiones ya deforestadas almacenarán carbono a la vez que crean un recurso económico a mediano plazo. Se puede usar subsidios, mediante préstamos con intereses bajos, apoyo técnico y pagos directos, para la reforestación de paisajes.
- La explotación de hidrocarburos y minerales continuará siendo una fuente importante de ingresos para las economías nacionales.<sup>99</sup> Los ingresos por concepto de regalías de estas actividades se deberían usar para obtener recursos adicionales de parte de iniciativas de evitación de la deforestación; por ejemplo, los hidrocarburos por lo general se producen dentro de áreas protegidas, de modo que una parte de las regalías se podría usar para financiar la gestión de éstas áreas. Con esto, se vincularía la producción de combustible fósil con acciones positivas para la reducción de emisiones de gases causantes del efecto invernadero.
- Es necesario crear modelos económicos que no dependan de los recursos a fin de diversificar la economía de la región; el ejemplo de Manaus como zona de libre comercio que desarrolló una industria de alta tecnología se podría duplicar en otros centros urbanos de la Amazonía.

### Innovación en el uso y la generación de energía

El crecimiento económico requiere energía. La lejanía de la Amazonía aumenta el costo de los combustibles fósiles tradicionales, creando dificultades y oportunidades. La energía limpia debería ser el paradigma para los sistemas de producción que sean subvencionados mediante pagos por servicios ecológicos y la Amazonía podría crear oportunidades para asociaciones estratégicas en el campo de la investigación, el desarrollo y la comercialización de energías alternativas.

- La energía solar será la opción más competitiva para las localidades más remotas con necesidades moderadas de energía; las inversiones en esta tecnología se podrían subvencionar mediante pagos por servicios ecológicos.
- Se debería ofrecer reducciones tributarias, preferencias arancelarias y subsidios directos a las corporaciones multinacionales que establezcan instalaciones de fabricación de paneles solares en centros urbanos de la Amazonía.
- Puesto que el agua es el recurso natural más abundante de la Amazonía, la energía hidroeléctrica sería un componente importante del modelo energético. El potencial para el aprovechamiento de energía hidroeléctrica en la Amazonía es enorme, pero las instalaciones generadoras no deberían construirse en los principales afluentes del

río Amazonas (ej. Madeira y Xingú) a fin de limitar el impacto de los embalses en los ecosistemas acuáticos.

- Los cultivos para biocombustibles, tales como la palma aceitera africana para la producción de biodiesel y el pasto elefante para la producción de alcohol celulósico, probablemente constituirán el emprendimiento agrícola más exitoso en la Amazonía. El biodiesel producido a escala local podría brindar una fuente económicamente competitiva de combustible para el transporte fluvial en barcas.
- Si bien los cultivos para biocombustible probablemente constituyen la mayor amenaza futura para la Amazonía, éstos pueden mitigarse mediante la aplicación del modelo de uso del suelo 80:20 y – asimismo – la subvención de la producción de biocombustible en paisajes ya deforestados o degradados.
- El propano y el butano (es decir, el gas licuado de petróleo – GLP) generalmente son abundantes en campos de gas natural y brindan una fuente de gran energía, limpia y portátil de combustible. Si bien el GLP se separa en refinerías y se vende como combustible subvencionado a las poblaciones urbanas, se puede construir pequeñas plantas productoras de gas en la Amazonía y el GLP se constituiría en una de varias opciones energéticas.
- Los combustibles fósiles para el transporte aéreo tendrán que subvencionarse para financiar el modelo de transporte de personas por vía aérea y carga por vía fluvial; sin embargo, las innovaciones tecnológicas a la larga permitirán la conversión de aceites vegetales para la producción de queroseno o combustible de aviación.

### APROVECHAR EL PODER DE LOS GOBIERNOS LOCALES

Las normativas impuestas por ley han sido inefectivas puesto que se han aislado de los mecanismos del mercado. Del mismo modo, los incentivos económicos serán insuficientes para cambiar la dinámica de desarrollo de la Amazonía si se implementan en un ambiente regulativo laxo. Es fácil abusar de los subsidios y se requieren instituciones sólidas para garantizar que las fuerzas de mercado funcionen según lo previsto. Por tanto, todos los subsidios y mecanismos de mercado que se proponen en este trabajo deberán vincularse con exigencias normativas, en particular la normativa 80:20 de uso del suelo que ofrece una de las pocas opciones realistas para limitar la deforestación. La mayoría de las leyes y normas se inician a nivel nacional, pero los gobiernos municipales y regionales tienen un papel importante y creciente en la aplicación y el cumplimiento de las mismas. La conservación de la Amazonía dependerá, en gran medida, de la capacidad de los gobiernos locales para cumplir su rol de instituciones públicas.

- Los registros de derechos reales deberán ser una inversión prioritaria en toda la región amazónica. La tenencia cuestionable de la tierra es una fuente de violencia y corrupción en áreas de frontera. Los gobiernos locales deberán crear y mantener registros rurales y urbanos de tierras

98 Sería necesario incorporar directrices a este modelo de producción a fin de evitar o minimizar impactos ambientales potencialmente negativos, tales como la conversión de humedales, la introducción de especies exóticas y la contaminación de aguas debido al tratamiento inadecuado de aguas servidas y efluentes provenientes de las lagunas de cría.

99 Ni las minas ni las concesiones de explotación de hidrocarburos tendrían problemas para cumplir la norma 80:20 si las poblaciones locales colaboran al no invadir las concesiones.

### Recuadro 7

#### Áreas protegidas: ¿ya es suficiente o apenas suficiente?

En la década de 1990 se crearon muchas áreas protegidas en toda la Amazonía, con el objetivo de designar aproximadamente un 20 por ciento de la superficie total de cada país como algún tipo de área protegida, con diferentes niveles de uso de recursos naturales (IUCN 1994). Simultáneamente, los pueblos indígenas comenzaron a recibir la titulación de sus territorios tradicionales, otorgándoseles alrededor del 20 por ciento de la superficie de la región. Muchos conservacionistas tienen la esperanza de que estas tierras funcionen como un sustituto de las áreas protegidas.

Brasil sigue ampliando activamente su sistema de áreas protegidas bajo una gama de categorías con opciones flexibles de desarrollo. Un poco más del 50 por ciento de los estados de Amapá y Pará se ha incorporado en alguna forma de unidad de conservación, incluidas áreas indígenas y bosques de producción. Perú, asimismo, ha reservado casi la mitad (45 por ciento) del departamento de Madre de Dios y Colombia, esencialmente, ha cedido casi toda su región amazónica de tierras bajas a grupos indígenas (véase la Figura 5.3 y los Cuadros A.5 a A.7). No obstante, el total, a nivel de la cuenca, dista mucho de un 50 por ciento e incluso si se reserva un 50 por ciento, la deforestación y degradación eventual de la mitad restante es una perspectiva poco halagüeña.

Muchas personas, sobre todo en el sector privado y los ministerios dedicados al desarrollo, opinan que “ya es suficiente” y temen que más áreas protegidas evitarán el acceso a grandes extensiones de tierras para la minería, los hidrocarburos y la explotación maderera. Sin embargo, los conservacionistas arguyen que la superficie que se ha reservado es “apenas suficiente”, en particular puesto que los esfuerzos paralelos para disminuir la degradación de bosques y deforestación han fracasado (véase la Figura 2.1).

Estas posiciones aparentemente contrapuestas, a la larga, se armonizarán mediante procesos democráticos. Se espera que ambos grupos se den cuenta de que puede haber un espacio de coincidencia: que un área protegida puede tener usos múltiples, que la minería y la producción de hidrocarburos no necesariamente conllevan al aumento de la deforestación y que el aprovechamiento forestal puede ser realmente sostenible. Se espera también que la gente perciba que la conservación es una inversión en el futuro del planeta. Una vez que un ecosistema natural es alterado permanentemente, no hay vuelta y éste se pierde para siempre. Si se debe cometer errores, sería prudente errar a favor de la precaución y ser generosos con las generaciones futuras al decidir “¿cuánto es suficiente?”

como base para el crecimiento a largo plazo y el buen gobierno. La tenencia de la tierra sería el fundamento de los impuestos locales y el crédito se otorgaría sobre la base del valor patrimonial de la tierra.

- Se debe establecer organismos independientes de vigilancia para el monitoreo de la deforestación y será necesario que los gobiernos municipales cuenten con capacidad en teledetección y sistemas de información geográfica (SIG) para hacer cumplir la prohibición de deforestación e incendios. Brasil cuenta con esta capacidad a nivel nacional y recientemente la ha descentralizado en Mato Grosso<sup>100</sup>; sin embargo, no existen esfuerzos coordinados de este tipo en ninguno de los países andinos.
- Las universidades nacionales necesitarán inversiones para respaldar una revitalización de los sistemas educativos y sanitarios. Los recursos canalizados a las universidades estatales deberán vincularse con reformas de fondo en la administración y con la eliminación del concepto de cogobierno entre profesores, personal administrativo y estudiantes, además de apoyar programas más amplios de

investigación relacionados con actividades de extensión y enfocados en desarrollo rural.<sup>101</sup>

- La investigación realizada por universidades ayudará a subvencionar y mejorar los sistemas de producción intensiva, en particular en lo que se refiere al descubrimiento de nuevos usos para los recursos biológicos y genéticos de la Amazonía y los Andes.

#### DISEÑO DE PAISAJES PARA LA CONSERVACIÓN

Además de conservar grandes extensiones de la Amazonía dentro de un sistema ampliado de áreas protegidas, también será necesario diseñar e implementar “corredores de conservación” en zonas estratégicas donde los corredores de transporte se consideren un requisito para la integración física y económica de la región. Un corredor de conservación es un paisaje concebido para promover la conservación de la biodiversidad. Los corredores consisten en áreas protegidas, situadas estratégicamente en una matriz de diferentes tipos de uso del suelo de modo que las especies puedan desplazarse e intercambiar recursos genéticos. A medida que las carreteras de IIRSA se construyan y los cinturones de deforestación se amplíen con el tiempo, y a medida que el calentamiento global cambie las gradientes ambientales que controlan la

100 El Sistema de Licencias Ambientales en Propiedades Rurales (SLAPR) usa tecnología de teledetección suministrada por la agencia espacial nacional (INPE) para el monitoreo de la deforestación en tiempo real aproximado y compara esa información con los datos de tenencia de la tierra que se recaban mediante un programa de otorgamiento de licencias.

101 Brasil ha adoptado una estructura relativamente eficiente de gobernabilidad para sus universidades públicas, pero los países andinos se aferran a un modelo anticuado y altamente politizado en el cual los estudiantes y los docentes eligen a las autoridades universitarias mediante un proceso electoral. Éste tiende a privilegiar la docencia y a menoscabar a la investigación y extensión.

distribución de especies, la importancia de la conectividad de hábitats será aún más trascendental.

- Se debe conservar grandes extensiones de bosque a fin de minimizar el impacto de los efectos de borde y brindar una superficie suficiente para la supervivencia de especies raras.
- Se deberá prestar atención especial a la Amazonía occidental, puesto que ésta es la región más diversa biológicamente y ha gozado del clima más estable durante miles de años.
- Si bien mucho del paisaje situado fuera de las áreas protegidas a la larga se convertirá en “bosques de producción”, éstos deberán establecerse con ciclos de aprovechamiento forestal de aproximadamente 100 años para mantener las características esenciales del bosque.
- Se debe crear incentivos para que las comunidades conserven los paisajes de bosque adyacentes a las carreteras de modo que la fauna pueda migrar a través de estas barreras.<sup>102</sup>
- Se debe mantener (o restaurar) la conectividad entre el pie de monte y los ecosistemas montanos del Hotspot de Biodiversidad de los Andes Tropicales, a fin de garantizar que las especies de tierras bajas puedan migrar hacia las estribaciones cordilleranas en respuesta al cambio climático.
- Los corredores ribereños deberán ser otra prioridad, ya que incorporan fondos húmedos de valles que serán resistentes a futuras sequías, además de proteger tanto ecosistemas terrestres como acuáticos. Los afluentes del Amazonas que desembocan en éste por el sur (ej. Xingú, Madeira) también funcionarán como corredores latitudinales para la migración de especies.
- Se debe identificar como áreas prioritarias para la conservación a las formaciones topográficas que podrían ofrecer refugio a especies de tierras bajas que migren en respuesta al cambio climático global; esto resalta la importancia de las colinas, serranías y valles de las regiones del Escudo Brasileño y de la Guayana.

## CONCLUSIONES

El Área Silvestre de Alta Diversidad de la Amazonía enfrenta cambios inexorables derivados del desarrollo económico y la degradación ambiental, procesos que ya han transformado al Cerrado en una vasta extensión de tierras dedicadas a actividades agroindustriales. Los bosques tropicales de los Andes han estado sujetos a un largo historial de degradación, pero en el pasado la colonización de esta región se caracterizó por su aislamiento, con zonas limitadas vinculadas con una sola área urbana en las tierras altas; IIRSA ha propuesto integrar las regiones aisladas del pie de monte andino y vincularlas con los mercados nacionales, regionales y mundiales. IIRSA, el PPA y otras iniciativas públicas y

privadas amplificarán los impactos de la migración humana, la expansión agrícola, la extracción maderera, la minería, la producción de hidrocarburos y el cambio climático. Lamentablemente, el desarrollo tradicional es, en gran medida, incompatible con la conservación puesto que no puede generar incentivos económicos para promover la preservación a largo plazo de los bosques naturales. Los esfuerzos enfocados en usar iniciativas comunitarias para disminuir la deforestación han fracasado – y continuarán fracasando – ya que la creciente frontera amazónica está poblada por personas que toman decisiones sobre la base de sus intereses económicos a corto plazo. Incluso los sistemas de producción más responsables, tales como el modelo actual de manejo forestal sostenible, conllevarán a la degradación eventual de los ecosistemas de bosque y a su conversión a plantaciones forestales.

