



La venta de servicios ambientales forestales

Stefano Pagiola,
Joshua Bishop y
Natasha Landell-Mills
(editores)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Instituto Nacional de Ecología
Comisión Nacional Forestal

LA VENTA DE SERVICIOS AMBIENTALES FORESTALES

REVISIÓN TÉCNICA:
Gaëlle Brachet Barro
Josefina Braña Varela
Jaime Sáinz Santamaría

LA VENTA DE SERVICIOS AMBIENTALES FORESTALES.
*Mecanismos basados en el mercado
para la conservación y el desarrollo*

Stefano Pagiola, Joshua Bishop
y Natasha Landell-Mills
(editores)



Primera edición: noviembre de 2003

D.R. © Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT)
Periférico sur 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco,
C.P. 04530. México, D.F.
www.ine.gob.mx

Título original: *Selling Forest Environmental Services.*
Market-based Mechanisms for Conservation and Development
© 2002. Earthscan Publications Ltd.
ISBN 1 85383 888 8 (edición rústica)

COORDINACIÓN EDITORIAL: Raúl Marcó del Pont Lalli
DISEÑO DE LA PORTADA: Álvaro Figueroa
FOTO DE LA PORTADA: Claudio Contreras
CORRECCIÓN DE ESTILO: Eduardo Chagoya Medina

ISBN: 968-817-615-X

Impreso y hecho en México

ÍNDICE

Prefacio	11
Agradecimientos	15
Siglas y abreviaturas	17
I. Mecanismos basados en el mercado para la conservación y el desarrollo <i>Stefano Pagiola, Natasha Landell-Mills y Joshua Bishop</i>	23
II. Los servicios ambientales de los bosques: información general <i>Joshua Bishop y Natasha Landell-Mills</i>	43
III. Pago por los servicios hidrológicos en Centroamérica: enseñanzas de Costa Rica <i>Stefano Pagiola</i>	77
IV. Los beneficios compartidos del manejo de la cuenca hidrológica de Sukhomajri, India <i>John Kerr</i>	117
V. Pagos por la protección de los servicios de las cuencas hidrográficas: la banca de humedales en los Estados Unidos de América <i>J. Salzman y J. B. Ruhl</i>	137

VI. El financiamiento de las cuencas hidrográficas: el Fondo del Agua, FONAG, de Quito, Ecuador <i>Marta Echavarría</i>	159
VII. La venta de biodiversidad en una taza de café: el café de sombra y la conservación forestal en Mesoamérica <i>Stefano Pagiola e Ina-Marlene Ruthenberg</i>	175
VIII. Conservación de tierras privadas: mercados espontáneos para la conservación de tierras en Chile <i>Elisa Corcuera, Claudia Sepúlveda y Guillermo Geisse</i>	213
IX. Los nexos entre la bioprospección y la conservación forestal <i>Sarah A. Laird y Kerry ten Kate</i>	247
X. La aplicación de instrumentos fiscales para fomentar la conservación: respuestas municipales al Impuesto sobre el Valor Agregado "Ecológico" de Paraná y Minas Gerais, Brasil <i>Peter H. May, Fernando Veiga Neto, Valdir Denardin y Wilson Loureiro</i>	281
XI. El desarrollo de un mercado de carbono forestal en la Columbia Británica <i>Gary Bull, Zoe Harkin y Ann Wong</i>	321
XII. El apoyo a la participación de campesinos indígenas en el mercado internacional de servicios de carbono: el caso de <i>Scolec Té</i> Richard Tipper	355
XIII. Inversiones en los servicios ambientales de los bosques australianos <i>Davis Brand</i>	371
XIV. Asegurando los sumideros forestales <i>Phil Cottle y Charles Crosthwaite-Eyre</i>	387

XV. Cómo lograr que los mecanismos basados en el mercado funcionen para los bosques y los pueblos <i>Stefano Pagiola, Natasha Landell-Mills y Joshua Bishop</i>	407
Acerca de los colaboradores	457

PREFACIO

Por fin empiezan a llamar la atención pública los numerosos y valiosos servicios que los ecosistemas proporcionan a los bosques, entre otros: la estabilización climatológica, el almacenaje de carbono, la protección de las funciones hídricas y la conservación de la biodiversidad. Hace sólo tres décadas, todavía no se había relacionado a la deforestación con el cambio climático global. Hace apenas dos décadas la biodiversidad no era un concepto bien entendido y en ocasiones aparecía mal escrito en los textos. Actualmente los gobiernos, empresas y ciudadanos reconocen cada vez más el valor de la amplia gama de servicios que proporcionan nuestros ecosistemas forestales.

Emparejada a esta toma de conciencia, hay cada vez más calamidades naturales inesperadas que representan una carga para la sociedad, las cuales significan grandes costos en términos de vidas y dinero. Los incendios forestales masivos en Borneo hacen que el bullicioso aeropuerto de Singapur permanezca cerrado durante semanas enteras. En las inundaciones sin precedente en China y El Salvador mueren miles de personas. Hay incendios en los brumosos bosques del sur de México por primera vez en la historia moderna. Las consecuencias financieras que acarrearán las inundaciones, incendios, sequías, deslaves y tormentas extremas, convergen en los costos de la deforestación.

Dicha toma de conciencia atrae la atención sobre los beneficios económicos de ecosistemas sanos, beneficios que se presuponían hasta hace poco. De hecho, dado que aumentan las demandas de los humanos y se escasean cada vez más los recursos naturales, los usua-

rios de aguas abajo que soportan los costos de la degradación (incluyendo a los organismos que prestan el servicio de agua, los gobiernos locales, las aseguradoras particulares y la sociedad en general) exploran las posibilidades de reducir los riesgos y costos mediante el financiamiento de la conservación forestal. Simultáneamente, algunos propietarios de bosques, incluyendo a los productores de bajos ingresos y a las comunidades indígenas, buscan compensación por los costos de mantenimiento de los bosques sanos. El interés en reducir costos, aumentar ingresos y ampliar la conservación, coloca a los mercados de servicios de ecosistemas en el escenario.

Este volumen describe someramente una muestra extensa del creciente número de casos en los cuales los servicios de ecosistema encuentran mercados reales y flujos reales de ingresos; aborda las experiencias de los mercados emergentes de carbono, agua y biodiversidad desde Brasil hasta la India y desde Australia hasta los Estados Unidos; plantea la diversidad de mecanismos que van desde programas privados organizados por los participantes y proyectos abiertos de comercio hasta programas gubernamentales de pagos. Asimismo, pone de relieve la gran variedad de participantes y beneficiarios, incluyendo a los gobiernos nacionales, municipios, empresas, grupos ecológicos y comunidades locales.

Los casos aquí presentados son sucesos que corresponderían al primer capítulo de un libro que trataría del cambio dramático en la manera en que la sociedad maneja sus activos naturales. Llevará mucho tiempo escribir todo el libro. La venta de los servicios de ecosistema es una acción compleja en la que interviene una enorme variedad de estructuras de mercado, programas de pagos y cantidades y categorías de los participantes. Tiene amplio impacto desde el nivel local hasta el global. La emisión de derechos sobre la propiedad, el establecimiento de precios y las interacciones entre los servicios, sin hacer mención de los servicios que todavía no se han definido, siguen siendo un problema. Son limitadas las innovaciones en este campo en cuanto a escala, alcance e impacto y al comercio de los servicios ambientales todavía es una actividad naciente. Los numerosos participantes apenas empiezan a entender las maneras potencia-

les en que los mercados pueden ayudar a proteger los servicios forestales y a mejorar la calidad de vida.

Pero la tendencia es clara. Muchos de los innovadores mencionados en este libro participan en el Grupo Katoomba, un grupo de expertos en ecología, finanzas, mercadeo y en el ramo ambiental de todas partes del orbe. Se reúnen para contrapesar los cambios. El Grupo Katoomba ha liderado el trabajo de aprender los mecanismos del mercado, diseñar marcos de referencia y formular programas. Los tres editores de este volumen son colaboradores valiosos y activos de este Grupo.

A muchas personas les preocupan las complejas implicaciones de ponerle precio a la naturaleza. Ello presenta verdaderos problemas técnicos y levanta serias objeciones culturales. Pero la realidad actual es que los ecosistemas más grandes del mundo, los bosques, se valoran principalmente como fuente de combustible, madera y fibras. Alrededor del mundo estos ecosistemas complejos son reemplazados por otros usos del suelo: soya en Brasil, palmeras de aceite en Indonesia, maíz en el sur de México y centros comerciales en el noroeste de los Estados Unidos. El punto es claro: para que sobrevivan los bosques, éstos necesitan competir financieramente.