La solución tradicional de crear áreas protegidas probablemente será una solución integral pero insuficiente puesto que abarcará sólo un 20 a 30 por ciento del paisaje y estas áreas protegidas quedarán aisladas progresivamente en una matriz de bosque degradado y paisajes antropogénicos. Los territorios indígenas y las reservas extractivas ofrecen un complemento importante para las áreas protegidas, pero en éstos podría aplicarse al modelo actual de manejo forestal a menos que las comunidades tengan una alternativa económica más interesante. Incluso si los territorios indígenas se preservan intactos y se amplía el sistema de áreas protegidas, éstos no superaran el 50 por ciento del total de la superficie territorial de la Amazonía, aun en el escenario más optimista. Esto deja, manifiestamente, el 50 por ciento restante expuesto a las fuerzas de los mercados internacionales de materias primas y a la búsqueda de riqueza personal que caracteriza a la sociedad moderna.

La Amazonía requiere un nuevo paradigma de desarrollo, único para sus características e importancia mundial. Este nuevo paradigma debe garantizar a sus habitantes un nivel digno de prosperidad, a la vez que contribuye significativamente a las economías de los países que son custodios de la Amazonía. Si el bosque amazónico es un patrimonio mundial que merece ser preservado, entonces sería razonable que se remunere a los custodios por sus esfuerzos.

102 El plan de gestión ambiental, recientemente publicado, para el corredor de transporte BR-163 entre Cuiabá y Santarém incorpora el Parque Nacional Jamaxim que está, casi completamente, encima de la carretera (Plano BR-163).

# BIBLIOGRAFÍA

- Aleixo A. 2004. Historical diversification of a *terra-firme* forest bird superspecies: A phylogeographic perspective on the role of different hypotheses of Amazonian diversification. *Evolution* 58: 1303–1317.
- Almeida, O., McGrath, D. & Ruffino, M. 2001. The commercial fisheries of the lower Amazon: An economic analysis. *Fisheries Management and Ecology* 8(3): 15–35.
- Andersen, L.E. 1997. *A Cost-benefit Analysis of Deforestation in the Brazilian Amazon*. Texto para Discussão, no. 455. Rio de Janeiro: IPEA, Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas.
- Asner, G.P., Knapp, D.E., Broadbent, E.N., Oliveira, P.J.C., Keller, M. & Silva J. N. 2005. Selective logging in the Brazilian Amazon. *Science* 310: 480–482.
- Avissar, R. & Werth, D. 2005. Global hydroclimatological teleconnections resulting from tropical deforestation. *Journal of Hydrometeorology* 6: 134–145.
- Avissar, R. & Liu, Y. 1996. Three-dimensional numerical study of shallow convective clouds and precipitation induced by land surface forcings. *Journal of Geophysical Research* 101: 7499–7518.
- Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., di Fiore, A., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Lloyd, J., Monteagudo, A., Neill, D.A., Patiño, S., Pitman, N.C.A., Silva, J.N.M. & Vasquez-Martinez, R. 2004. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology* 10: 545–562.
- Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R.E., Jenkins, M., Jefferiss, P., Jessamy, V., Madden, J., Munro, K., Myers, N., Naeem, S., Paavola, J., Rayment, M., Rosendo, S., Roughgarden, J., Trumper, K. & Turner, R.K. 2002. Economic reasons for conserving wild nature. *Science* 297: 950–953.
- Banco do Brasil. 2007. PROEX – Programa de Financiamento às Exportações. Online. Available: <http://www.bb.com.br/appbb/portal/gov/ep/srv/fed/AdmRecPROEXFin.jsp>.
- Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M. 1999. Incêndios na Amazônia brasileira: Estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento “El Niño” (1997/98). *Acta Amazonica* 29: 513–534.
- Barlow, J., Haugaasen, T. & Peres, C.A. 2002. Effects of ground fires on understory bird assemblages in Amazonian forests. *Biological Conservation* 105: 157–169.
- Barthem, R.B. & Goulding, M. 1997. *The Catfish Connection: Ecology, Migration, and Conservation of Amazon Predators*. New York: Columbia University Press.
- Bennett, B.C. 2002. Forest products and traditional peoples: Economic, biological, and cultural considerations. *Natural Resources Forum* 26: 293.
- Berberly, E.H. & Barros, V.R. 2002. The hydrologic cycle of the La Plata basin in South America. *Journal of Hydrometeorology* 3: 630–645.
- Berberly, E.H. & Collini, E.A. 2000. Springtime precipitation and water vapor flux over southeastern South America. *Monthly Weather Review* 128: 1328–1346.
- Berri, G.J., Ghiotto, M.A. & García, N.O. 2002. The influence of ENSO in the flows of the upper Paraná River of South America over the past 100 years. *Journal of Hydrometeorology* 3: 57–65.
- Berry, M.C. 1975. *The Alaska Pipeline: The Politics of Oil and Native Land Claims*. Bloomington, IN: Indiana University Press.
- Betts, R.A., Cox, P.M., Collins, M., Harris, P.P., Huntingford, C. & Jones, C.D. 2004. The role of ecosystem-atmosphere interactions in simulated Amazonian precipitation decrease and forest dieback under global climate warming. *Theoretical and Applied Climatology* 78: 157–175.
- (BICECA) Building Informed Civil Engagement in the Amazon. 2007. About IIRSA (Initiative for Integration of Regional Infrastructure in South America). Online. Available: <http://www.biceca.org/en/Page.About.Iirsa.aspx>.
- Blundell, A.G. & Gullison, R.E. 2003. Poor regulatory capacity limits the ability of science to influence the management of mahogany. *Forest Policy and Economics* 5: 395–405.
- (BOA) Board on Agriculture, Committee on Sustainable Agriculture and the Environment in the Humid Tropics, National Research Council. 1993. *Sustainable Agriculture and the Environment in the Humid Tropics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Bodmer, R.E., Fang, T.G., Moya, L.I. & Gill, R. 1994. Managing wildlife to conserve Amazonian forests: Population biology and economic considerations of game hunting. *Biological Conservation* 67: 29–35.
- Bojsen, B.H. & Barriga, R. 2002. Effects of deforestation on fish community structure in Ecuadorian Amazon streams. *Freshwater Biology* 47: 2246–2260.
- Bolivia Forestal. 2007. Preliminar: Exportaciones forestales del 2006 superan los 170 Millones de \$US. *Cámara Forestal* 8 (1). Online. Available: <http://www.cfb.org.bo/NoticiasBF/8.01/boletin.notaBF03.htm>. June 1, 2007.
- Brienen, R.J.W. & Zuidema, P.A. 2006. Lifetime growth patterns and ages of Bolivian rainforest trees obtained by tree ring analysis. *Journal of Ecology* 94(2): 481–493.

- Brito-Carreiras, J.M., Cardoso-Pereira, J.M., Campagnolo, M.L. & Shimabukuro, Y.E. 2005. *A land cover map for the Brazilian Legal Amazon using SPOT-4 VEGETATION data and machine learning algorithms*. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. April 16 – 21. Goiânia, Brasil. INPE. pp. 457-464. Online. Available: <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.14.07/doc/457.pdf>. May 1, 2007
- Burnham, R.J. & Graham, A. 1999. The history of Neotropical vegetation: New developments and status. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 86(2): 546 – 589.
- Cadman, J.D. 2000. *The Environmental Aspects of Six Hydro Reservoirs in the Amazon Basin*. Submission to the World Commission on Dams, no. ENV061. Online. Available: <http://www.dams.org/kbase/submissions/showsub.php?rec=ENV061>. January, 13, 2007.
- Campbell-Lendrum, D., Dujardin, J.P., Martinez, E., Feliciangeli, M.D., Perez, J.E., Passerat de Silans, L.N.M. & Desjeux, P. 2001. Domestic and peridomestic transmission of American cutaneous leishmaniasis: Changing epidemiological patterns present new control opportunities. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 96(2): 159 – 162.
- Câmara, G., Aguiar, A.P.D., Escada, M.I., Amaral, S., Carneiro, T., Monteiro, A.M.V., Araújo, R., Vieira, I. & Becker, B. 2005. Amazonian Deforestation Models. *Science* 307: 1043 – 1044.
- Campos, M., Francis, M. & Merry, F. 2005. *Stronger by Association: Improving the Understanding of How Forest-Resource Based SME Associations can Benefit the Poor*. London: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia & The International Institute for Environment and Development.
- Chen, T.C., Yoon, J., St. Croix, K.J. & Takle, E.S. 2001. Suppressing impacts of the Amazonian deforestation by the global circulation change. *Bulletin of the American Meteorological Society* 82: 2209 – 2216.
- Chernoff, B., Machado-Allison, A., Willink, P., Sarmiento, J., Barrera, S., Menezes, N. & Ortega, H. 2000. Fishes of three Bolivian rivers: Diversity, distribution and conservation. *Interciencia* 25: 273 – 283.
- ChinaView. 2006. CNPC to purchase EnCana's oil business in Ecuador. Online. Available: [http://news.xinhuanet.com/english/2005-09/15/content\\_3497826.htm](http://news.xinhuanet.com/english/2005-09/15/content_3497826.htm). March 14, 2007.
- Churchill, S.P., Griffin, D. III & Lewis M. 1995. Moss diversity of the tropical Andes. In S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero, & J. L. Luteyn. (Eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. pp. 335 – 346. Bronx, NY: New York Botanical Garden.
- Cochrane, M.A. 2003. Fire science for rainforests. *Nature* 421: 913 – 919.
- Cochrane, M.A. & Laurance W.F. 2002. Fires as large-scale edge effect in the Amazon. *Journal of Tropical Ecology* 18: 311 – 325.
- Cochrane, M.A., Alencar, A., Schulze, M.D., Souza, C.M. Jr., Nepstad, D.C., Lefebvre, P. & Davidson, E.A. 1999. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. *Science* 284: 1832 – 1835.
- Cochrane, T.A., Killeen, T.J. & Rosale, O. 2007. *Agua, Gas y Agroindustria: La Gestión Sostenible de la Riego Agrícola en Santa Cruz, Bolivia*. La Paz, Bolivia: Conservation International.
- Coelho, C.A.S., Uvo, C.B.T. & Ambrizzi, T. 2002. Exploring the impacts of the tropical Pacific SST on the precipitation patterns over South America during ENSO periods. *Theoretical and Applied Climatology* 71: 185 – 197.
- Colinvaux, P.A. 1993. Pleistocene biogeography and diversity in tropical forests of South America. In P. Goldblatt. (Ed.), *Biological Relationships between Africa and South America*. pp. 473 – 499. New Haven, CT: Yale University Press.
- Colli, G. R. 2005. As origens e a diversificação da herpetofauna do Cerrado. In A. Scariot, J.C. Souza-Silva & J.M Felfili. (Eds.), *Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. pp. 247 – 264. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Colvin, M., Abdool Karim, S.S. & Wilkinson, D. 1995. Migration and AIDS. *Lancet* 346: 1303 – 1304.
- Condit, R., Pitman, N., Leigh, E.G. Jr., Chave, J., Terborgh, J., Foster, R.B., Núñez, V.P., Aguilar, S., Valencia, R., Villa, G., Muller-Landau, H., Losos, E. & Hubbell, S.P. 2002. Beta-diversity in tropical forest trees. *Science* 295: 666 – 669.
- Costanza, R., d'Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, G.M. & van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253 – 260.
- Cowell, A. 1990. *The Killing of Chico Mendes*. Episode 4. *The Decade of Destruction: A Unique Chronicle of the Destruction of the Amazonian Rainforest*. PBS Frontline Documentary Series. Videotape.
- Cox, P.M., Betts, R.A., Jones, C.D., Spall, S.A. & Totterdell, I.J. 2000. Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled model. *Nature* 408: 184 – 187.
- Curran, L.M., Trigg, S.N., McDonald, A.K., Astiani, D., Hardiono, Y.M., Siregar, P., Caniago, I. & Kasischke, E. 2004. Lowland Forest Loss in Protected Areas of Indonesian Borneo. *Science* 303: 1000.
- Daly, D.C. & Mitchell, J. D. 2000. Lowland vegetation of tropical South America: An overview. In D. Lentz. (Ed.), *Imperfect Balance: Landscape Transformations in the pre-Columbian Americas*. pp. 391 – 454. New York: Columbia University Press.
- Dauber, E. 2003. *Modelo de Simulación para Evaluar las Posibilidades de Cosecha en el Primer y Segundo Ciclo de Corta en Bosques Tropicales de Bolivia*. Documento Técnico 128/2003. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto BOLFOR.
- Dourojeanni M.J. 2006. Estudio de caso sobre la Carretera Interoceánica en la Amazonia Sur del Perú, Lima Peru. Online. Available: <http://www.biceca.org/proxy/Document.75.aspx>. March 14, 2007.
- (EBI) The Energy and Biodiversity Initiative. 2003. *EBI Report – Integrating Biodiversity Conservation into Oil & Gas Development*. Online. Available: <http://www.theebi.org/products.html>. May 1, 2007.
- Ellis, W.S. & Allard, W.A. 1988. Rondonia: Brazil's Imperiled Rainforest. *National Geographic* 174(6): 772 – 799.