Dados los enormes beneficios sociales y ecológicos de los servicios forestales y las muchas partes interesadas en aprovecharlos, incluyendo a las personas de escasos recursos, es esencial sacar el mayor beneficio posible del potencial de los mecanismos del mercado. Si no logramos vincular las actividades del mercado comercial con los objetivos de la conservación, el futuro de las tierras boscosas en parques y áreas protegidas será incierto.

Los casos en que ha habido avances y que aparecen plasmados en el presente libro, aunque sean modestos, apuntan hacia direcciones estratégicas, las cuales nos llevarán a un futuro que contemple puntos de vista ecológicos, económicos y sociales que incluyan a los bosques en el paisaje.

MICHAEL JENKINS
Director Ejecutivo de
Tendencias Forestales
Abril de 2002

AGRADECIMIENTOS

Una obra como esta debe mucho al generoso apoyo, tanto intelectual como práctico, de varias personas e instituciones. Sin su asistencia no hubiera sido posible llevarla a buen término. Los agradecimientos principales son, claro está, para los autores que participan en este trabajo. Su esfuerzo ha recibido también la ayuda de otras personas, cuyos reconocimientos aparecen en cada capítulo.

Si podemos hablar de un padrino de este proyecto, este sería Forest Trends, una joven organización con su base en los Estados Unidos de América. La idea de este libro apareció durante una conversación en un minibús mientras regresábamos de una de las reuniones del excelente Katoomba Group organizadas por Forest Trends. Dicho grupo incluye a representantes de compañías forestales y financieras, organismos de investigación y gestión ambiental, agencias de gobierno e influyentes grupos privados y de beneficencia, quienes se han estado reuniendo regularmente desde inicios del año 2000 a fin de explorar enfoques innovadores de mercado para conservar los bosques del mundo. Muchos de los autores (y los tres editores) pertenecen a este grupo, que toma su nombre de la ciudad de Katoomba, en Australia, donde se llevó a cabo la primera reunión.

El apoyo financiero para la preparación de este libro provino de la Danish International Assistance (DANIDA), de la Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC), del capítulo británico de Worldwide Fund for Nature (WWF-UK) y de la Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA). El World Bank Institute (WBI),

el espacio de entrenamiento del World Bank, también jugó un papel importante. El WBI ha apoyado durante mucho tiempo los trabajos de construcción de capacidades en esta área, incluyendo una serie de cursos de capacitación sobre nuevos enfoques para el financiamiento de la conservación. Algunos de los materiales que incluimos aquí se originaron en materiales de enseñanza para dichos cursos. También proporcionó generosamente recursos para la preparación de muchos de los estudios de caso que aparecen en este libro. Debe enfatizarse que las organizaciones mencionadas no necesariamente compraten o asumen las opiniones expresadas por los editores o por los autores de manera individual.

Los editores también se han beneficiado de las provechosas discusiones con numerosos colegas de todo el mundo, quienes proporcionaron perspectivas críticas y guiaron la reflexión en los temas que aquí se revisan. Sin siquiera implicar que sus perspectivas se expresan en esta obra, deseamos agradecer especialmente a Arild Angelsen, Bruce Aylward, Steve Bass, Stuart Beil, Carl Binning, Ian Calder, David Cassells, Ken Chomitz, John Dixon, John Forgach, Maryanne Grieg-Gran, John Hudson, Saleemul Huq, Bill Hyde, Michael Jenkins, David Kaimowitz, John Kellenberg, Michael Linddal, Richard McNelly, James Mayers, Patricia Moles, Pedro Moura Costa, Dan Nepstad, Ken Newcombe, Edgar Ortiz, John Palmer, David Pearce, Gunars Platais, Ina Porras, Manrique Rojas, Sara Scherr, Ronaldo Seroa de Mota, Jerry Shively, Paul Steele, Tin Swanson, Paul Toyne y Andy White.

Finalmente, deseamos agradecerle a Jonathan Sinclair y a su equipo de Earthscan por su esfuerzo para lograr que este volumen se publique a tiempo y que alcance a una audiencia lo más amplia posible.

STEFANO PAGOIA, JOSHUA BISHOP Y
NATASHA LANDELL-MILLS
Abril de 2002

SIGLAS Y ABREVIATURAS

°C	Grados centígrados
ABS	Acceso y reparto de beneficios
AEPS	Sistema Estadounidense de Energía Eléctrica
APA	Área de Protección Ambiental (Brasil)
APP	Áreas Protegidas Privadas (Chile)
AyA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado
BCCL	Promoción de la Conservación de la Biodiversidad en los Paisajes de Café (proyecto en El Salvador)
BEC	Clasificación Biogeoclimática de Ecosistemas (Canadá)
CAF	Certificado de Abono Forestal (Costa Rica)
CALM	Departamento de Conservación y Administración de Tierras (Oeste de Australia)
CB	Columbia Británica (Canadá)
CBD	Convención de Diversidad Biológica
CBM-CFS	Modelo de Presupuesto de Carbono del Sector Forestal de Canadá
CBM-FPS	Modelo Canadiense de Presupuesto del Sector de Productos Forestales
CC	Comunidad de Conservación (Chile)
CCB	Coefficiente de Conservación de la Biodiversidad (Brasil)
CDM	Mecanismo de Desarrollo Limpio
CEF	Fondo para la Empresa de Conservación

CESMACH	Campesinos Ecológicos de la Sierra Madre de Chiapas (México)
CFS	Servicio Forestal Canadiense
CH ₄	Metano
CI	Conservación Internacional
CIPMA	Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente (Chile)
CNFL	Compañía Nacional de Fuerza y Luz (Costa Rica)
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Bióxido de carbono
CODEFF	Comité Pro Defensa de la Flora y Fauna (Chile)
COMCAM	Consorcio de Municipios de la Región de Campo Mourao (Brasil)
CONAF	Corporación Nacional Forestal (Chile)
COP	Conferencia de las Partes (PICC)
CORIPA	Consorcio Intermunicipal para la Conservación del Remanente del Río Paraná y Áreas de Influencia (Brasil)
CPR	Combinación de Recursos en Común
CREED	Programa para la Colaboración en la Investigación de la Economía del Medio Ambiente y Desarrollo
CRESEE	Centro Regional para los Estudios de Economía Ecológica
CSWCRTI	Instituto Central de Investigación y Capacitación para la Conservación de Agua y Suelo (Chandigarh)
CU (UC)	Unidad de Conservación (Brasil)
CWA	Ley del Agua Limpia (los Estados Unidos)
Danida	Asistencia internacional danesa
DFID	Departamento de Desarrollo Internacional (Reino Unido)
ECCM	Centro Edimburgo para la Administración de Carbono
EEQ	Empresa Eléctrica de Quito (Ecuador)
EMAAP-Q	Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito (Ecuador)
ENSO	El Niño-Oscilación Austral

EPA	Agencia para la Protección del Medio Ambiente (los Estados Unidos)
FAN	Fundación Amigos de la Naturaleza (Bolivia)
FAO	Organización de Alimentos y Agricultura (Naciones Unidas)
FDA	Administración de Alimentos y Drogas (Estados Unidos de América)
FIA	Federación Internacional del Automóvil
FLO	Organización de Etiquetado de Comercio Equitativo
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (Costa Rica)
FONAG	Fondo del Agua (Ecuador)
FSOS	Sistema de Optimización Forestal por Simulación
FUNDECOR	Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (Costa Rica)
GEF	Fondo Mundial del Medio Ambiente
GEMCO	Consortio de Ordenación de Emisiones de Invernadero (Canadá)
GERT	Proyecto para el Comercio de Reducción de Emisiones de Invernadero (Canadá)
GHG	Gases con Efecto Invernadero
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Corporación Alemana para la Colaboración Técnica)
ha	Hectárea
HEPL	Mejoramiento del Hábitat en Paisajes Productivos (Proyecto, México)
HEP	Energía hidroeléctrica
HNFA	Nuevos Bosques de Hancock, Australia
HNRG	Grupo Hancock de Recursos Naturales
HRMS	Sociedad Administrativa de los Recursos de las Colinas (India)
IAP	Institución Ambiental de Paraná (Brasil)
ICBG	Grupo Cooperativo Internacional de Biodiversidad
ICDP	Programa Integral de Conservación y Biodiversidad
ICMS-E	Impuesto sobre la Circulación de Mercancía y Servicios (Brasil)

IDESMAC	Instituto para el Desarrollo Sostenible de Mesoamérica (México)
IEF	Instituto Estatal Forestal (Brasil)
IFC	Corporación Internacional Financiera
IFOAM	Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica
IHN	Instituto de Historia Natural (México)
IIED	Instituto Internacional para el Medio Ambiente y Desarrollo
INBio	Instituto Nacional de Biodiversidad (Costa Rica)
INE	Instituto Nacional de Ecología (México)
InTEC	Modelo de Ecosistema Terrestre Integral, presupuesto C (Canadá)
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
UICN	Unión Mundial de Conservación
JI	Implementación Conjunta
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
km ²	Kilómetros cuadrados
lb	Libra
m ³	Metros cúbicos
MARN	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (El Salvador)
MBC	Corredor Biológico Mesoamericano
MINAE	Ministerio del Ambiente y Energía (Costa Rica)
MST	Movimiento de los Sin Tierra (Brasil)
NCI	Instituto Nacional de Cáncer
NFI	Inventario Forestal Nacional
NGO (ONG)	Organización no gubernamental
NIH	Instituto Nacional de Salud (los Estados Unidos)
NKMCAP	Proyecto de Acción Climatológica de Noel Kempff Mercado (Bolivia)
NO _x	Óxido de nitrógeno
NRC	Consejo de Investigación Natural (los Estados Unidos)
NSF	Fundación Nacional de las Ciencias (los Estados Unidos)

OCIC	Oficina Costarricense de Implementación Conjunta (Costa Rica)
PCF	Fondo Prototipo de Carbono (Banco Mundial)
PERRL	Iniciativa Piloto para la Eliminación, Reducción y Aprendizaje de Emisiones (Canadá)
PERT	Programa Piloto para el Comercio de Reducción de Emisiones (Canadá)
PIB	Producto Interno Bruto
PPA (APP)	Área Protegida Privada (Chile)
PROCAFÉ	Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café (El Salvador)
PSA	Pago por Servicios Ambientales (Costa Rica)
R\$	Real brasileño (moneda nacional de Brasil)
R&D	Investigación y desarrollo
RAPP	Red de Áreas Protegidas Privadas (Chile)
RPPN	Reserva Particular de Patrimonio Natural (Brasil)
SDC	Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación
SEMAD	Secretaría Estatal del Medio Ambiente y Desarrollo (Brasil)
SENACSA	Servicio Nacional de Conservación de Suelo y Agua (Costa Rica)
Sida	Agencia Sueca de Cooperación y Desarrollo Internacional
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Costa Rica)
SMBC	Centro Smithsonianiano de Aves Migratorias (Estados Unidos de América)
SMP	Sarawak MediChem Pharmaceuticals
SNASPE	Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (Chile)
SO ₂	Dióxido de azufre
TAA	Texler & Asociados
tC	Toneladas de carbono
tCO ₂	Toneladas de bióxido de carbono
tC/año	Toneladas de carbono al año

TFL	Licencia para plantación de árboles
TNC	The Nature Conservancy
TSA	Área de bosque maderable
UE	Unión Europea
UIC	Universidad de Illinois en Chicago
UNCED	Conferencia de las Naciones Unidas del Medio Ambiente y Desarrollo
UNFCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos
US\$	Dólares australianos
VAT (IVA)	Impuesto sobre el Valor Agregado
VCR	Medidas Voluntarias de Registro (Canadá)
VRI	Inventario de Recursos de Vegetación
WBI	Instituto del Banco Mundial
WCEL	Ley Ecológica de la Costa Occidental
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

CAPÍTULO 1

MECANISMOS BASADOS EN EL MERCADO PARA LA CONSERVACIÓN Y EL DESARROLLO

Stefano Pagiola, Natasha Landell-Mills y Joshua Bishop

En muchas partes del mundo los bosques están seriamente amenazados. Durante la década de los noventa se perdieron en promedio casi 15 millones de hectáreas boscosas por año, especialmente en las zonas tropicales (FAO, 2001a, 2001b). A esta pérdida se suma la de los numerosos y valiosos servicios que proporcionan las cubiertas boscosas, tales como la regulación de los flujos hidrológicos y la captura de carbono, además de la biodiversidad que albergan (Myers, 1997).

Durante los últimos años se ha vivido una extensa experimentación con mecanismos basados en el mercado para poder abordar estos problemas. Muchos consideran que esto puede proporcionar incentivos poderosos y medios eficientes para conservar los bosques y los bienes públicos que ellos proveen y también ofrecer nuevas fuentes de ingreso para apoyar a los habitantes de las zonas rurales. Una encuesta reciente encontró casi 300 ejemplos de tales mecanismos en todo el mundo (Landell-Mills y Porras, 2002), y la lista aumenta constantemente.

A pesar del creciente interés mundial en los enfoques basados en el mercado para la conservación de los bosques, existe relativamente poca información disponible acerca de cómo han surgido y cómo funcionan en la práctica. Este libro reúne estudios de caso de algunos de los experimentos más avanzados, cada uno de los cuales expone los retos inherentes a la creación de mercados de servicios ambientales, incluyendo cómo identificar y cuantificar los distintos servicios que prestan los bosques, establecer mecanismos sustentables de financiamiento, desarrollar esquemas de pago que brinden incenti-

vos adecuados para quienes administran las tierras, fomentar y adaptar el marco institucional a las circunstancias locales, y asegurar una distribución equitativa de los costos y los beneficios entre las diferentes partes involucradas.

BENEFICIOS PROPORCIONADOS POR LOS BOSQUES

Adoptamos aquí una definición muy amplia del término “bosque”, que incluye cualquier uso de suelo con una cubierta arbórea sustancial. Por supuesto, no todos los bosques tienen el mismo valor. Su estructura, composición y ubicación específicas juegan un papel fundamental en la determinación de los servicios que pueden ofrecer y a quiénes se los pueden otorgar. Las plantaciones de monocultivo no albergan, obviamente, mucha biodiversidad; sin embargo, pueden incidir en los flujos hidrológicos y capturar carbono. En lugar de limitar la discusión a un subconjunto de bosques, consideramos más útil preguntarnos qué servicios puede proporcionar cualquier tipo de bosque en particular. De tales formas habríamos formulado dicha pregunta, ya que incluso dentro de los bosques naturales hay una variación considerable entre los tipos y niveles de servicios que los bosques le proporcionan a los consumidores.

Los bosques proporcionan una amplia variedad de beneficios (Baskin, 1997; Myers, 1997; Roper y Park, 1999; Schmidt *et al.*, 1999; Sharma, 1992) pero en este libro nos concentramos en tres categorías principales de beneficios:

- Protección de la cuenca hidrológica. Los bosques pueden desempeñar un papel importante en la regulación de los flujos hídricos y en la reducción de la sedimentación. Los cambios en la cobertura forestal pueden afectar la cantidad y la calidad de los flujos de agua en la parte baja de la cuenca, además de su dinámica temporal.
- Conservación de la biodiversidad. Los bosques albergan un porcentaje importante de la biodiversidad del mundo. La pérdida de estos es una de las principales causas de la disminución de especies.

- Captura de carbono. Los bosques en pie almacenan enormes cantidades de carbono, y aquellos en crecimiento capturan carbono de la atmósfera.

El capítulo II revisa el papel de los bosques en el abastecimiento de estos servicios.

¿POR QUÉ SE AGOTAN LOS SERVICIOS FORESTALES?