- Eltahir, E.A.B. & Bras, R. L. 1994. Precipitation recycling in the Amazon Basin. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 120: 861 – 880.
- Emmons, L.H. 1997. *Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide*. 2d ed. Chicago: Chicago University Press.
- Espinoza, F., Argenti, P., Gil, J.L., León, J. & Perdomo, E. 2001. Evaluación del pasto king grass (*Pennisetum purpureum* cv. king grass) en asociación con leguminosas forrajeras. *Zootecnia Tropical* 19: 59 – 71.
- Espinoza G. & Richards B. 2002. *Fundamentals of Environmental Impact Assessment*. Washington, DC: Inter-American Development Bank (IDB) & Inter-American Association of Sanitary and Environmental Engineering (AIDIS).
- (FAO) Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2005. Global Forest Resource Assessment. Online. Available: <http://www.fao.org/forestry>.
- Fabey, M. 1997. Free-Trade-Zone Status Turns Amazon Port into Boom Town. *Global Logistics & Supply Chain Strategies*. Online. Available: <http://www.glscs.com/archives/2.97.FTZ.htm?adcode=90>. October 13, 2006.
- Feddema, J.J., Oleson, K.W., Bonan, G.B., Mearns, L.O., Buja, L.E., Meehl, G.A. & Washington, W.M. 2005. The importance of land-cover change in simulating future climates. *Science* 310: 1674 – 1678.
- Fearnside, P.M. 1986. Agricultural plans for Brazil's Grande Carajás Program: Lost opportunity for sustainable development? *World Development* 14: 385 – 409.
- Fearnside, P.M. 1989a. Brazil's Balbina dam: Environment versus the legacy of the pharaohs in Amazonia. *Environmental Management* 13: 401 – 423.
- Fearnside, P.M. 1989b. The charcoal of Carajás: Pig-iron smelting threatens the forests of Brazil's Eastern Amazon Region. *Ambio* 18: 141 – 143.
- Fearnside, P.M. 1995. Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of 'greenhouse' gases. *Environmental Conservation* 22: 7 – 19.
- Fearnside, P.M. 1999. Social impacts of Brazil's Tucuruí Dam. *Environmental Management* 24: 483 – 495.
- Fearnside, P.M. 2001a. Environmental impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Management* 27: 377 – 396.
- Fearnside, P.M. 2001b. Land-tenure issues as factors in environmental destruction in Brazilian Amazonia: The case of southern Pará. *World Development* 29: 1361 – 1372.
- Fearnside, P.M. 2002. Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. *Water, Air and Soil Pollution* 133: 69 – 96.
- Fearnside, P.M. 2003. Conservation policy in Brazilian Amazonia: Understanding the dilemmas. *World Development* 31: 757 – 779.
- Fearnside, P.M. 2005a. Brazil's Samuel Dam: Lessons for hydroelectric development policy and the environment in Amazonia. *Environmental Management* 35: 1– 19.
- Fearnside, P.M. 2005b. Indigenous peoples as providers of environmental services in Amazonia: Warning signs from Mato Grosso. In: A. Hall. (Ed.), *Global Impact, Local Action: New Environmental Policy in Latin America*. pp. 187-198. London: University of London, School of Advanced Studies, Institute for the Study of the Americas.
- Fearnside, P.M. 2006a. Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazil's hydroelectric development of the Xingu river basin. *Environmental Management* 38: 16 – 27.
- Fearnside, P.M. 2006b. Containing destruction from Brazil's Amazon highways: Now is the time to give weight to the environment in decision-making. *Environmental Conservation* 33: 181-183.
- Fearnside, P.M. & Graça, 2006. BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho highway and the potential impact of a migration corridor to Central Amazonia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Manaus, Amazonas, Brazil, *Ecological Society of America*, Mérida Mexico.
- Fogleman, V.M. 1990. *Guide to the National Environmental Policy Act. Interpretations, Applications, and Compliance*. New York: Quorum Books.
- Foley, J.A., Botta, A., Coe, M.T. & Costa, M.H. 2002. El Nino-Southern oscillation and the climate, ecosystems and rivers of Amazonia. *Global Biogeochemical Cycles* 16: 1132.
- Fujisaka, S., Hurtado, L. & Uribe, R. 1996. A working classification of slash-and-burn agricultural systems. *Agroforestry Systems* 34: 151 – 169.
- Garreaud, R.D. & Wallace, J.M. 1997. The diurnal march of convective cloudiness over the Americas. *Monthly Weather Review* 125: 3157 – 3171.
- Gash, J.H.C., Huntingford, C., Marengo, J.A., Betts, R.A., Cox, P.M., Fisch, G., Fu, R., Gandu, A.W., Harris, P.P., Machado, L.A.T., von Randow, C. & Silva Dias, M.A. 2004. Amazonian climate: Results and future research. *Theoretical and Applied Climatology* 78: 187 – 193.
- Gentry, A.H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1 – 34.
- Gentry, A.H. 1992a. Diversity and floristic composition of Andean cloud forests of Peru and adjacent countries: Implications for their conservation. *Memorias del Museo de Historia Natural U.N.M.S.M.* 21: 11– 29.
- Gentry, A.H. 1992b. Tropical forest biodiversity: Distributional patterns and their conservational significance. *Oikos* 63: 19 – 28.

- Giannini, A., Chiang, J.C.H., Cane, M.A., Kushnir, Y. & Seager, R. 2001. The ENSO teleconnection to the tropical Atlantic Ocean: Contributions of the remote and local SSTs to rainfall variability in the tropical Americas. *Journal of Climate* 14: 4530 – 4544.
- Glaser, B. & Woods, W.I. (Eds.). 2004. *Amazonian Dark Earths: Explorations in Space and Time*. Berlin: Springer-Verlag.
- Global Mapping International. 2006. World Language Mapping System. CDROM, Colorado Springs, CO.
- Goeschl, T. & Iglori, D.C. 2004. *Property Rights, Conservation and Development: An Analysis of Extractive Reserves in the Brazilian Amazon, Natural Resources Management*. (FEEM) Fondazione Eni Enrico Mattei. Working Paper no. 60.04. Online. Available: <http://www.feem.it/Feem/Pub/Publications/WPapers/default.htm>.
- Gomez-Romero, E. & Tamariz-Ortiz, T. 1998. Uso de la tierra y patrones de deforestacion en la zona de Iquitos. In R. Kalliola, S. Flores-Paitan. (Eds.), *Geoecologia y Desarrollo Amazonico*. Sulkava: Finnreklama Oy.
- Goodland, R. 2005. Environmental assessment and the World Bank Group. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 12: 1 – 11.
- Goulding, M. 1980. *The Fishes and the Forest: Explorations in the Amazonian Natural History*. Berkeley: University of California Press.
- Goulding, M. & Ferreira, E.G. 1996. *Pescarias Amazônicas, Portação de Habitas e Fazendas nas Várzeas: Uma Visão Ecológica e Econômica*. Relatório Banco Mundial. Brasília: BIRD.
- Goulding, M., Barthem R. & Ferreira E. 2003. *The Smithsonian Atlas of the Amazon*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Gowdy, J.M. 1997. The value of biodiversity: Markets, society, and ecosystems. *Land Economics* 73: 25 –41.
- Grogan, J.E., Barreto, P. & Veríssimo, A. 2002. *Mahogany in the Brazilian Amazon: Ecology and perspectives on management*. Belém, Brazil: (IMAZON) Amazon Institute of People and the Environment.
- Gullison, R.E. & Hardner, J.J. 1993. The effects of road design and harvest intensity on forest damage caused by selective logging: Empirical results and a simulation model from the Bosque Chimanes, Bolivia. *Forest Ecology and Management* 59: 1 – 14.
- Gullison, R.E., Panfil, S.N., Strouse, J.J. & Hubbell S.P. 1996. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes Forest, Beni, Bolivia. *Botanical Journal of the Linnean Society* 122: 9 – 34.
- Haffer, J. 1969. Speciation in Amazonian forest birds. *Science* 165: 131 – 137.
- Haggett, P., Cliff, A.D. & Frey, A. 1977. *Locational Analysis in Human Geography*. New York: Wiley.
- Hall, A. 2004. Extractive Reserves: Building Natural Assets in the Brazilian Amazon. Working Paper Series, no. 74. Amherst, MA: (PERI) *Political Economy Research Institute*.
- Hanai, M. 1998. Formal and garimpo mining and the environment in Brazil. In A. Warhurst (Ed.), *Mining and the Environment: Case Studies from the Americas*. pp. 181 – 197. Ottawa: International Development Research Center. Online. Available: [http://reseau.crdi.ca/en/ev-31006-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://reseau.crdi.ca/en/ev-31006-201-1-DO_TOPIC.html).
- Harper, G.J., Steininger, M.K., Talero, Y., Sanabria, M., Killeen T.J. & Solorzano, L.A. 2007. Deforestation Assessments Across the Andes. Online. Available: [http://science.conservation.org/portal/server.pt?open=512&objID=755&&PageID=128505&mode=2&in\\_hi\\_userid=124186&cached=true](http://science.conservation.org/portal/server.pt?open=512&objID=755&&PageID=128505&mode=2&in_hi_userid=124186&cached=true). May 1, 2007.
- Hastenrath, S. 1997. Annual cycle of upper air circulation and convective activity over the tropical Americas. *Journal of Geophysical Research* 102: 4267 – 4274.
- Hecht, S.B. 2005. Soybeans, development and conservation on the Amazon frontier. *Development and Change* 36: 375 – 404.
- Hecht, S.B. & Cockburn, A. 1989. *The Fate of the Forest: Developers, Destroyers, and Defenders of the Amazon*. London: Verso.
- Hecht, S.B., Kandel, S., Gomez, I., Cuellar, N. & Rosa, H. 2006. Globalization, forest resurgence, and environmental politics in El Salvador. *World Development* 34: 308 – 323.
- Heiser, C.B. 1990. New perspectives on the origin and evolution of New World domesticated plants: summary. *Economic Botany* 44 Supplement: 111 – 116.
- Henderson-Sellers, A., Dickinson, R.E., Durbidge, T.B., Kennedy, P.J., McGuffie, K. & Pittman, A.J. 1993. Tropical deforestation: Modeling local- to regional-scale climate change. *Journal of Geophysical Research* 98: 7289 – 7315.
- Hezel, F.X. 1987. Truk Suicide Epidemic and Social Change. *Human Organization* 48: 283 – 291.
- Hezel, F.X. 2001. *The New Shape of Old Island Cultures*. Honolulu: University of Hawaii Press.
- Hickerson, R.K. 1995. Hubbert's Prescription for Survival: A Steady State Economy. Online. Available: <http://www.hubbertpeak.com/hubbert/hubecon.htm>. April 9, 2007.
- Hijmans, R.J., Cameron, S. & Parra, J. 2004. *WorldClim* (version 1.2.): A square kilometer resolution database of global terrestrial surface climate. Online. Available: <http://biogeo.berkeley.edu/>. March 1, 2005.
- Hill, J., Nelson, E., Tilman, D., Polasky, S. & Tiffany D. 2006. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *PNAS: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 10: 1073.
- (IBGE) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2006. Síntese de Indicadores Sociais 2006. Online. Available: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicsois2006/default.shtm>. May 5, 2007.
- (IDB) Inter-American Development Bank. 2006. *Building a New Continent: A Regional Approach to Strengthening South American Infrastructure*. Washington: IDB. Online. Available: <http://www.iadb.org/publications/Reports.cfm?language=en&parid=4>. May, 15, 2007.
- (IIRSA) Initiative for the Integration of the Regional Infrastructure of South America. 2007. Online. Available: <http://www.iirsa.org>.