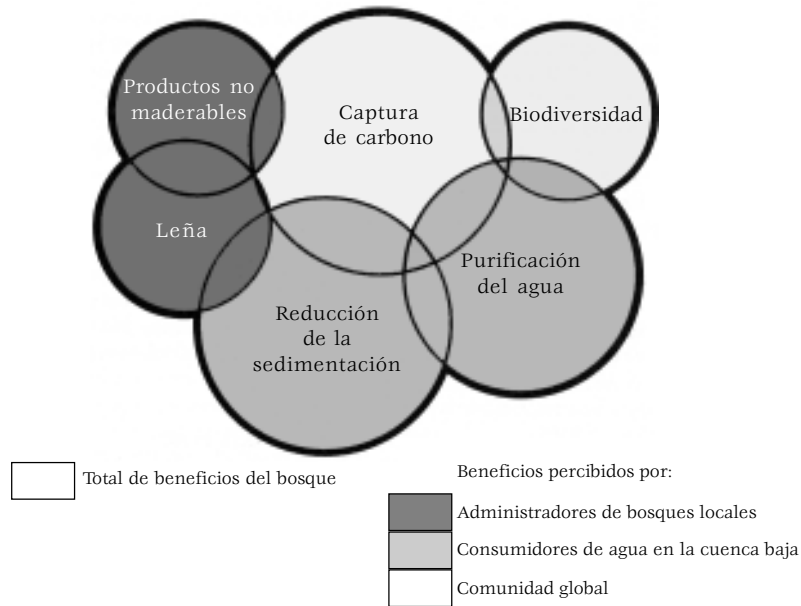
Las causas de la deforestación son muchas y complejas (Angelsen y Kaimowitz, 2001; Brown y Pearce, 1994; Contreras-Hermosilla, 2000; Kaimowitz y Angelsen, 1998). Este libro se centra en situaciones en donde las fallas del mercado juegan un papel determinante. De ninguna manera se pretende subestimar la importancia de otros factores, entre los que destacan el predominio de los subsidios a la agricultura y las políticas de comercio de la madera, los cuales fomentan el cambio de uso del suelo forestal y la explotación no sustentable de los bosques (Barbier *et al.*, 1994; Binswanger, 1991; Browder, 1985; Maher, 1988; Repetto y Gillis, 1988; Schneider, 1994). No obstante, es verdad que aun sin políticas públicas que generen incentivos perversos, habría una oferta insuficiente de servicios ambientales forestales en el mercado debido, en la mayoría de los casos, a su naturaleza de externalidades o bienes públicos (Baumol y Oates, 1988; Cornes y Sandler, 1996).¹

Consideremos el caso de campesinos que enfrentan la decisión de talar bosques naturales en una zona limítrofe (entre tierras forestales y tierras con otro uso de suelo) para aprovechar la tierra con fines agrícolas. Al tomar la decisión, ciertamente considerarán los beneficios que esperan obtener de una mayor producción agrícola, ya sea para la venta o el consumo familiar. También tomarán en cuenta el costo de las herramientas indispensables para desmontar la tierra, los fertilizantes y otros insumos requeridos para producir el cultivo, más la mano de obra necesaria para desmontar el bosque y preparar las tierras agrícolas. Pero ¿qué hay de los otros beneficios que brinda el bosque y que se perderían o reducirían si se le desmonta? Si el campesino recolecta

leña y otros productos no maderables, o pastorea el ganado en el bosque, tendrá que tomar en cuenta la pérdida de estos servicios.² Por otro lado, es probable que no considere beneficios como el de la protección de la cuenca hidrológica. Por ejemplo, la reducción del bosque podría aumentar las inundaciones y la sedimentación cuenca abajo, pero el granjero que desmonta el área no será quien asuma estos costos sino que tendrán que hacerlo quienes vivan cuenca abajo. Comúnmente, los usuarios locales de la tierra no tomarán en cuenta estos costos a la hora de tomar sus decisiones. El resultado es que, desde la perspectiva de los campesinos que optan por el desmonte de la tierra, el valor del bosque parece ser considerablemente más bajo de lo que en realidad es. Puesto que los beneficios del desmonte se valoran completamente y los beneficios de mantener las áreas boscosas no, es más probable que se desmonte más bosque del que sería óptimo (socialmente) cortar. Una cuantificación completa de todos los beneficios no necesariamente daría como resultado la preservación de todo el bosque, pero ciertamente resultaría en una menor tasa de deforestación de la que actualmente existe.

La figura 1.1 ilustra el problema de manera esquemática. Cada círculo representa uno de los servicios prestados por un bosque en particular. Para propósitos de ilustración, se muestran seis de estos servicios. Según las características del bosque y de los usuarios de los servicios, los círculos pueden variar de magnitud. Por ejemplo, el bosque del esquema provee grandes beneficios hídricos y de captura de carbono, pero presta beneficios relativamente menores en cuanto a biodiversidad. Otros bosques tendrán diferentes beneficios en términos tanto absolutos como relativos. La figura también muestra que algunos de estos beneficios se superponen en niveles distintos. El total de beneficios del bosque se obtiene a partir de la suma de los beneficios de cada componente. Diversos grupos de interés tenderán a percibir una mezcla distinta de los beneficios del bosque, atribuyendo más o menos importancia a cada componente según sus propias prioridades y preferencias. En particular, los grupos locales responsables de tomar decisiones sobre el bosque darán prioridad a los beneficios derivados de su uso directo (generalmente los relacionados con

FIGURA 1.1 BENEFICIARIOS DE LOS SERVICIOS FORESTALES



su aprovechamiento), como la recolección de leña y otros productos forestales no maderables (ilustrados con el espacio sombreado oscuro). Los servicios hídricos, por ejemplo, frecuentemente no benefician a los usuarios directos del bosque, sino a los usuarios de cuenca abajo (el espacio sombreado claro). Asimismo, los servicios de la captura de carbono benefician a la sociedad global (el espacio no sombreado) mediante su efecto de mitigar el cambio climático.³ Mientras los responsables locales de la toma de decisiones no reciban ninguna remuneración por proveer estos beneficios, será poco probable que los tomen en cuenta al decidir su uso del suelo.⁴

Las respuestas a las fallas de mercado en el manejo de los bosques pueden ser muy diversas. Una respuesta común es que los gobiernos asuman la responsabilidad de proteger y administrar los re-

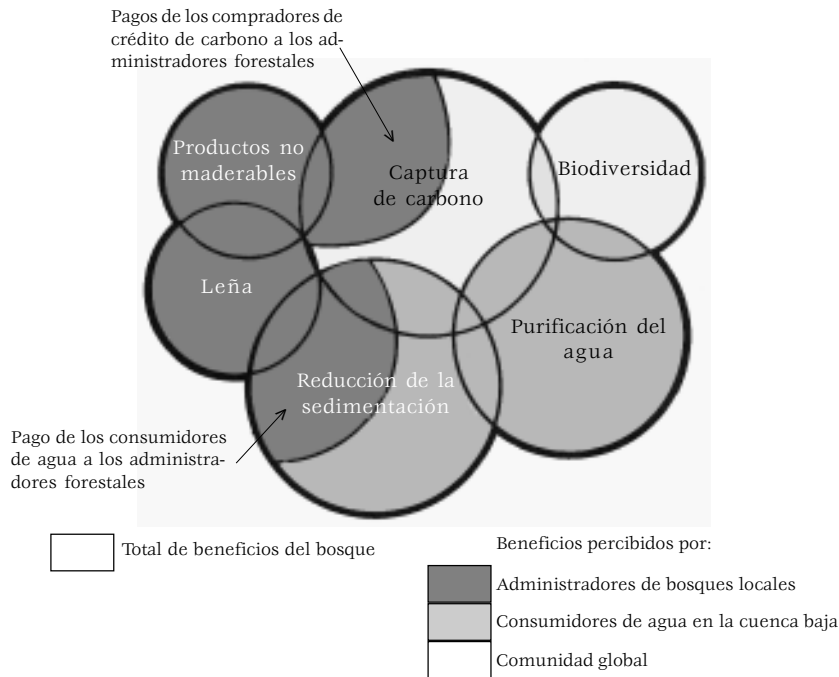
cursos forestales de las áreas protegidas y de las unidades de manejo forestal. Pero las acciones gubernamentales rara vez cumplen las expectativas de los demás. Con demasiada frecuencia los gobiernos carecen de suficiente información respecto a qué servicios son importantes y cómo prestarlos, o carecen de fondos para costear la conservación necesaria. Tampoco son inmunes a las presiones políticas, tales como el cabildeo de los intereses de los agricultores o de los industriales que se beneficiarían de la explotación de los bosques. Otros métodos para corregir las fallas incluyen: los proyectos de reforestación, una variedad de iniciativas para educar a los usuarios locales de la tierra y proyectos integrales de conservación y desarrollo. El balance de estos proyectos es mixto (Southgate, 1998). Muchas veces no logran abordar el problema fundamental de la existencia de fallas de mercado, además de que han resultado costosos y difíciles de ejecutar.