- (IPCC) Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policy-makers*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC. Online. Available: <http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>. April 1, 2007.
- Irion, G., Müller, J., de Mello, J.N. & Junk, W.J. 1995. Quaternary geology of the Amazonian lowland. *Geo-Marine Letters* 15: 172 – 178.
- IUCN Commission on National Parks and Protected Areas & World Conservation Monitoring Centre. 1994. *Guidelines for Protected Area Management Categories*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Jesús, M.J. & Kohler, C.C. 2004. The commercial fishery of the Peruvian Amazon. *Fisheries* 29: 10 – 16.
- Junk, W.J. 1983. Aquatic habitats in Amazonia. *The Environmentalist* 3: 24 – 34.
- Junk W.J. & de Mello, J.A.S.N. 1987. Impactos Ecológicos Das Represas Hidrelétricas Na Bacia Amazônica Brasileira. *Estudios Avanzados* 41: 125-134.
- Kabat, P., Claussen, M., Dirmeyer, P.A., Gash, J.H.C., Bravo de Guenni, L., Meybeck, M., Pielke, R.A. Sr., Vorosmarty, C.J., Hutjes, R.W.A. & Lutkemeier, S. (Eds.). 2004. *Vegetation, Water, Humans and the Climate: A New Perspective on an Interactive System*. Berlin: Springer Verlag.
- Kaimowitz, D. 2005. Forests and water: A policy perspective. *Journal of Forest Research* 9: 289.
- Kaimowitz, D. & Angelsen, A. 1998. *Economic Models of Tropical Deforestation: A Review*. Bogor: Center for International Forestry Research.
- Kaimowitz, D., Thiele, G. & Pacheco, P. 1999. The effects of structural adjustment on deforestation and forest degradation in lowland Bolivia. *World Development* 27: 505 – 520.
- Kalliola, R. & Flores-Paitan, S. 1998. *Geoecología y desarrollo Amazonico: Estudio integrado en la zona de Iquitos, Peru*. Annales Universitatis Turkuensis, Ser A II. Turku, Finland: Turku University.
- Kaltner, F.J. Azevedo, G.F.P., Campos, I.A. & Mundim, A.O.F. 2005. *Liquid Biofuels for Transportation in Brazil: Potential and Implications for Sustainable Agriculture and Energy in the 21st Century*. Submitted report by Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Commissioned by The German Technical Cooperation. (GTZ) Online. Available: <http://www.fbds.org.br/IMG/pdf/doc-116.pdf>. April 2007.
- Kattan, G.H., Franco, P., Rojas, V. & Morales, G. 2004. Biological diversification in a complex region: A spatial analysis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. *Journal of Biogeography* 31: 1829 – 1839.
- Kessler, M. 2000. Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. *Plant Ecology* 149: 181 – 193.
- Kessler, M. 2001. Pteridophyte species richness in Andean forests in Bolivia. *Biodiversity and Conservation* 10: 1473 – 1495.
- Kessler, M. 2002. The elevational gradient of Andean plant endemism: Varying influences of taxon-specific traits and topography at different taxonomic levels. *Journal of Biogeography* 29: 1159.
- Kessler, M., Herzog, S.K., Fjeldsa, J. & Bach, K. 2001. Species richness and endemism of plant and bird communities along two gradients of elevation, humidity and land use in the Bolivian Andes. *Diversity and Distributions* 7: 61 – 77.
- Kettl, P. & Bixler, E. 1991. Suicide in Alaska natives (1979-1984). *Psychiatry* 54: 55 – 63.
- Killeen, T.J., Beck, S.G. & Garcia, E. 1993. *Guía de Arboles de Bolivia*. La Paz, Bolivia: Herbario Nacional de Bolivia & Missouri Botanical Garden.
- Killeen, T.J., Siles, T.M., Soria, L., Correa, L. & Oyola, N. 2005. La Estratificación de vegetación y el cambio de uso de suelo en Las Yungas y El Alto Beni de La Paz. In P.M. Jorgenson, M.J. Macía, T.J. Killeen & S.G. Beck (Eds.), *Estudios Botánicos de la Región de Madidi, Ecología en Bolivia, Número Especial* 40: 32 – 69.
- Killeen, T.J., Douglas, M., Consiglio, T. & Jørgensen, P.M. 2007a. Wet spots and dry spots in the Andean Hotspot, the link between regional climate variability and biodiversity. *Journal of Biogeography*. In press.
- Killeen, T.J., Calderon, V., Soria, L., Quezada, B., Steininger, M.K., Harper, G., Solórzano, L.A. & Tucker, C.J. 2007b. Thirty Years of Land-Cover Change in Bolivia. *AMBIO*. In press.
- Kinch, D. 2006. Venezuelan aluminum sold locally at discount. *American Metal Market* 114: 6.
- Klink, C. & Machado, R. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19: 707 – 713.
- Knapp, S. 2002. Assessing patterns of plant endemism in Neotropical uplands. *Botanical Review* 68: 22 – 37.
- Köhler, J. 2000. *Amphibian Diversity in Bolivia: A Study with Special Reference to Montane Forest Regions*. Bonner Zoologische Monographien. 48: 1 – 243.
- Kometter, R.F., Martinez, M., Blundell, A.G., Gullison, R.E., Steininger, M.K. & Rice, R.E. 2004. Impacts of unsustainable mahogany logging in Bolivia and Peru. *Ecology and Society* 9: 12.
- Koren, I., Kaufman, Y.J., Remer, L.A. & Martins, J.V. 2004. Measurement of the effect of Amazon smoke on inhibition of cloud formation. *Science* 303: 1342 – 1345.
- Kraus, R. & Buffer, P. 1979. Sociocultural stress and the American native in Alaska: An analysis of changing patterns of psychiatric illness and alcohol abuse among Alaska natives. *Culture, Medicine, and Psychiatry* 3:111 – 151.
- Lambin, E.F., Geist, H.J. & Lepers, E. 2003. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual Review of Environment and Resources* 28: 205 – 241.

- Laurance, W.F. 2004. Forest-climate interactions in fragmented tropical landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences* 359: 345 – 352.
- Laurance, W.F. & Williamson, G.B. 2001. Positive feedbacks among forest fragmentation, drought, and climate change in the Amazon. *Conservation Biology* 15: 1529 – 1535.
- Laurance, W.F., Cochrane, M.A., Bergen, S., Fearnside, P.M., Delamonica, P., Barber, C., D'Angelo, S. & Fernandes, T. 2001. The future of the Amazon. *Science* 291: 105 – 119.
- Laurance, W.F., Lovejoy, T.E., Vasconcelos, H.L., Bruna, E.M., Didham, R.K., Stouffer, P.C., Gascon, C., Bierregaard, R.O., Laurance, S.G. & Sampaio, E. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conservation Biology* 16: 605 – 618.
- Laurance, W.F., Albernaz, A.K.M., Fearnside, P.M., Vasconcelos, H.L. & Ferreira, L.V. 2004. Deforestation in Amazonia. *Science* 304: 1109.
- LaRovere, E.L. & Mendes, F.E. 2000. *Tucuruí Hydropower Complex, Brazil*, A WCD case study prepared as an input to the World Commission on Dams, Cape Town. Online. Available: [www.dams.org](http://www.dams.org).
- Lawton, R.O., Nair, U.S., Pielke, R.A. Sr. & Welch, R.M. 2001. Climatic impact of tropical lowland deforestation on nearby montane cloud forests. *Science*: 294: 584 – 587.
- Lehmann, J., Kern, D.C., Glaser B. & Woods, W.I. (Eds.). 2003. *Amazonian Dark Earths: Origin, Properties, Management*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Li, W. & Fu, R. 2004. Transition of the large-scale atmospheric and land surface conditions from the dry to the wet season over Amazonia as diagnosed by the ECMWF re-analysis. *Journal of Climate* 17: 2637 – 2651.
- Li, W., Fu, R. & Dickinson, R.E. 2006. Rainfall and its seasonality over the Amazon in the 21st century as assessed by the coupled models for the IPCC AR4. *Journal of Geophysical Research* 111, D02111, doi: 10.1029/2005JD006355.
- Lovejoy, N.R., Bermingham, E. & Martin, A.P. 1998. Marine incursions into South America. *Nature* 396: 421 – 422.
- Lugo, A.E. 2002. Homoegocene in Puerto Rico. In D.J. Zarin, J.R.R. Alavalapati, F.E. Putz & M. Schmink (Eds.), *Working Forests in the Neotropics: Conservation through Sustainable Management?* pp. 266 – 276. New York: Columbia University Press.
- Luteyn, J.L. 2002. Diversity, adaptation, and endemism in Neotropical Ericaceae: Biogeographical patterns in the Vaccinieae. *Botanical Review* 68: 55 – 87.
- (MAB) Military Advisory Board. 2007. *National Security and the Threat of Global Climate Change*. Washington: CNA Corporation. Online. Available: <http://securityandclimate.cna.org/>.
- MacArthur R.H. & Wilson, E.O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Machado, R., Ramos-Neto, M.B., Harris, M.B., Lourival, R. & Aguiar, L.M.S. 2004. Análise de lacunas de proteção da biodiversidade no Cerrado. In *Anais IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*. pp. 29 – 38. Curitiba, Brasil: Brasil Fundação O Boticário de Proteção à Natureza.
- Machado, R.B., Neto, M.B.R., Silva, J.M.C. & Cavalcanti, R.B. 2007. Cerrado deforestation and its effects on biodiversity conservation. In C.A. Klink, R.B. Cavalcanti & R. Defries (Eds.), *Cerrado Land-Use and Conservation: Balancing Human and Ecological Needs*. Applied Advances in Biodiversity Science, no. 8. Washington, DC: Center for Applied Biodiversity Science, Conservation International (CI). (In press).
- Malhi, Y. & Wright, J. 2005. Late twentieth-century patterns and trends in the climate of tropical forest regions. In Y. Malhi & O.L. Phillips (Eds.), *Tropical Forests & Global Atmospheric Change*. pp. 3 – 16. Oxford: Oxford University Press.
- Mann C. 2005. *1491: New Revelations of the Americas before Columbus*. New York: Knopf.
- Marengo, J.A. 2006. On the hydrological cycle of the Amazon Basin: A historical review and current state-of-the-art. *Revista Brasileira de Meteorologia* 21: 1 – 19.
- Marengo, J., Soares, W., Saulo, C. & Nicolini, M. 2004a. Climatology of the LLJ east of the Andes as derived from the NCEP reanalyses, characteristics and temporal variability. *Journal of Climate* 17: 2261 – 2279.
- Marengo, J.A., Liebmann, B., Vera, C.S., Nogués-Paegle, J. & Báez, J. 2004b. Low-frequency variability of the SALLJ. *CLIVAR Exchanges* 9: 26 – 27.
- Margulis, S. 2004. *Causes of Deforestation in the Brazilian Amazon*. Brasilia: World Bank.
- Marroig, G. & Cerqueira, R. 1997. Plio-Pleistocene South American history and the Amazon lagoon hypothesis: A piece of the puzzle of Amazonian diversification. *Journal of Comparative Biology* 2: 103 – 119.
- Maslin, M. 2005. The longevity and resilience of the Amazon rainforest. In Y. Malhi & O.L. Phillips (Eds.), *Tropical Forests & Global Atmospheric Change*. pp. 167 – 183. Oxford: Oxford University Press.
- Maurice-Bourgoin, L., Quiroga, I., Chincheros, J. & Courau, P. 2000. Mercury distribution in waters and fishes of the upper Madeira rivers and mercury exposure in riparian Amazonian populations. *Science of the Total Environment* 260: 73 – 86.
- Mayle F. E. & Bush, M.E. 2005. Amazonian ecosystems and atmospheric change since the last glacial maximum. In Y. Malhi & O.L. Phillips (Eds.), *Tropical Forests & Global Atmospheric Change*. pp. 183-191. Oxford: Oxford University Press.
- Mayle, F.E., Beerling, D.J., Gosling, W.D. & Bush, M.B. 2004. Responses of Amazonian ecosystems to climatic and atmospheric carbon dioxide changes since the last glacial maximum. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences* 359: 499-514.

- Meggers, B.J. 1994. Archaeological evidence for the impact of mega-Nino events on Amazonia during the past two millennia. *Climatic Change* 28: 321 – 338.
- Mertens, B., Pocard-Chapuis, R., Piketty, M.G., Lacques, A.E. & Venturieri, A. 2002. Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation processes in the Brazilian Amazon: The case of São Félix do Xingú in South Pará. *Agricultural Economics* 27: 269 – 294.
- Mertes, L.A.K., Novo, E.M.L., Daniel, D.L., Shimabukuro, Y.E., Richey, J.E. & Krug, T. 1996. Classification of Rios Solimoes-Amazonas wetlands through application of spectral mixture analysis to landsat thematic mapper data. *VIII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Salvador, Brazil.
- Milly, P.C.D., Dunne, K.A. & Vecchia, A.V. 2005. Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature* 438: 347 – 350.
- Mittermeier, R.A., Myers, N., Thomsen, J.B., da Fonseca, G.A.B. & Olivieri, S. 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: Approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology* 12: 516 – 520.
- Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Brooks, T.M., Pilgrim, J.D., Konstant, W.R., da Fonseca, G.A.B. & Kormos, C. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. *PNAS: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100: 10309 – 10313.
- Mittermeier, R.A., da Fonseca, G.A.B., Rylands, A.B. & Brandon, K. 2005. A brief history of biodiversity conservation in Brazil. *Conservation Biology* 19: 601 – 607.
- Mori, S.A. & Prance, G.T. 1990. Lecythidaceae - part II: The zygomorphic-flowered New World genera (*Couroupita*, *Corythophora*, *Bertholletia*, *Couratari*, *Eschweilera*, & *Lecythis*). *Flora Neotropica Monograph*, no. 21. Bronx, NY: New York Botanical Garden.
- Nair, U.S., Ray, D.K., Lawton, R.O., Welch, R.M., Pielke, R.A. Sr. & Calvo, J. The impact of deforestation on orographic cloud formation in a complex tropical environment. In L.A. Bruijnzel, J. Juvik, F.N. Scatena, L.S. Hamilton & P. Bubba (Eds.), *Mountains in the Mist: Science for Conserving and Managing Tropical Montane Cloud Forests*. Honolulu: University of Hawaii Press. In Press.
- Neel J.V. 1974. Control of disease among Amerindians in cultural transition. *Bulletin of the Pan American Health Organization* 8: 205 – 211.
- Negri, A.J., Adler, R.F., Xu, L. & Surratt, J. 2004. The impact of Amazonian deforestation on dry season rainfall. *Journal of Climate* 17: 1306 – 1319.
- Nelson, B.W., Ferreira, C.A.C., da Silva, M.F. & Kawasaki, M.L. 1993. Endemism centres, refugia and botanical collection density in the Brazilian Amazonia. *Nature* 345: 714 – 716.
- Nepstad, D.C., 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: 505 – 508.
- Nepstad, D., Carvalho, G., Barros, A.C., Alencar, A., Capobianco, J.P., Bishop, J., Moutinho, P., Lefebvre, P. & Silva U.L.Jr. 2001. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management* 154: 395 – 407.
- Nepstad, D., McGrath, D., Alencar, A., Barros, A.C., Carvalho, G., Santilli, M. & Vera Diaz, M.C. 2002. Frontier Governance in Amazonia. *Science* 295: 629 – 631.
- Nepstad, D., Lefebvre, P., Lopez da Silva, U., Tomasella, J., Schlesinger, P., Solórzano, L., Moutinho, P., Ray, D. & Benito, J.G. 2004. Amazon drought and tree growth: A basin wide analysis. *Global Change Biology* 10: 704 – 717.
- Newman, D.J., Cragg, G.M. & Snader, K.M. 2003. Natural products as sources of new drugs over the period 1981-2002. *Journal of Natural Products* 66: 1022 – 1037.
- (NOAA) National Oceanic and Atmospheric Administration. 2007. El Niño Page. Online. Available: <http://www.elnino.noaa.gov/>. March 200.
- Nobre, C.A., Sellers, P.J. & Shukla, J. 1991. Amazonian deforestation and regional climate change. *Journal of Climate* 4: 957 – 988.
- Nogués-Paegle, J., Mechoso, C.R., Fu, R., Berbery, E.H., Chao, W.C., Chen, T.C., Cook, K., Diaz, A.F., Enfield, D., Ferreira, R., Grimm, A.M., Kousky, V., Liebmann, B., Marengo, J., Mo, K., Neelin, J.D., Paegle, J., Robertson, A.W., Seth, A., Vera, C.S. & Zhou, J. 2002. Understanding the South American monsoon. *Progress in Pan American Climate* 27: 1 – 30.
- Noss, A.J. & Cuellar, R.L. 2001. Community attitudes towards wildlife management in the Bolivian Chaco. *Oryx* 35: 292 – 300.
- Olson, D.M. & Dinerstein, E. 1998. The Global 200: A representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology* 12: 502 – 515.
- Ortholand, J.Y. & Gane, A. 2004. Natural products and combinatorial chemistry: Back to the future. *Current Opinion in Chemical Biology* 8: 271 – 280.
- Ortiz, E. 2005. *Conservation Biology of Brazil-nut Rich Forests*. Washington: Smithsonian Institution.
- Pacheco, P. 1998. *Estilos de Desarrollo, deforestación y Degradación de Los Bosques en Las Tierras Bajas de Bolivia*. La Paz: CIFOR, CEDLA, Fundacion TIERRA.
- Pacheco, P. 2006. Agricultural expansion and deforestation in the lowlands of Bolivia: The import substitution versus the structural adjustment model. *Land Use Policy* 23: 205 – 225.
- Pacheco, P. & Mertens, B. 2004. Land-use change and agriculture development in Santa Cruz. *Bois et Forêt des Tropiques* 280: 29 – 40.
- Partidário, M.R. 1999. Strategic environmental assessment: Principles and potential. In J. Petts (Ed.), *Handbook on Environmental Impact Assessment*. pp. 60 – 73. London: Blackwell.