MECANISMOS BASADOS EN EL MERCADO PARA INCENTIVAR LA CONSERVACIÓN FORESTAL

El objetivo principal de los mecanismos de mercado examinados en este libro es el de solucionar las fallas de mercado.⁵ Al vender los servicios prestados por los bosques, individualmente o en conjunto, estos mecanismos pretenden generar fondos que luego se puedan usar para: (i) aumentar los beneficios provenientes de la conservación de las personas que manejan el bosque, para así modificar sus incentivos; o (ii) generar recursos que se puedan usar para financiar los esfuerzos de conservación de los grupos conservacionistas privados o gubernamentales.

La figura 1.2 ilustra la lógica básica de los mecanismos basados en el mercado. Se muestran ejemplos hipotéticos: una que vende servicios de reducción de sedimentos a los usuarios de agua cuenca abajo y otro que vende servicios de captura de carbono a compradores que necesitan créditos para cumplir los requerimientos de reducción de emisiones de Kioto.⁶ Estos pagos transfieren esencialmente algunos de los beneficios recibidos por estos gru-

FIGURA 1.2 ESQUEMA DE MECANISMOS BASADOS EN EL MERCADO PARA LOS SERVICIOS FORESTALES



pos a los encargados o manejadores locales del bosque. En consecuencia, desde la perspectiva de los encargados los beneficios totales de la conservación del bosque aumentan, quizá sustancialmente. Suponiendo que los beneficios de convertir el bosque a otros usos de suelo se mantienen iguales, es más probable que los encargados de las decisiones locales decidan preservar la cubierta boscosa. Vale la pena resaltar varios aspectos de esta figura:

- Inclusive con los pagos por reducción de sedimentos y captura de carbono, los manejadores locales de bosques perciben sólo algunos de los beneficios forestales. Esto podría no tener importancia desde una perspectiva práctica. Todo lo que se necesita para cambiar las decisiones sobre el manejo del bosque es aumentar los beneficios de la conservación percibidos por quienes aprovechan de manera directa el bosque, de manera que compensen los beneficios provenientes de la deforestación que dejarían de percibir.
- Persiste la posibilidad de una solución socialmente ineficiente: que los administradores de bosques decidan cambiar su uso a pesar de que el total de los beneficios sociales sea mayor que los beneficios derivados del uso alternativo. Con la implementación de un PSA (Pago por Servicios Ambientales), se reduce la probabilidad pero no se elimina. Sólo cuando se compense a los administradores locales de la tierra por proveer todos los beneficios no locales, podemos estar seguros de que las decisiones de manejo del bosque serán siempre socialmente óptimas.
- Por la misma razón, los mecanismos de mercado no logran reflejar el valor total de beneficios de los bosques. El flujo de pagos de distintos beneficiarios a través de tales mecanismos, difícilmente excederá el valor percibido de los beneficios proporcionados, ya que los beneficiarios se negarían a pagar. Sin embargo, estos pagos son más propensos a captar sólo una parte de los beneficios brindados, debido a la dificultad de identificar todos los beneficiarios de todos los servicios, y de recolectar los pagos apropiados. Tales mecanismos, por lo tanto, proporcionan únicamente un mínimo aceptable del valor real de los servicios que prestan los bosques.
- El simple hecho de recolectar los pagos de los beneficiarios de los servicios forestales no ayudará a cambiar las decisiones sobre el manejo de los bosques, a menos que dichos pagos lleguen a quienes los manejan.

En comparación con métodos anteriores para conservar el bosque, los mecanismos basados en el mercado prometen mayor eficiencia y efectividad, así como una mayor equidad en la distribución de los

costos y los beneficios. La experiencia con instrumentos de este tipo en otros sectores ha demostrado que tales políticas, si se diseñan e implementan cuidadosamente, pueden alcanzar metas ambientales a un costo significativamente menor que los enfoques convencionales de ‘comando y control’, a la vez que crean incentivos positivos para innovaciones y mejoras continuas (Ekins, 1999; Huber, *et al.*, 1998; OECD, 1993, 1994; Stavins, 1999). La razón es sencilla: los costos de alcanzar algún objetivo ambiental no son los mismos para cualquier situación. Los instrumentos basados en el mercado se aprovechan de esta diferencia concentrando esfuerzos en donde los costos son más bajos. Asimismo, los beneficios de la conservación pueden variar sustancialmente de un caso a otro. Los instrumentos basados en el mercado buscan y se concentran en los de mayor beneficio.

La demanda por una mayor equidad a través de la utilización de enfoques basados en el mercado es más controversial. Muchos están familiarizados con el tan citado principio de “quien contamina paga”, que establece que aquellos que imponen cargas ambientales a la sociedad, en forma de desechos o contaminación, deben asumir los costos (que serán finalmente impuestos al consumidor a través de precios más elevados por bienes y servicios). En el caso de los servicios ambientales, predomina el menos conocido principio de “el que conserva recibe un pago”, el cual sostiene que aquellos que presten un beneficio ambiental deberán ser recompensados por hacerlo (o por lo menos ser compensado por los costos). Así, los mercados para los servicios ambientales son equitativos o, por lo menos, justos en cierto sentido, en la medida en que los costos y beneficios reales sean reconocidos y remunerados.

Los defensores de los mercados para los servicios ambientales van más lejos: sostienen que en la mayoría de los casos, aquellos que proveen estos servicios (principalmente los usuarios rurales) son más pobres que los beneficiarios o consumidores de los servicios ambientales. En la medida en que esta afirmación sea cierta y que nuevos mecanismos financieros de hecho realicen transferencias de recursos de los consumidores de servicios ambientales forestales relativamente ricos hacia los proveedores relativamente pobres, entonces, los

mercados para servicios ambientales podrán ser equitativos de una manera más sólida. Está por verse si en realidad los pobres pueden aprovechar estos mercados.

Los mecanismos presentados aquí se basan en el mercado. Algunos son reales, otros sólo son parciales. Por ejemplo, en los casos en que los gobiernos introducen incentivos financieros para estimular la oferta de servicios ambientales, no podemos decir que se ha establecido realmente un mercado. Para que esto suceda, se requeriría evidencia de que los compradores y vendedores interactúan, de tal manera que la ley de la oferta y la demanda sea la que establezca los precios.

ESTUDIOS DE CASO DE MECANISMOS INNOVADORES BASADOS EN EL MERCADO

Este libro presenta tres tipos de estudios de casos prácticos, uno por cada servicio ambiental: la protección de las cuencas hidrológicas, la conservación de la biodiversidad y la captura de carbono. Los estudios de casos de cada sección pretenden abordar un número de temas clave relacionados con las estructuras del mercado, el proceso de desarrollo del mercado y su impacto en los indicadores ambientales, sociales y económicos. Cada estudio de caso fue escrito por participantes de algún mercado o por personas conocedoras de la evolución de este tipo de mecanismos.⁷ Los autores fueron seleccionados por su pericia, su conocimiento de ciertos mecanismos de mercado y por las perspectivas particulares que ofrecen.

LA VENTA DE SERVICIOS HIDROLÓGICOS

El sistema costarricense de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) es probablemente el mecanismo más avanzado del mundo en desarrollo. Stefano Pagiola explica el papel que cumplen las ventas de servicios hidrológicos dentro de dicho sistema (capítulo III). El servicio de agua es uno de cuatro servicios que el programa de PSA pretende suministrar. Desde su creación, dicho programa ha convencido a varios generadores de energía hidroeléctrica y a un consumidor indus-

trial de agua de pagar por las actividades de conservación forestal del sistema.

John Kerr examina uno de los ejemplos más renombrados de manejo exitoso de una cuenca hidrológica, la de Sukhomajri, en la India (capítulo IV). El experimento nació del deseo de la ciudad de Chandigarh de proteger al lago local de la sedimentación. Para lograrlo se tenía que encontrar la manera de convencer a los usuarios de las tierras cuenca arriba de Sukhomajri de que cambiaran el uso de suelo. Paralelamente, ello requería que estos encontraran un mecanismo para abordar las diferencias de uso de suelo dentro de la comunidad y aunque salieron airosos de esta situación compleja, su modelo no se ha adoptado de manera general. Kerr examina las razones de ello.

Jim Salzman y J.B. Ruhl proporcionan el ejemplo de un caso en un país desarrollado: el de la banca de humedales de los Estados Unidos (capítulo V). Es el ejemplo de un indicador que surge para hacer más eficaz el método tradicional de “comando y control”. La ley de los Estados Unidos dispone que no debe darse una reducción neta de humedales. Los urbanizadores de bienes raíces pueden “compensar” la pérdida que resulte de sus proyectos con la restauración o mejora de humedales en cualquier otra parte. Emerge así un mercado que presta dichos servicios a los urbanizadores para que no tengan que realizar las obras por sí mismos.