- Partidário, M.R & Clark, R. (Eds). 2000. *Perspectives on Strategic Environmental Assessment*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Patterson, B.D., Stotz, D.F., Solari, S., Fitzpatrick, J.W. & Pacheco, V. 1998. Contrasting patterns of elevation zonation for birds and mammals in the Andes of south-eastern Peru. *Journal of Biogeography* 25: 593 – 607.
- Patton, J.L. & da Silva, M.N.F. 1998. Rivers, refuges, and ridges: The geography of speciation of Amazonian mammals. In D.J. Howard & S.H. Berlocher (Eds.), *Endless Forms: Species and Speciation*. pp. 202 – 213. Oxford: Oxford University Press.
- Pearce, D.W. 1994. *Economic Value Biodiversity*, London: James & Jame, Earthscan.
- Pedlowski, M.A., Matricardi, E.A.T., Skole, D., Cameron, S.R., Chomentowski, W., Fernandes, C. & Lisboa, A. 2005. Conservation units: A new deforestation frontier in the Amazonian state of Rondônia, Brazil. *Environmental Conservation* 32: 149 – 155.
- Pennington, T. 1997. *The Genus Inga – Botany*. London: Royal Botanic Gardens, Kew.
- Pennington, R.T., Lavin, M., Prado, D.E., Pendry, C.A. & Pell, S.K. 2005. Climate change and speciation in Neotropical seasonally forest plants. In Y. Malhi & O.L. Phillips (Eds.), *Tropical Forests & Global Atmospheric Change*. pp. 191 – 198. Oxford: Oxford University Press.
- Peralta, M. & Teichert-Coddington, D.R. 1989. Comparative production of *Colossoma macropomum* and *Tilapia nilotica* in Panama. *Journal of the World Aquaculture Society* 20: 236 – 239.
- Peres, C.A., Baider, C., Zuidema, P.A., Wadt, L.H.O., Kainer, K.A., Gomes-Silva, D.A.P., Salomão, R.P., Simões, L.L., Franciosi, E.R.N., Valverde, F.C., Gribel, R., Shepard, G.H. Jr., Kanashiro, M., Coventry, P., Yu, D.W., Watkinson, A.R. & Freckleton, R.P. 2003. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. *Science* 302: 2112 – 2114.
- PetroPeru. 2006. Promotional campaign 2004/2005. Online. Available: <http://www.perugasoilexplor.com/>. March 2007/.
- Pimentel, D., McNair, M., Buck, J., Pimentel M. & Kamil, J. 1997. The value of forests to world food security. *Human Ecology* 25: 91 – 120.
- Pinard, M.A. & Huffman, J. 1997. Fire resistance and bark properties of trees in a seasonally dry forest in eastern Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 13: 727 – 740.
- Pinard, M.A., Putz, F.E. & Licona, J.C. 1999. Tree mortality and vine proliferation following a wildfire in a subhumid tropical forest in eastern Bolivia. *Forest Ecology and Management* 116: 247 – 252.
- Pitman N.C.A., Terborgh, J.W., Silman M.R., Nunez, P., Neill, D.A., Ceron, C.E., Palacios, W.A., Aulestia, M. 2001. Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology* 82: 2102 – 2117.
- Pitman, N.C.A., Silman, M.R., Terborgh, J.P., Núñez, V., Neill, D.A., Cerón, C.E., Palacios, W.A. & Aulestia, M. 2002. Commonness and rarity in upper Amazonian tree communities. *Ecology* 82: 2101 – 2117.
- Potter, C., Klooster, S., Steinbach, M., Tan, P.N., Kumar, V., Shekhar, S. & de Carvalho, C.R. 2004. Understanding global teleconnections of climate to regional model estimates of Amazon ecosystem carbon fluxes. *Global Change Biology* 10: 693 – 703.
- Powers, M. 2002. Illegal loggers invade primordial indigenous natives. *Environment News Service*. Online. Available: <http://www.ens-newswire.com/ens/aug2002/2002-08-09-01.asp>. August 9, 2002.
- Prado, D.E. & Gibbs, P.E. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 902.
- Prance, G.T. 1972. *Chrysobalanaceae*. Flora Neotropica Monograph, no. 9. New York : Published for Organization for Flora Neotropica by Hafner.
- Prance, G.T. 1989. *Chrysobalanaceae: Supplement*. Flora Neotropica. Monograph, no. 9S. New York: Organizaiton for Flora Neotropica.
- PRODES. 2007. Projeto Prodes, Monitoramento Da Floresta Amazônica Brasileira Por Satélite. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Online. Available: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html>. March 1, 2007.
- (PROMPEX) Peruvian Export Promotion Agency. 2006. Boletines Sectoriales de Exportación: Enero – Marzo 2006. Online. Available: <http://www.prompex.gob.pe/Prompex/Portal/Sector/DefaultSector.aspx?.menuId=3>.
- Putz, F.E., Pinard, M.A., Fredericksen, T.S. & Peña-Claros, M. 2004. Forest science and the BOLFOR experience: Lessons learned about natural forest management in Bolivia. In D.J. Zarin, J.R.R. Alavalapati, F.E. Putz, & M. Schmink (Eds.), *Working Forests in the Neotropics: Conservation through Sustainable Management?* pp. 64 – 96. New York: Columbia University Press.
- Radiotis, T., Jian, L., Goel, K. & Eisner, R. 1999. Fiber characteristics, pulpability, and bleachability of switchgrass. *Technical Association of the Pulp and Paper Industry Journal* 82: 100 – 105.
- Ratter, J.A. Bridgewater, S. & Ribeiro J.F. 2006. Biodiversity patterns of the woody vegetation of the Brazilian Cerrados. In R.T. Pennington, G. Lewis & J.A. Ratter (Eds.), *Neotropical Savannas and Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography and Conservation*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Redwood, J. III. 2002. *World Bank Approaches to the Brazilian Amazon: The Bumpy Road toward Sustainable Development*. Latin America and Caribbean Region Sustainable Development Working Paper, no. 13. Washington: The World Bank. Online. Available: [http://wbln0018.worldbank.org/.../b8234d558447e77e85256ccd005dbbc5/\\$FILE/redwood%](http://wbln0018.worldbank.org/.../b8234d558447e77e85256ccd005dbbc5/$FILE/redwood%).
- Reid, W.V., Laird, S.A., Gamez, R., Sittenfeld, A., Janzen, D.H., Gollin, M.A. & Juma, C. 1993. A new lease on life. In W.V. Reid, S.A. Laird, C.A. Meyer, R. Gamez, A. Sittenfeld, D.H. Janzen, M.A. Gollin & C. Juma (Eds.), *Biodiversity Prospecting: Guidelines for Using Genetic and Biochemical Resources Sustainably and Equitably*. pp 1 – 52. Washington: World Resources Institute.
- Reinert, T.R. & Winter, K.A. 2002. Sustainability of harvested pacú (*Colossoma macropomum*) populations in the northeastern Bolivian Amazon. *The Journal of the Society for Conservation Biology* 16: 1344 – 1351.

- Reuters. 2007. South American Heads Meet in Brazil. January 7. Online. Available at <http://www.reuters.com/news/video/videoStory?videoId=30147>.
- Ricardo, F & Rolla, A. 2006. *Mineração em Unidades de Conservação na Amazônia Brasileira*. São Paulo: Instituto Socioambiental.
- Rice, D., Sugal, C.A., Ratay, S.M. & da Fonseca, G.A.B. 2001. *Sustainable Forest Management: A Review of Conventional Wisdom*. Advances in Applied Biodiversity Science, no. 3. Washington DC: Center for Applied Biodiversity Science at Conservation International.
- Ricketts, T.H., Dinerstein, E., Boucher, T., Brooks, T.M., Butchart, S.H.M., Hoffmann, M., Lamoreux, J.F., Morrison, J., Parr, M., Pilgrim, J.D., Rodrigues, A.S.L., Sechrest, W., Wallace, G.E., Berlin, K., Bielby, J., Burgess, N.D., Church, D.R., Cox, N., Knox, D., Loucks, C., Luck, G.W., Master, L.L., Moore, R., Naidoo, R., Ridgely, R., Schatz, G.E., Shire, G., Strand, H., Wetzel, W. & Wikramanayake, E. 2005. Pinpointing and preventing imminent extinction. *PNAS: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102: 18497 – 18501.
- Roosevelt, A.C., Lima da Costa, M., Machado, C.L., Michab, M., Mercier, N., Valladas, H., Feathers, J., Barnett, W., da Silveira, M.I., Henderson, A., Silva, J., Chernoff, B., Reese, D.S., Homan, J.A., Coth, N. & Schick, K. 1996. Paleoindian cave dwellers in the Amazon: The peopling of the Americas. *Science* 272: 373 – 384.
- Rosenfeld, A.B., Gordon, D.L. & Guerin-McManus, M. 1997. *Reinventing the Well Approaches to Minimizing the Environmental and Social Impact of Oil Development in the Tropics*. Washington, DC: Conservation International.
- Rosenthal, J.P. 1997. Equitable sharing of biodiversity benefits: Agreements on genetic resources. In *Investing In Biological Diversity: Proceedings of the Cairns Conference*. pp. 253 – 274. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD).
- Ruffino, M.L. 2001. *Strategies for Managing Biodiversity in Amazonian Fisheries*. Manaus, Brazil: The Brazilian Environmental and Renewable Natural Resources Institute (IBAMA). Online. Available: <http://www.unep.org/bpsp/HTML%20files/TS-Fisheries2.html>.
- Ruiz-Pérez, M., Almeida, M., Dewi, S., Lozano Costa, E.M., Pantoja, M.C., Puntodewo, A., Arruda de Postigo, A., Goulart de Andrade, A. 2005. Conservation and development in Amazonian extractive reserves: The case of Alto Juruá. *AMBIO* 34: 218 – 223.
- Rylands, A.B., Fonseca, M., Machado, R. & Cavalcanti, R. 2005. Brazil. In M. Spalding, S. Chape, & M. Jenkins (Eds.), *The State of the World's Protected Areas*. Cambridge: United Nations Environment Programme (UNEP) and World Conservation Monitoring Centre (WCMC).
- Saatchi, S.S., Houghton, R.A., dos Santa Alvalá, R.C., Soares, J.V. & Yu, Y. 2005. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. *Global Change Biology* 13: 816.
- Salati E. & Nobre, C.A. 1991. Possible climatic impacts of tropical deforestation. *Climate Change* 19: 177 – 196.
- Schaefer, S. 2000. *Fishes of Inundated Tropical Savannas: Diversity and Endemism in the Serrania Huanchaca of Eastern Bolivia*. Final report sponsored by The American Museum Center for Biodiversity and Conservation. Online. Available: <http://66.102.1.104/scholar?hl=en&lr=&q=cache:h-ivoaIK pAJ:research.amnh.org/ichthyology/bolivia.pdf+Schaefer+Fishes+Tropical+inundated>.
- Schwartzman, S. 1985. Banking on disaster. *Multinational Monitor* 6 (7). Online. Available: <http://www.multinationalmonitor.org/hyper/issues/1985/0615/schwartzman.html>.
- Schwartzman, S., Moreira, A. & Nepstad, D. 2000. Rethinking tropical forest conservation: Perils in parks. *Conservation Biology* 14: 1351 – 1357.
- Shukla, J., Nobre, C. & Sellers, P.J. 1990. Amazon deforestation and climate change. *Science* 247: 1322 – 1325.
- da Silva, J.M.C., Rylands, A.B. & Fonseca, G.A.B. 2005. The fate of the Amazonian areas of endemism. *Conservation Biology* 19: 689 – 2005.
- Silvano R.A.M., do Amaral, B.D. & Oyakawa O.T. 2000. Spatial and temporal patterns of diversity and distribution of the upper Juruá River fish community (Brazilian Amazon). *Environmental Biology of Fishes* 57: 25 – 35.
- Sioli, H. 1968. Hydrochemistry and geology in the Brazilian Amazon region. *Amazoniana* 1: 267 – 277.
- Smith, D.N. & Killeen, T.J. 1998 A comparison of the structure and composition of montane and lowland tropical forest in the Serranía Pilón Lajas, Beni, Bolivia. In F. Dallmeier & J.A. Comiskey (Eds.), *Forest Biodiversity in North, Central and South America and the Caribbean: Research and Monitoring*. Man and the Biosphere Series, no. 22. pp. 681 – 700. Carnforth, UK: UNESCO, The Parthenon Publishing Group.
- Sousa, A.O., Salem, J.I., Lee, F.K., Verçosa, M.C., Cruaud, P., Bloom, B.R., Lagrange, P.H. & David, H.L. 1997. An epidemic of tuberculosis with a high rate of tuberculin among a population previously unexposed to tuberculosis, the Yanomami Indians of the Brazilian Amazon. *PNAS: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 94: 13227 – 13232.
- Soares-Filho, B.S., Nepstad, D.C., Curran, L.M., Cerqueira, G.C., Garcia, R.A., Ramos, C.E., Voll, E., McDonald, A., Lefebvre, P. & Schlesinger, P. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature* 440: 520 – 523.
- Stebbins, G.L. 1950. *Variation and evolution in plants*. New York: Columbia University Press.
- Steininger, M.K., Tucker, C.J., Ersts, P., Killeen, T.J., Villegas, Z. & Hecht, S.B. 2001. Clearance and fragmentation of tropical deciduous forest in the Tierras Bajas, Santa Cruz, Bolivia. *Conservation Biology* 15: 127 – 134.
- Steward, J.H. (Ed.). 1948. *Handbook of South American Indians*. Vol. 3. *The Forest Tribes*. Washington, DC: Bureau of American Ethnography & The Smithsonian Institution.
- Stotz, D.F., Fitzpatrick, J.W., Parker, T.A. III & Moskovits, D.K. 1996. *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. Chicago: University of Chicago Press.