Algunos de los principales beneficiarios de los servicios de agua son las grandes ciudades. Se ha dado amplia publicidad a la decisión de la ciudad de Nueva York de invertir en la cuenca hidrológica de Catskills en lugar de construir una planta purificadora de agua, lo que resultaría más costoso (Chichilnisky y Heal, 1998). Marta Echavarría examina el esfuerzo por establecer un mecanismo similar en un país en desarrollo: se trata del Fondo para el Agua, FONAG, de Quito, Ecuador (capítulo VI).

LA VENTA DE SERVICIOS DE LA BIODIVERSIDAD

El segundo conjunto de capítulos de este libro examina los mercados emergentes de conservación de la biodiversidad. Stefano Pagiola e

Ina-Marlene Ruthenberg hablan de los esfuerzos de comercializar el café de sombra de México y El Salvador (capítulo VII). Dicho proyecto pretende capitalizar la disposición a pagar del consumidor por conservar la biodiversidad e inducirlo a pagar un sobreprecio por el café de sombra que genere beneficios para la biodiversidad. Dicha prima incentivaría a los productores a cultivar café de sombra, con el fin de mantener tales beneficios. Este estudio de caso práctico ilustra los temas de oferta y demanda que surgen al establecer mecanismos de mercado. Aunque se han superado los retos en el contexto de la producción de los pequeños productores, ha resultado mucho más difícil persuadir a los consumidores de comprar el producto.

La creación de áreas protegidas solía ser función casi exclusiva del Estado, pero recientemente se ha visto una proliferación de reservas privadas (Alderman, 1994; Langholz *et al.*, 2000). Destaca este fenómeno particularmente en Chile para llenar el vacío creado por un gobierno indiferente. Los individuos no sólo han formado sus propias áreas protegidas sino que las sociedades mercantiles han entrado en el mercado para ayudarlos. Aunque este movimiento es prometedor, queda mucho por hacer para mejorar su aportación a la conservación. Elisa Corcuera, Claudia Sepúlveda y Guillermo Geisse analizan las fortalezas y limitaciones de los mercados espontáneos para la conservación privada de tierras en Chile (capítulo VIII).

Sarah Laird y Kerry ten Kate examinan hasta qué punto el uso comercial de recursos forestales genéticos puede arrojar beneficios para la conservación forestal y para las comunidades locales (Capítulo IX). Desde el principio de los años 90 hasta mediados de la misma década se esperaba que la explotación de la biodiversidad proporcionara una nueva fuente de recursos para la conservación forestal, pero esto no ha resultado así (Farnsworth y Soejarto, 1985; McAllister, 1991; Pearce y Puroshothaman, 1992; Príncipe, 1989; Reid *et al.*, 1993). Aunque algunas compañías farmacéuticas han externado su disponibilidad a pagar por el acceso a muestras de material genético, las cifras que se mencionan son menores que las estimadas. Además, sólo una pequeña porción de estos pagos se emplea realmente en la conservación. Laird y ten Kate examinan las razones por las cuales la

bioprospección no ha alcanzado las expectativas y proponen la manera de mejorar la situación.

Los instrumentos fiscales innovadores también fomentan la conservación forestal. Peter May, Fernando Veiga Neto, Valdir Denardin y Wilson Loureiro examinan las operaciones de uno de los proyectos más conocidos: el impuesto ecológico sobre valor agregado de Brasil (capítulo X). Este mecanismo canaliza una parte de los ingresos obtenidos por el impuesto hacia los municipios sobre la base de su productividad ambiental. Inicialmente considerado como la manera de compensar a estos niveles de gobierno en los que áreas grandes de tierra se encuentran destinados a la conservación (y como tal, son propensos a ser penalizados bajo los criterios tradicionales para la distribución de los ingresos del impuesto al valor agregado), el impuesto ecológico al valor agregado parece haber estimulado los esfuerzos para incrementar sustancialmente la conservación.

El ecoturismo es otro mecanismo que intenta generar recursos para la conservación forestal, en este caso al vender el derecho por visitar zonas forestales ricas en biodiversidad. Existe considerable interés por utilizar el ecoturismo para generar ingresos a partir de la biodiversidad y, por lo tanto, fomentar su conservación (Brandon 1996; Gössling, 1999). Sin embargo, ya se ha tratado este mecanismo extensamente en otros textos, por lo que no se incluyen ejemplos en este libro.

LA VENTA DE SERVICIOS DE CAPTURA DE CARBONO

Por último, varios estudios examinan el potencial de venta de los servicios forestales de captura de carbono. Gary Bull, Zoe Harkin y Ann Wong (capítulo XI) examinan los esfuerzos realizados para establecer un mercado para la captura de carbono en la provincia canadiense de la Columbia Británica (CB). Incluso en una industria relativamente sofisticada como la forestal, la creación de nuevos mercados de servicios, tales como el de captura de carbono, es todo menos fácil. Se requiere realizar esfuerzos importantes en lo técnico, lo jurídico y lo comercial.

Los países en desarrollo que desean participar en los mercados internacionales de carbono enfrentan los mismos obstáculos, además de los retos relacionados con una capacidad gubernamental frágil y otras circunstancias socioeconómicas. Richard Tipper (capítulo XII) habla de un aspecto específico: el de los pequeños propietarios. Sin los esfuerzos antes mencionados, los pagos por servicios de captura de carbono podrían concentrarse exclusivamente en las grandes plantaciones o en las tierras propiedad del Estado. Esto podría ayudar a la conservación forestal, pero resulta insuficiente para fomentar el crecimiento rural. En el proyecto de *Scolec Té* en el estado de Chiapas, al sur de México, se han estado haciendo esfuerzos para desarrollar nuevos modelos para financiar mejoras en las tierras, utilizando las compensaciones por carbono como fuente de capital de inversión.

Davis Brand (capítulo XIII) describe los esfuerzos para desarrollar mercados de servicios de captura de carbono en Australia, desde el punto de vista del sector financiero. El Grupo Hancock de Recursos Naturales está procurando desarrollar productos innovadores de inversión que aprovechen las nuevas oportunidades brindadas por los mercados de carbono emergentes. Los fondos de inversión, tal como el que se describe aquí, pueden captar nuevos recursos sustanciales para el sector forestal y ayudar a proteger los servicios ambientales que generan los bosques australianos. Lo que se necesita es un instrumento que satisfaga las demandas complejas (y cambiantes) del Protocolo de Kioto, pero que a la vez sea atractivo para los inversionistas particulares. Una tarea difícil.

Phil Cottle y Charles Crosthwaite-Eyre examinan un problema afín (capítulo XIV): la variedad de riesgos que enfrentan las inversiones a largo plazo, necesarias para que funcionen los proyectos de captura de carbono. Algunos de estos riesgos se encuentran en otros proyectos forestales, mientras que otros son específicos al objetivo de captura de carbono. La disponibilidad de seguros para ayudar a manejar los riesgos aumentaría la captación de inversiones en este ámbito. Cottle y Crosthwaite-Eyre describen algunos de los temas inherentes al manejo y aseguramiento de los riesgos de los proyectos de captura

de carbono por los bosques y los ilustran en el contexto del Proyecto de Acción Climática, de Noel Kempff Mercado, en Bolivia.

No todos los estudios de casos prácticos describen logros contundentes; algunos analizan situaciones en donde los mecanismos no logran cumplir las expectativas. Otros casos están en las primeras etapas y todavía no es posible decir si van a prosperar o a fracasar. Pero todos brindan ejemplos valiosos de la manera de poner en práctica el concepto de mecanismos de mercado. El capítulo XV pretende señalar las lecciones iniciales de las experiencias derivadas de estos casos.

NOTAS

- 1 Las externalidades son los costos o beneficios generados a terceros y que no son tomados en cuenta en los precios de mercado (si se reflejaran en ellos, habría un precio menor si la actividad genera un costo o externalidad negativa, o un precio mayor si genera un beneficio o externalidad positiva). Los “bienes públicos” son una clase especial de externalidades, que se distinguen porque son no-exclusivos y no-rivales (Cornes y Sandler, 1996). La no-exclusividad se refiere a que no se puede evitar el que los consumidores disfruten de los bienes o servicios en cuestión aun cuando no paguen por ello. La no-rivalidad se refiere a que cuando una persona consume un bien o servicio, ello no disminuye la cantidad disponible para los demás. Por lo general, habrá una insuficiencia en la oferta de los bienes públicos en el mercado, debido a la dificultad de hacer que los consumidores paguen por ellos para que se produzcan en una cantidad suficiente. Normalmente, se requiere de una acción colectiva para asegurar una oferta adecuada. Aun así, se pueden aprovechar los mecanismos del mercado para bajar los costos y estimular la innovación.
- 2 En muchos casos, incluso la pérdida de beneficios tangibles de este tipo puede no ser tomada en cuenta en su totalidad. Frecuentemente, los agricultores no tienen derechos (por ley o por usos y costumbres) sobre los productos recolectados en los bosques. En cambio, por lo regular sí gozan de derechos más seguros sobre los productos obtenidos de sus cultivos (con la excepción de los aparceros). Debido a esta diferencia en cuanto a derechos de propiedad, es posible que se le dé más importancia a las

- ganancias provenientes de los cultivos que a la pérdida de beneficios forestales derivada del cambio de uso de suelo (véase Bromley 1989; Cousins, 1000; Ostrom, 1990). Este tipo de problema está muy generalizado, pero los mecanismos presentados en el presente libro no lo abordan.
- 3 Aunque en el presente estudio se describen a los beneficiarios de la parte baja de la cuenca como un solo grupo, esto se debe a que así conviene a la representación de los conceptos. Es muy probable que quienes se benefician de la reducción de sedimentación no sean los mismos que lo hacen del agua más pura. Asimismo, la gente de la comunidad global interesada en la conservación de la biodiversidad, no siempre son las mismas personas que tienen interés en la captura de carbono. También, muchas veces, los administradores de bosques locales se encuentran repartidos en varios subgrupos.
 - 4 Desde una perspectiva analítica, muchas veces es útil clasificar los diferentes servicios según el grupo al que benefician: aquellos que proporcionan beneficios a los usuarios directos del bosque (como la explotación de productos maderable y no maderables), los que brindan beneficios a escala nacional (como la regulación de los servicios hídricos), y los que ofrecen beneficios a nivel global (como la captura de carbono). Los pobladores que toman las decisiones locales perciben los beneficios “locales” *in situ*, y por eso se los incluirían en un análisis de costo/beneficio desde su perspectiva. Los beneficios “locales” y “nacionales” juntos, se incluirían en un análisis nacional de costo/beneficio social, del tipo que normalmente realiza el gobierno para la evaluación de proyectos o políticas. Los beneficios “globales” no se incluirían en el análisis nacional de costo/beneficio, sino que serían agregados a los beneficios locales y nacionales para efectuar un análisis internacional de costo/beneficio social, aunque en este caso no queda del todo claro quién asumiría la responsabilidad de asegurar los beneficios globales.
 - 5 Esta sección se basa en parte en Pagiola y Platais (de próxima publicación).
 - 6 En el capítulo II se describe más detalladamente la naturaleza de los servicios de protección de la cuenca hidrológica y de captura de carbono, así como los requerimientos de reducción de emisiones del Protocolo de Kioto.
 - 7 Cabe mencionar que varios de los autores promueven o tienen un papel importante en la administración de los mecanismos que describen. Dado que nuestra meta es destacar los aspectos prácticos de la creación de

mercados para servicios ambientales, creemos que el riesgo de un entusiasmo desbordado por su propio caso se ve compensado por los conocimientos de primera mano con que cuentan.

BIBLIOGRAFÍA

- Alderman, C.L. 1994. The Economics and the Role of Privately-owned Lands used for Nature Tourism, Education, and Conservation. En: M. Munasinghe and J. McNeely (eds.), *Protected Area Economics and Policy: Linking Conservation and Sustainable Development*. Washington: World Bank and World Conservation Union.
- Angelsen, A. y D. Kaimowitz (eds.) 2001. *Agricultural Technologies and Tropical Deforestation*. Wallingford: CIFOR and CABI Publishing.
- Barbier, E.B., J.C. Burgess, J. Bishop, and B. Aylward. 1994. *The Economics of the Tropical Timber Trade*. London: Earthscan.
- Baskin, Y. 1997. *The Work Of Nature: How The Diversity Of Life Sustains Us*. Washington: Island Press.
- Baumol, W.J. y WE. Oates. 1988. *The Theory of Environmental Policy*. Segunda edición. Cambridge: Cambridge University Press.
- Binswanger, H. 1991. "Brazilian Policies that Encourage Deforestation in the Amazon. *World Development*, 19, pp.821-829.
- Brandon, K. 1996. *Ecotourism and Conservation: A Review of Key Issues*. Environment Department Working Paper No.33. Washington: World Bank.
- Bromley, D.W. 1989. Property Relations and Economic Development: The Other Land Reform. *World Development*, 17:6, pp.867-877.
- Browder, J. 1985. Subsidies, Deforestation, and the Forest Sector of the Brazilian Amazon. Washington: World Resources Institute.
- Brown, K., y D.W. Pearce. 1994. *The Causes of Tropical Deforestation*. London: University College London Press.
- Chichilnisky, G. y G. Heal. 1998. Economic Returns from the Biosphere. *Nature*, 391, pp.629-630.
- Contreras-Hermosilla, A. 2000. *The Underlying Causes of Forest Decline*. Occasional Paper No.30. Bogor: CIFOR.
- Comes, R. y T. Sandier. 1996. *The Theory of Externalities, Public Goods and Club Goods*. Second Edition. Cambridge: Cambridge University Press.

- Cousins, B. 2000. Tenure and Common Property Resources in Africa. En: C. Toulmin and J. Quan (eds.). *Evolving Land Rights, Policy and Tenure in Africa*. London: DFID, IIED, and Natural Resources Institute.
- Dixon, J.A. y S. Pagiola. 2001. Local Costs, Global Benefits: Valuing Biodiversity in Developing Countries. En: *OECD. Valuation of Biodiversity Benefits: Selected Studies*. Paris: OECD.
- Dudley, N., J.P. Jeanrenaud y F. Sullivan. 1995. *Bad Harvest? The Timber Trade and the Degradation of the World's Forests*. London: Earthscan.
- Ekins, P. 1999. European Environmental Taxes and Charges: Recent Experience, Issues and Trends. *Ecological Economics*, 31:1, pp.39-62.
- Farnsworth, N. y D. Soejarto. 1985. Potential Consequences of Plant Extinction in the United States on the Current and Future Availability of Prescription Drugs. *Economic Botany*, 39:3, pp.231-240.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2001a. *Global Forest Resource Assessment*. FAO Forestry Paper No. 140. Rome: FAO.
- . 2001b. *State of the World's Forests 2001*. Rome: FAO.
- Gossling, S. 1999. Ecotourism: A Means to Safeguard Biodiversity and Ecosystem Functions? *Ecological Economics*, 29, pp.303-320.
- Huber, R.M., J. Ruitenbeek y R. Seroa Da Motta. 1998. *Market Based Instruments for Environmental Policymaking in Latin America and the Caribbean: Lessons from Eleven Countries*. Discussion Paper No.381. Washington: World Bank.
- Kaimowitz, D. y A. Angelsen. 1998. *Economic Models of Tropical Deforestation: A Review*. Bogor: CIFOR.
- Landell-Mills, N. y I. Porras. 2002. *Silver Bullet or Fools' Gold? A Global Review of Markets for Forest Environmental Services and Their Impact on the Poor*. London: IIED.
- Langholz, J.A., J.P. Lassoie, D. Lee y D. Chapman. 2000. Economic Considerations of Privately Owned Parks. *Ecological Economics*, 33, pp.173-183.
- Mahar, D. 1988. *Government Policies and Deforestation in Brazil's Amazon Region*. Environment Department Working Paper No.7. Washington: World Bank.
- McAllister, D.E. 1991. Estimating the Pharmaceutical Values of Forests, Canadian and Tropical. *Canadian Biodiversity*, 1:3, pp.16-26.