- Sun, X, Katsigris, E. & White, A. 2004. Meeting China's demand for forest products: An overview of import trends, ports of entry, and supplying countries, with emphasis on the Asia-Pacific region. *International Forestry Review* 6: 227 – 236.
- Tabarelli, M. & Gascon, C. 2005. Lessons from fragmentation research: Improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. *Conservation Biology* 19: 734 – 739.
- ter Steege, H., Sabatier, D., Castellanos, H., van Andel, T., Duivenvoorden, J., de Oliveira, A.A., Ek, R., Lilwah, R., Maas, P. & Mori, S. 2000. An analysis of the floristic composition and diversity of Amazonian forests including those of the Guiana Shield. *Journal of Tropical Ecology* 16: 801 – 828.
- Terborgh, J. & Andresen, E. 1998. The composition of Amazonian forests: Patterns at local and regional scales. *Journal of Tropical Ecology* 14: 645 – 664.
- Thiele, G. 1995. The displacement of peasant settlers in the Amazon: The case of Santa Cruz, Bolivia. *Human Organization* 54: 273 – 282.
- Tierney, P. 2000. *Darkness in El Dorado: How Scientists and Journalists Devastated the Amazon*. New York: WW Norton and Company.
- Treece, D. 1988. Brutality and Brazil: The Human Cost of Cheap Steel. *Multinational Monitor*. 9(2). Online. Available: [http://multinationalmonitor.org/hyper/issues/1988/02/mm0288\\_08.html#name](http://multinationalmonitor.org/hyper/issues/1988/02/mm0288_08.html#name)
- Troll, C. 1968. *The Cordilleras of the Tropical Americas: Aspects of Climatic, Phytogeographical and Agrarian Ecology*. Bonn: Ferd Dümmlers.
- Turner, R.K., Paavola, J., Cooper, P., Farber, S., Jessamy, V. & Georgiou, S. 2003. Valuing nature: Lessons learned and future research directions. *Ecological Economics* 46: 493 – 510.
- Uhl, C. & Viera, I.C.G. 1989. Ecological impacts of selective logging in the Brazilian Amazon: A case study from the Paragominas Region of the State of Para. *Biotropica* 21: 98 – 106.
- Uhl, C., Barreto, P., Verissimo, A., Vidal, E., Amaral, P., Barros, A.C., Souza, C. Johns, J. & Gerwing, J. 1997. Natural resource management in the Brazilian Amazon: An integrated research approach. *Bioscience* 47: 160 – 168.
- (UNAIDS) Joint United Nations Programme on HIV/AIDS. . 2006. Online. Available: <http://www.unaids.org/en/AboutUNAIDS/default.asp>.
- (UNFCCC) United Nations Framework Convention on Climate Change. 2006. *Background Paper for the Workshop on Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries*. 30 August – 1 September 2006. Rome, Italy. Online. Available: [http://unfccc.int/methods\\_and\\_science/lulucf/items/3757.php](http://unfccc.int/methods_and_science/lulucf/items/3757.php).
- Vargas, J.H., Consiglio, T., Jorgensen, P.M. & Croat, T.B. 2004. Modeling distribution patterns in a species-rich plant genus, *Anthurium* (Araceae), in Ecuador. *Diversity and Distributions* 10: 211 – 216.
- Vasquez, R., Ibsch, P.L. & Gerkmann, B. 2003. Diversity of Bolivian Orchidaceae: A challenge for taxonomic, floristic and conservation research. *Organisms Diversity & Evolution* 3: 93 – 102.
- Veblen, T., Donoso, C., Schlegel, F. & Escobar, B. 1981. Forest dynamics in southcentral Chile. *Journal of Biogeography* 8: 211 – 247.
- Veiga, M.M. 1997. *Mercury in Artisanal Gold Mining in Latin America: Facts, Fantasies and Solutions*. UNIDO - Expert Group Meeting: Introducing new technologies for abatement of global mercury pollution deriving from artisanal gold mining. Vienna. July 1 – 3. Online. Available: <http://www.facome.uqam.ca/>. November 5, 2006.
- Vittor, A.Y., Gilman, R.H., Tielsch, J., Glass, G., Shields, T., Sánchez Lozano, W., Pinedo-Cancino, V. & Patz, J.A. 2006. The effect of deforestation on the human-biting rate of *Anopheles darlingi*, the primary vector of falciparum malaria in the Peruvian Amazon. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 74: 3 – 11.
- Wallace, A.R. 1852. On the monkeys of the Amazon. *Proceedings of the Zoological Society of London* 20: 107 – 110.
- Wanderly, I.F., Fonseca, R.L., Pereira, P.G. do P., Prado, A.C. de A., Ribeiro, A.P, Viana, É.M.S., Dutra, R.C.D., Oliveira, A.B., Barbosa, F.P. & Panciera, F. 2007. Implicações da Iniciativa de Integração da Infraestrutura Regional Sul-americana e projetos correlacionados na política de conservação no Brasil. In: *Política Ambiental, no. 3*. Brasília: Conservation International. Online. Available: <http://www.conservacao.org/publicacoes/index.php?t=5>.
- Warhurst A. (Ed.). 1998. *Mining and the Environment: Case Studies from the Americas*. Ottawa: International Development Research Center.
- Werth, D. & Avissar, R. 2002. The local and global effects of Amazonian deforestation. *Journal of Geophysical Research* 107: 8087.
- World Bank 1991. *Environmental Assessment Sourcebook*. Vol. 1, *Policies, Procedures, and Cross-sectoral Issues*. World Bank Technical Paper Number 139. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. 2003a. *A Common Framework: Converging Requirements of Multilateral Financial Institutions*. No. 1, Environmental Impact Assessment (EIA). Washington: World Bank. Online. Available: <http://www1.worldbank.org/harmonization/romehlf/Background/MFI%20Final%20Jan17%202003-Eng.pdf>. May 15, 2007.
- World Bank. 2003b. *Brazil – Rondônia Natural Resources Management Project*. Implementation Completion and Results Report. No 26080. Washington: World Bank. Online. Available: <http://go.worldbank.org/M5XFAXSG90>.
- World Bank. 2003c. *Brazil – Mato Grosso Natural Resources Management Project*. Implementation Completion and Results Report. No 26081. Washington: World Bank. Online. Available: <http://go.worldbank.org/9R5LHZ2MP1>.
- World Bank. 2006. Finding Sustainable Ways to Extract Forest Products in the Amazon. Pilot Program Extractive Reserves Project. Online. Available: <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/LACEXT/BRAZILEXTN/0,,contentMDK:20754543~pagePK:141137~piPK:141127~theSitePK:322341,00.html>. June 1, 2007.
- WWF/BankTrack. 2006. Shaping the Future of Sustainable Finance: Moving the Banking Sector from Promises to Performance. Global Policy Adviser, WWF-UK. Online. Available: <http://www.banktrack.org/?search=WWF&show=search>.
- Young, K.R. Ulloa, C., Luteyn, J.L. & Knapp, S. 2002. Plant evolution and *endemism* in Andean South America: An introduction.

## ANEXO

Los Cuadros A.1 a A.4 ofrecen modelos simples en los que se estima el valor del carbono almacenado en los bosques amazónicos (Cuadro A.1), el valor del carbono liberado cada año mediante la deforestación (Cuadro A.2), el valor potencial de una reducción del 5 por ciento en la deforestación en los ocho países del Área Silvestre de Alta Biodiversidad de la Amazonía comparado con las tasas documentadas de deforestación de línea base (Cuadro A.3), y el valor potencial de una reducción del 5 por ciento en la deforestación en cuatro países andinos comparado con un Escenario Sin Cambios (Cuadro A.4). En los Cuadros A.5 a A.7 se ofrecen estadísticas acerca de áreas protegidas y territorios indígenas.

Cuadro A.1. Modelo para la estimación del valor económico del bosque amazónico con base en el carbono almacenado en su biomasa aérea; las estimaciones de cobertura boscosa se derivan de estudios publicados en los que se usaron imágenes satelitales; el valor de 125 toneladas métricas de carbono por hectárea es una estimación moderada derivada de estudios de biomasa con base en parcelas (Baker *et al.* 2004); el valor de mercado de la tonelada métrica de carbono (\$ 10) se aproxima al valor actual cotizado en la Bolsa Climática de Chicago (Chicago Climate Exchange) para instrumentos financieros de carbono.

	Cobertura boscosa (×1,000 ha)	Carbono @125 t/ha (×1,000 t)	Gt C	Gt CO <sub>2</sub>	Valor del bosque en pie @ \$10/t CO <sub>2</sub> (\$ mil millones)
Bolivia <sup>1</sup>	46,070	5,758,750	5.8	21.1	211
Brazil <sup>2</sup>	336,873	42,109,109	42.1	154.5	1,545
Colombia <sup>3</sup>	57,117	7,139,606	7.1	26.2	262
Ecuador <sup>3</sup>	11,764	1,470,438	1.5	5.4	54
Peru <sup>3</sup>	71,335	8,916,825	8.9	32.7	327
Venezuela <sup>3</sup>	42,164	5,270,494	5.3	19.3	193
Guyana <sup>4</sup>	15,104	1,888,000	1.9	6.9	69
Suriname <sup>4</sup>	14,776	1,847,000	1.8	6.8	68
Guayana Francesa <sup>4</sup>	13,000	1,625,000	1.6	6.0	60
Total	608,202	76,025,221	76.0	279	2,790

1. Killeen *et al.* 2007b.
2. Derivado a partir de informes publicados acerca del total de cobertura boscosa en la amazonia brasileña (Brito-Carreres *et al.* 2005, PRODES 2007).
3. Resultados no publicados de un estudio de deforestación de los países andinos recientemente finalizado por Conservación Internacional (Harper *et al.* 2007).
4. FAO 2005.

Cuadro A.2. Modelo para la estimación del valor económico del bosque amazónico con base en el carbono liberado cada año en la atmósfera debido a la deforestación. Las estimaciones de cobertura boscosa se derivan estudios publicados en los que se usaron imágenes satelitales; el valor de 125 toneladas métricas de carbono por hectárea es una estimación moderada derivada de estudios de biomasa con base en parcelas efectuados en la Amazonía (Baker *et al.* 2004); el precio de la tonelada métrica de carbono (\$ 10) se aproxima al valor actual cotizado en la Bolsa Climática de Chicago para instrumentos financieros de carbono.

<b>Países amazónicos</b>	<b>Cobertura boscosa 1990 (×1.000 ha)</b>	<b>Cobertura boscosa 2000(×1.000 ha)</b>	<b>Cobertura boscosa 2005(×1.000 ha)</b>	<b>Tasa anual de deforestación (×1.000 ha yr-1)</b>	<b>Emisiones de carbono @ 125 t/ha (×1.000 t)</b>	<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> (×1.000 t)</b>	<b>Valor de las emisiones @ \$10/t CO<sub>2</sub> (\$ millón)</b>
Bolivia <sup>1</sup>	48,355	46,862	46,070	240	30,001	110,105	1,101
Brazil <sup>2</sup>	364,922	348,129	336,873	2,250	281,250	1,032,188	10,322
Colombia <sup>3</sup>	59,282	57,839	57,117	144	18,044	66,221	662
Ecuador <sup>3</sup>	12,333	11,953	11,764	38	4,748	17,423	174
Peru <sup>3</sup>	72,511	71,727	71,335	78	9,800	35,966	360
Venezuela <sup>3</sup>	43,258	42,529	42,164	73	9,119	33,466	335
Guyana <sup>4</sup>	15,104	15,104	15,104	-	-	-	-
Suriname <sup>4</sup>	14,776	14,776	14,776	-	-	-	-
Guayana Francesa <sup>4</sup>	13,000	13,000	13,000	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>643,540</b>	<b>621,919</b>	<b>608,202</b>				
Tasas anuales				2,824	352,961	1,295,369	
Total Anual							12,954
Total de 30 años							388,611
Valor actual neto del total de 30 años							134,325

<b>Países andinos</b>	<b>Cobertura boscosa 1990 (×1.000 ha)</b>	<b>Cobertura boscosa 2000 (×1.000 ha)</b>	<b>Cobertura boscosa 2005 (×1.000 ha)</b>	<b>Tasa anual de deforestación (×1.000 ha yr-1)</b>	<b>Emisiones de carbono @ 125 t/ha (×1.000 t)</b>	<b>Emisiones de CO<sub>2</sub> (×1.000 t)</b>	<b>Valor de las emisiones @ \$10/t CO<sub>2</sub> (\$ millón)</b>
Bolivia <sup>1</sup>	48,355	46,862	46,070	240	30,000	110,100	1,101
Colombia <sup>3</sup>	59,282	57,839	57,117	144	18,000	66,060	661
Ecuador <sup>3</sup>	12,333	11,953	11,764	38	4,748	17,423	174
Peru <sup>3</sup>	72,511	71,727	71,335	78	9,800	35,966	360
<b>Total</b>	<b>192,481</b>	<b>188,381</b>	<b>186,285</b>				
Tasas anuales				500	62,548	229,549	
Total Anual							2,295
Total de 30 años							68,865
Valor actual neto del total de 30 años							23,803

1. Killeen *et al.* 2007b.
2. Derivado a partir de informes publicados acerca del total de cobertura boscosa en la amazonia brasileña (Brito-Carreres *et al.* 2005, PRODES 2007).
3. Resultados no publicados de un estudio de deforestación de los países andinos recientemente finalizado por Conservación Internacional (Harper *et al.* 2007).
4. FAO 2005.

Cuadro A.3. Modelo para la estimación del valor económico de un posible escenario en el que los países amazónicos acceden a reducir la tasa anual de deforestación en un 5 por ciento cada año durante un plazo de 30 años. El escenario de línea base se fundamenta en estimaciones de deforestación derivadas de estudios publicados (véase el Cuadro 2) y la tasa de Deforestación del Escenario Sostenible incorpora una reducción anual del 5 por ciento en la tasa de deforestación; el valor de 125 toneladas métricas por hectárea corresponde a una estimación moderada derivada de estudios de biomasa con base en parcelas efectuados en la Amazonia (Baker *et al.*, 2004); el precio de la tonelada métrica de carbono (\$10) se aproxima al valor actual cotizado en la Bolsa Climática de Chicago para instrumentos financieros de carbono.

Año	Escenario de línea base Cobertura boscosa (1.000 ha)	Escenario de línea base Tasa de deforestación (1.000 ha yr <sup>-1</sup> )	Escenario de deforestación reducida Tasa de deforestación (1.000 ha yr <sup>-1</sup> )	Escenario de deforestación reducida Cobertura boscosa (1.000 ha)	Diferencia de deforestación entre escenarios (1.000 ha)	Compensación total acumulada de carbono 125 t/ha (x1.000 t)	Emisiones totales de CO2 (x1.000 t)	Valor total acumulado @ \$10/t CO2 (x\$1.000)	Pago anual @ \$10/t CO2 (x\$1.000)	Valor total acumulado con VAN @ \$10/t CO2 (x\$1.000)	Pago anual con VAN @ \$10 / t CO2 (x\$1.000)
2007	608,202										
2008	605,378	2,683	2,683	605,519	141	17,648	64,768	647,684	647,684	647,684	647,684
2009	602,554	2,548	2,548	602,971	416	52,062	191,067	1,910,669	1,262,984	1,632,593	984,908
2010	599,731	2,421	2,421	600,550	819	102,403	375,819	3,758,188	1,847,519	3,020,661	1,388,069
2011	596,907	2,300	2,300	598,250	1,343	167,875	616,102	6,161,016	2,402,828	4,661,825	1,641,164
2012	594,083	2,185	2,185	596,065	1,982	247,722	909,139	9,091,386	2,930,371	6,481,354	1,819,530
2013	591,260	2,076	2,076	593,989	2,730	341,224	1,252,292	12,522,922	3,431,536	8,418,367	1,937,013
2014	588,436	1,972	1,972	592,018	3,582	447,699	1,643,057	16,430,566	3,907,644	10,423,606	2,005,239
2015	585,612	1,873	1,873	590,144	4,532	566,499	2,079,051	20,790,512	4,359,946	12,457,553	2,033,947
2016	582,789	1,780	1,780	588,365	5,576	697,007	2,558,014	25,580,145	4,789,633	14,488,825	2,031,272
2017	579,965	1,691	1,691	586,674	6,709	838,637	3,077,798	30,777,980	5,197,835	16,492,815	2,003,991
2018	577,141	1,606	1,606	585,068	7,927	990,834	3,636,361	36,363,608	5,585,628	18,450,544	1,957,728
2019	574,317	1,526	1,526	583,542	9,225	1,153,069	4,231,764	42,317,638	5,954,031	20,347,682	1,897,138
2020	571,494	1,450	1,450	582,093	10,599	1,324,841	4,862,165	48,621,652	6,304,013	22,173,730	1,826,048
2021	568,670	1,377	1,377	580,715	12,045	1,505,672	5,525,815	55,258,149	6,636,497	23,921,327	1,747,597
2022	565,846	1,308	1,308	579,407	13,561	1,695,109	6,221,051	62,210,505	6,952,356	25,585,666	1,664,339
2023	563,023	1,243	1,243	578,164	15,142	1,892,723	6,946,293	69,462,928	7,252,423	27,164,004	1,578,339
2024	560,199	1,181	1,181	576,984	16,785	2,098,104	7,700,041	77,000,414	7,537,486	28,655,256	1,491,251
2025	557,375	1,122	1,122	575,862	18,487	2,310,864	8,480,871	84,808,710	7,808,296	30,059,646	1,404,391
2026	554,552	1,066	1,066	574,797	20,245	2,530,634	9,287,428	92,874,276	8,065,565	31,378,431	1,318,784
2027	551,728	1,012	1,012	573,784	22,057	2,757,064	10,118,425	101,184,247	8,309,971	32,613,655	1,235,224
2028	548,904	962	962	572,823	23,919	2,989,820	10,972,640	109,726,404	8,542,157	33,767,962	1,154,307
2029	546,081	914	914	571,909	25,829	3,228,587	11,848,914	118,489,138	8,762,733	34,844,428	1,076,467
2030	543,257	868	868	571,041	27,785	3,473,063	12,746,142	127,461,419	8,972,281	35,846,436	1,002,008
2031	540,433	824	824	570,217	29,784	3,722,964	13,663,277	136,632,770	9,171,351	36,777,563	931,127
2032	537,609	783	783	569,434	31,824	3,978,017	14,599,324	145,993,238	9,360,468	37,641,497	863,934
2033	534,786	744	744	568,690	33,904	4,237,966	15,553,337	155,533,367	9,540,129	38,441,965	800,469
2034	531,962	707	707	567,983	36,021	4,502,566	16,524,417	165,244,174	9,710,807	39,182,683	740,718
2035	529,138	672	672	567,311	38,173	4,771,584	17,511,712	175,117,124	9,872,951	39,867,307	684,623
2036	526,315	638	638	566,673	40,358	5,044,799	18,514,411	185,144,111	10,026,987	40,499,402	632,095
2037	523,491	606	606	566,067	42,576	5,322,001	19,531,743	195,317,434	10,173,322	41,082,420	583,018
	Cobertura boscosa remanente					Totales	Totales	Totales			
	86%			93%		5,322,001	19,531,743		195,317,434		41,082,420

Cuadro A.4 Modelo para la estimación del valor económico de un posible escenario en el que cuatro países (Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia) acceden a reducir la tasa anual de deforestación en un 5 por ciento cada año durante un plazo de 30 años (Escenario Sostenible) comparado con un aumento del 2,5% al año en la tasa de deforestación que podría derivarse de los proyectos camineros de IIRSA en el pie de monte andino (Escenario No Sostenible). El valor de línea base se deriva de estudios publicados (véase el Cuadro 2); el valor de 125 toneladas métricas por hectárea corresponde a una estimación moderada derivada de estudios de biomasa con base en parcelas efectuados en la Amazonia (Baker et al. 2004); el valor de mercado de la tonelada métrica de carbono (\$ 10) se aproxima al valor actual cotizado en la Bolsa Climática de Chicago (CCX) para instrumentos financieros de carbono.

Año	Escenario de línea base Cobertura boscosa (1.000 ha)	Escenario Sin Cambios Tasa de deforestación (1.000 ha yr-1)	Escenario de deforestación reducida Tasa de deforestación (1.000 ha yr-1)	Escenario Sin Cobertura boscosa	Escenario de deforestación reducida Cobertura boscosa (1.000 ha)	Diferencia de deforestación entre escenarios (1.000 ha)	Compensación total acumulada de carbono 125 t/ha (x1.000 t)	Emisiones totales reducidas de CO2 (x1.000 t)	Valor total acumulado @ \$10/t CO2 (x\$1.000)	Pago anual @ \$10/t CO2 (x\$1.000)	Valor total acumulado con VAN @ \$10/t CO2 (x\$1.000)	Pago anual con VAN @ \$10/t CO2 (x\$1.000)
2007	186,285											
2008	185,785	513	475	185,772	185,810	38	4,691	17,216	172,162	172,162	172,162	172,162
2009	185,284	526	452	185,246	185,358	112	13,956	51,218	512,182	340,020	437,519	265,357
2010	184,784	539	429	184,707	184,929	221	27,686	101,608	1,016,079	503,897	816,104	378,585
2011	184,283	552	408	184,155	184,521	366	45,781	168,018	1,680,180	664,101	1,269,694	453,590
2012	183,783	566	387	183,589	184,134	545	68,150	250,111	2,501,111	820,931	1,779,428	509,734
2013	183,283	580	368	183,009	183,766	758	94,708	347,578	3,475,781	974,670	2,329,604	550,176
2014	182,782	595	349	182,414	183,417	1,003	125,378	460,137	4,601,373	1,125,592	2,907,210	577,606
2015	182,282	610	332	181,804	183,085	1,281	160,091	587,533	5,875,331	1,273,959	3,501,521	594,311
2016	181,782	625	315	181,179	182,770	1,590	198,783	729,535	7,295,354	1,420,023	4,103,750	602,228
2017	181,281	641	300	180,539	182,470	1,931	241,400	885,938	8,859,383	1,564,029	4,706,750	603,001
2018	180,781	657	285	179,882	182,185	2,303	287,891	1,056,559	10,565,592	1,706,209	5,304,766	598,016
2019	180,280	673	270	179,209	181,915	2,706	338,212	1,241,238	12,412,383	1,846,790	5,893,211	588,444
2020	179,780	690	257	178,520	181,658	3,139	392,326	1,439,837	14,398,372	1,985,990	6,468,481	575,270
2021	179,280	707	244	177,813	181,414	3,602	450,201	1,652,239	16,522,389	2,124,017	7,027,801	559,320
2022	178,779	725	232	177,088	181,182	4,094	511,811	1,878,347	18,783,466	2,261,077	7,569,085	541,284
2023	178,279	743	220	176,345	180,962	4,617	577,134	2,118,083	21,180,831	2,397,365	8,090,821	521,736
2024	177,778	761	209	175,584	180,753	5,169	646,155	2,371,390	23,713,903	2,533,072	8,591,976	501,155
2025	177,278	780	199	174,803	180,554	5,751	718,863	2,638,229	26,382,286	2,668,383	9,071,908	479,932
2026	176,778	800	189	174,003	180,365	6,362	795,252	2,918,576	29,185,764	2,803,478	9,530,300	458,391
2027	176,277	820	179	173,183	180,186	7,003	875,321	3,212,430	32,124,295	2,938,531	9,967,093	436,794
2028	175,777	840	170	172,343	180,016	7,673	959,074	3,519,801	35,198,007	3,073,712	10,382,446	415,352
2029	175,277	861	162	171,481	179,854	8,372	1,046,518	3,840,719	38,407,194	3,209,186	10,776,682	394,236
2030	174,776	883	154	170,599	179,700	9,101	1,137,665	4,175,231	41,752,310	3,345,116	11,150,258	373,576
2031	174,276	905	146	169,693	179,554	9,860	1,232,533	4,523,397	45,233,969	3,481,659	11,503,736	353,478
2032	173,775	928	139	168,766	179,415	10,649	1,331,143	4,885,294	48,852,940	3,618,970	11,837,752	334,016
2033	173,275	951	132	167,815	179,283	11,468	1,433,519	5,261,014	52,610,140	3,757,200	12,153,002	315,250
2034	172,775	975	125	166,840	179,158	12,318	1,539,690	5,650,664	56,506,639	3,896,499	12,450,217	297,216
2035	172,274	999	119	165,841	179,039	13,198	1,649,691	6,054,365	60,543,650	4,037,011	12,730,157	279,940
2036	171,774	1,024	113	164,817	178,926	14,108	1,763,557	6,472,253	64,722,530	4,178,881	12,993,592	263,434
2037	171,274	1,050	107	163,768	178,818	15,051	1,881,329	6,904,478	69,044,781	4,322,250	13,241,293	247,702
Cobertura boscosa remanente												
	92%			88%	96%		1,881,329	6,904,478		68,872,619		13,241,293

Cuadro A.5 Áreas protegidas y territorios indígenas en el Área Silvestre de Alta Biodiversidad de la Amazonía (Véase la Figura 5.3).

Área Silvestre de Alta Biodiversidad de la Amazonía	Superficie (km <sup>2</sup> )	Total área protegida (km <sup>2</sup> )	% área protegida	Total territorios indígenas (km <sup>2</sup> )	% territorios indígenas	Total área protegida y territorios indígenas (km <sup>2</sup> )	% Total áreas protegidas y territorios indígenas
Brasil	4,231,358	951,235	22.5	941,760	22.3	1,758,856	41.6
Bolivia	354,496	37,282	6.3	76,722	21.6	103,565	25.7
Colombia	448,130	62,549	14.0	211,110	47.1	256,320	57.2
Ecuador	70,840	16,434	23.2	12	0.0	16,445	23.2
Perú	659,586	154,692	21.0	154,317	12.8	205,831	31.2
Venezuela	416,919	300,675	72.1	1,835	0.4	300,806	72.1
Guayana Francesa	83,267	39,847	47.9	0	-	39,847	47.9
Guayana	210,025	5,157	2.9	6,693	3.2	11,850	5.6
Surinam	146,101	22,184	15.2	0	0.1	22,184	15.2
Total	6,620,722	1,590,055	24.0	1,392,449	21.0	2,715,705	45.0

Cuadro A.6 Áreas protegidas y territorios indígenas en la Amazonía Legal del Brasil (modificadas del Instituto Socioambiental Instituto Socioambiental ([http://www.socioambiental.org/uc/quadro\\_geral](http://www.socioambiental.org/uc/quadro_geral))).

Estado brasileño	Superficie (km <sup>2</sup> )	Total área protegida (km <sup>2</sup> )	% área protegida	Total territorios indígenas (km <sup>2</sup> )	% territorios indígenas	Total área protegida y territorios indígenas (km <sup>2</sup> )	% Total áreas protegidas y territorios indígenas
Acre	152,581	51,230	33.6%	24,283	15.9%	75,513	49.5%
Amapá	142,815	89,152	62.4%	11,860	8.3%	101,012	70.7%
Amazonas	1,570,746	260,682	16.6%	428,719	27.3%	689,401	43.9%
Maranhão	331,983	13,862	4.2%	19,220	5.8%	33,082	10.0%
Mato Grosso	903,358	28,360	3.1%	135,129	15.0%	163,489	18.1%
Pará	1,247,690	308,742	24.7%	284,397	22.8%	593,139	47.5%
Rondônia	237,576	56,480	23.8%	49,659	20.9%	106,139	44.7%
Roraima	224,299	14,467	6.4%	103,843	46.3%	118,309	52.7%
Tocantins	277,621	10,672	3.8%	23,914	8.6%	34,586	12.5%
Amazonía Legal	5,088,668	833,646	16.4%	1,081,023	21.2%	1,914,669	37.6%

Cuadro A.7 Áreas protegidas y territorios indígenas en los países del norte de Sudamérica.

Países	Superficie (km <sup>2</sup> )	Total área protegida (km <sup>2</sup> )	% área protegida	Total territorios indígenas (km <sup>2</sup> )	% territorios indígenas	Total área protegida y territorios indígenas (km <sup>2</sup> )	% Total áreas protegidas y territorios indígenas
Bolivia	1,085,047	186,486	17.19	202,778	18.69	326,978	30.13
Brasil	8,484,839	1,234,755	14.24	1,051,632	12.40	2,152,224	25.06
Colombia	1,137,921	106,374	9.35	263,264	23.14	344,861	30.31
Ecuador	256,212	49,103	19.17	97	0.04	49,196	19.20
Guayana Francesa	83,267	39,847	47.86	0	0.00	39,847	47.86
Guayana	210,025	5,157	2.90	6,693	3.19	11,850	5.64
Perú	1,291,445	203,909	15.79	174,735	13.53	260,982	20.21
Surinam	146,101	22,184	15.18	0	0.00	22,184	15.18
Venezuela	912,557	400,558	43.89	2,041	0.22	400,878	43.93
Total	13,607,414	2,248,373	16.5	1,701,240	12.5	3,609,002	29.0



Figura A.1. Las inversiones de IIRSA en el noroeste de la Amazonía y en el pie de monte andino vincularán las hidrovías de los afluentes del Amazonas (Putumayo, Napo, Maraón y Ucayali) mediante carreteras transandinas hacia la costa del Pacífico. Sin embargo, estas carreteras que discurrirían en dirección este-oeste también crearán un corredor a lo largo del pie de monte que se extiende desde Pucallpa, en el centro de Perú, hasta el Putumayo en Colombia. El desarrollo y la deforestación en dicho corredor aislarán las biotas andinas y amazónicas y limitarán la capacidad de muchas especies para adaptarse a futuros cambios climáticos.

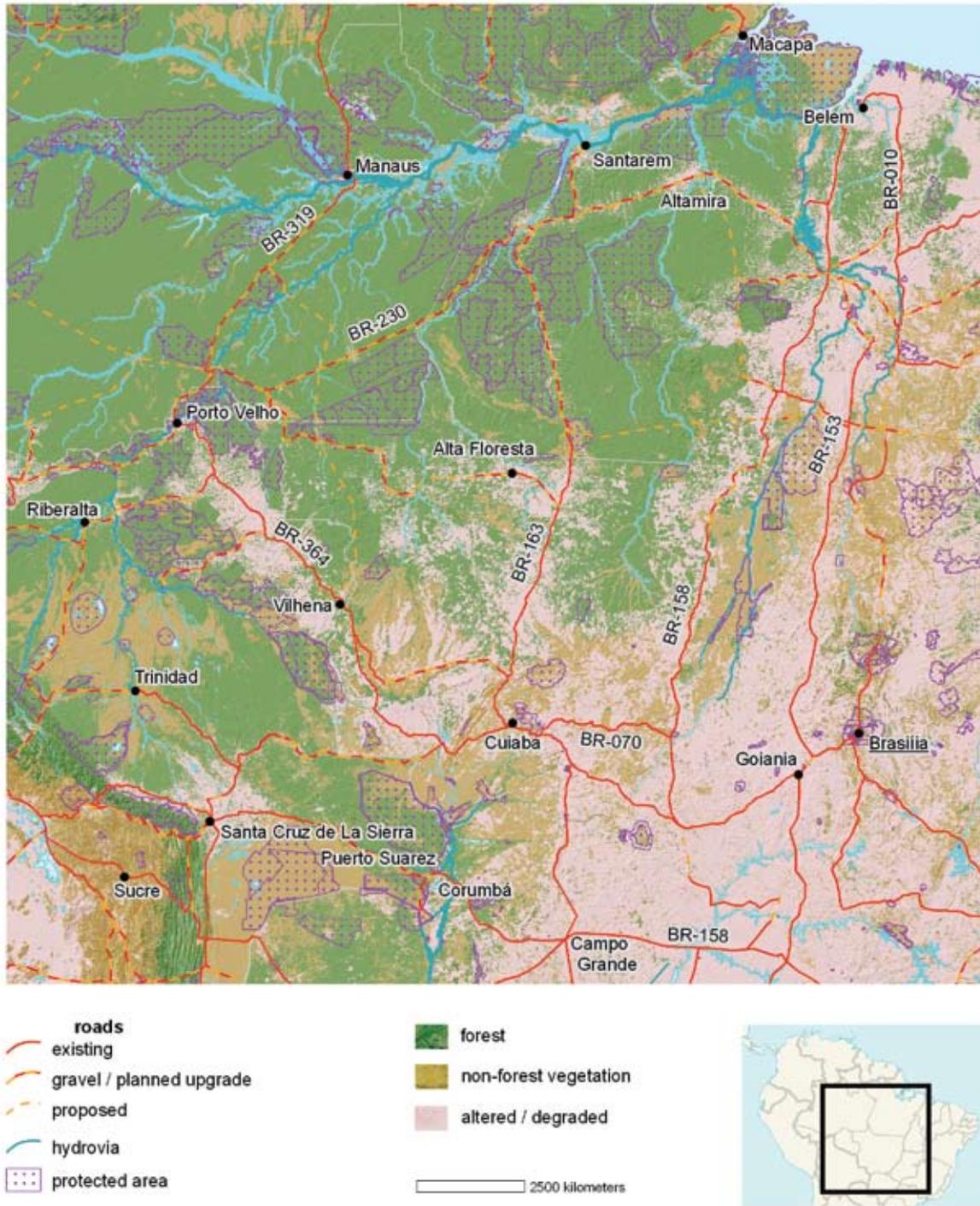


Figura A.2. El sudoeste de la Amazonía y las regiones adyacentes de los Andes centrales sufrirán serios impactos derivados de cuatro corredores camineros de IIRSA que conectarán el Cerrado brasileño con puertos del Pacífico: 1) el Corredor Bi-oceánico entre Mato Grosso do Sul y la costa de Chile, vía Santa Cruz, Bolivia; (2) la Carretera Norte de Bolivia, conectará el Altiplano Boliviano con las regiones fronterizas adyacentes a Acre y Rondonia; (3) la Carretera Interoceánica del sur del Perú conectará a Acre y Rondonia con la costa del Pacífico del Perú y (4) la Carretera Río Branco-Cruzeiro do Sul-Pucallpa que atravesará una de las regiones más remotas de la Amazonía occidental. En el otro sentido, la hidrovía Madeira – Mamoré se vinculará con el brazo principal del río Amazonas mediante las represas y esclusas construidas entre Porto Velho, Rondonia y Riberalta, Bolivia.



Figura A.3. El Arco Norte se refiere al sistema caminero que integrará los países del Escudo de la Guayana en la Amazonía nororiental. Esta región escasamente poblada generalmente se considera como la menos amenazada de la Amazonía y grandes áreas del Brasil se han designado como áreas protegidas; no obstante, la explotación de los ricos recursos minerales y madereros de la región podrían hacerse más interesante, desde el punto de vista económico, después de efectuarse las inversiones del IIRSA.

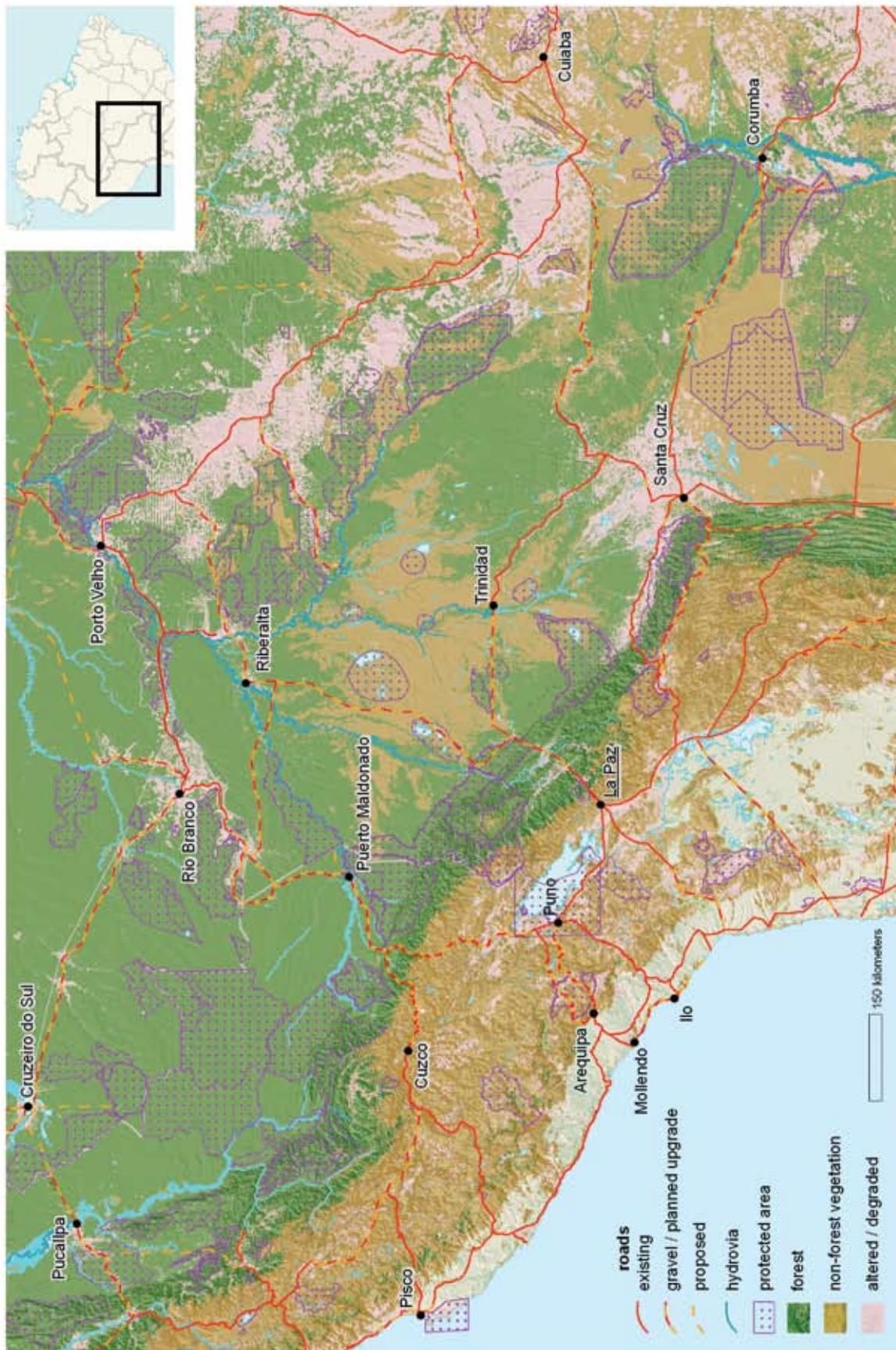


Figura A.4. El sureste de la Amazonía también se conoce como el arco de deforestación puesto que en esta zona se ha llevado adelante la mayoría del desarrollo en los últimos 30 años. Las inversiones en transporte podrían acelerar esta tendencia, al mejorar las redes camineras y las hidroviás regionales. Nuevas líneas férreas podrían brindar corredores de exportación para los productos agrícolas de la región.