- Myers, N. 1997. The World's Forests and Their Ecosystem Services. En: G. Daily (ed.), *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington: Island Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 1993. *Economic Instruments for Environmental Management in Developing Countries*. Proceedings of a Workshop held at OECD Headquarters in Paris on 8 October 1992. Paris: OECD.
- . 1994. *Environment and Taxation: The Cases of the Netherlands, Sweden and the United States*. Paris: OECD.
- Ostrom, E. 1990. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pagiola, S. y G. Platais (en prensa). *Payments for Environmental Services*. Washington: World Bank.
- Pearce, D. y S. Puroshothaman. 1992. *Protecting Biological Diversity: The Economic Value of Pharmaceutical Plants*. Global Environmental Change Working Paper No. 92-27. London: CSERGE, UEA, and UCL.
- Powell, I., A. White y N. Landell-Mills. 2002. *Developing Markets for Ecosystem Services of Forests*. Washington: Forest Trends (processed).
- Principe, P. 1989. The Economic Value of Biodiversity Among Medicinal Plants. Paris: OECD.
- Reid, W.V, S.A. Laird, R. Gamez, A. Sittenfeld, D.H. Janzen, M.A. Gollin, and C. Juma. 1993. A New Lease on Life. En: W.V. Reid, S.A. Laird, C.A. Meyer, R. Gamez, A. Sittenfeld, D.H. Janzen, M.A. Gollin y C. Juma. *Biodiversity Prospecting: Using Genetic Resources for Sustainable Development*. Washington: World Resources Institute.
- Repetto, R. y M. Gillis (eds.). 1988. *Government Policies and the Misuse of Forest Resources*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Roper, C.S. y A. Park (eds.). 1999. *The Living Forest: Non-Market Benefits of Forestry*. Proceedings of an International Symposium, Edinburgh 24-28 June 1996, Forestry Commission. London: HMSO.
- Schmidt, R., J.K. Berry y J.C. Gordon (eds.) 1999. *Forests to Fight Poverty: Creating National Strategies*. New Haven: Yale University Press.
- Schneider, R. 1994. *Government and the Economy on the Amazon Frontier*. LAC Regional Studies Program Report No.34. Washington: World Bank.

- Sharma, N.P. (ed.). 1992. *Managing the World's Forests: Looking For Balance Between Conservation and Development*. Ames: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Southgate, D. 1998. *Tropical Forest Conservation: An Economic Assessment of the Alternatives in Latin America*. Oxford: Oxford University Press.
- Stavins, R.N. 2000. Experience with Market-Based Environmental Policy Instruments. En: K.-G. Maler y J. Vincent (eds.). *The Handbook of Environmental Economics*. Amsterdam: North-Holland/Elsevier Science.

CAPÍTULO II

LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS BOSQUES: INFORMACIÓN GENERAL

Joshua Bishop y Natasha Landell-Mills

Los propietarios y usuarios de los bosques saben desde siempre que estos les brindan una amplia variedad de beneficios ambientales, además de bienes inestimables como la madera, las fibras, las plantas comestibles y medicinales y los animales de caza. Los servicios ambientales más conocidos de los bosques son la protección de las cuencas hidrológicas, la recreación y la belleza del paisaje. Su pérdida es una de las razones principales por las que la deforestación es causa de preocupación. Muchos de estos valiosos servicios no se intercambian en el mercado y, por lo tanto, no son tomados en cuenta cuando se toman decisiones relacionadas con la administración de los bosques. Los mecanismos de mercado resumidos en este libro pretenden remediar este problema. Para hacerlo es necesario, entre otras cosas, un buen entendimiento de cuáles son los servicios ambientales que puede ofrecer un bosque, quiénes se benefician de dichos servicios y bajo qué condiciones lo hacen, así como entender la manera en que cambian dichos servicios cuando se pierden o se degradan la cubierta boscosa. Sólo con un conocimiento más detallado será posible (y a fin de cuentas, justificable), el establecimiento de mecanismos de mercado con los cuales se pretende preservar estos beneficios.

Este capítulo es una introducción a los tres principales servicios ambientales que se estima que los bosques proporcionan; a saber:

- La protección de las cuencas hidrológicas;

- La conservación de la biodiversidad; y
- La captación de carbono.

Por supuesto, los bosques brindan muchos otros beneficios, incluyendo dos servicios ambientales que no se detallan en el presente estudio: el uso recreativo y su aportación a la belleza del paisaje. Dichos servicios, que “se venden” efectivamente mediante empresas de ecoturismo, en las entradas de los parques y en los mercados de bienes raíces residenciales, se describen en otros textos (véase, por ejemplo, Adamowicz *et al.*, 1996; Garrod y Willis, 1992; Landell-Mills y Porras, 2002; Mantua *et al.*, 2001; Roper y Park, 1999).

El propósito de este libro es dar una relación de los intentos más recientes por crear mercados para los tres servicios ambientales ya mencionados. Este capítulo tiene que ver con la naturaleza misma de los servicios y su relación con el manejo forestal. También proporciona ejemplos de estudios empíricos que pretenden medir los servicios ambientales forestales en términos económicos dentro del contexto más amplio del valor económico total de los bosques y, por último, ofrece un breve resumen de los métodos que pueden usar los economistas para estimar dichos valores.

EL VALOR DE UN BOSQUE Y SU VALORACIÓN

Existen muchas maneras de clasificar los beneficios que brindan los bosques y otros ecosistemas naturales. Uno de los marcos de referencia más difundidos distingue entre los diferentes beneficios en términos de si éstos contribuyen directa o indirectamente al bienestar humano y si involucran o no el consumo de los recursos naturales (Pearce *et al.*, 1989; Munasinghe y Lutz, 1993). Este marco de referencia incluye, generalmente, cuatro categorías de valor: los valores de uso directo, los de uso indirecto, los de opción y los de no uso. Se define al valor económico total (VET) de cualquier uso de suelo como la suma de los valores que componen, siempre y cuando sean comparables entre sí.

En estos casos, los servicios ambientales forestales, tales como la protección de las cuencas hidrológicas, se clasifican como valores de

uso indirecto en vista del papel que juegan en apoyar y proteger la actividad económica y la propiedad. Además de estos valores, se considera que la biodiversidad tiene el valor de opción debido a su papel futuro, aunque incierto, como fuente de información genética para la industria bioquímica (Barbier y Aylard, 1996). La biodiversidad también puede tener un valor de no uso en tanto que las personas valoren el hecho de saber que una especie o un ecosistema estén siendo preservados, aun cuando no se espere verlos o usarlos alguna vez.

Otro enfoque para calcular el valor es con base en la escala geográfica o política de los valores forestales. Dicho método distingue entre los beneficios que se aprovechan localmente y los que se acumulan a escala nacional o incluso mundial. Por otra parte, podemos fijar nuestra atención en la distinción que existe entre los valores privados y los valores públicos, o entre los valores “instrumentales” y valores “intrínsecos” (Pearce y Pearce, 2001).

Sea cual fuere el instrumento para clasificar estos beneficios, la mayoría de los autores destacan los servicios ambientales o “ecológicos” como una de las razones más importantes para conservar los bosques o para administrarlos con más esmero. De hecho, el grado en que se mantienen los servicios ambientales forestales es uno de los criterios principales para distinguir entre los regímenes de administración más sustentables y los menos sustentables (Higman *et al.*, 1999).

Los servicios ambientales forestales parecen ser regalos de la naturaleza que para mantenerlos no requieren más que proteger al bosque mismo. No obstante, la conservación o la mejora de los servicios ambientales muchas veces exigen que se sacrifiquen otros valores y usos de suelo competitivos, como la explotación de maderas preciosas o la conversión de tierras boscosas en tierras agrícolas (Barbier y Burgess, 1997; Lippke y Bishop, 1999). Esto plantea la cuestión de si el sacrificio vale la pena. La respuesta depende de la importancia relativa de los servicios ambientales en comparación con los usos y beneficios del bosque y en la medida en que se puedan obtener múltiples beneficios de un solo sitio. Es importante hacer notar que puede darse el caso de que los diferentes servicios ambientales no siem-

pre sean compatibles, lo que conduce a decisiones difíciles acerca de cuáles servicios tienen más importancia.

VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES FORESTALES

Con el fin de ayudar a los administradores de recursos a evaluar las ventajas comparativas de los usos competitivos de las tierras boscosas, los economistas han elaborado un conjunto de métodos para estimar el valor de los servicios ambientales (y otros beneficios forestales) en términos monetarios. Dado que en la mayor parte del mundo no se comercian los servicios ambientales forestales en general, no es posible medir su valor directamente mediante los precios del mercado. Por lo tanto, el esfuerzo para estimar su importancia económica muchas veces requiere de métodos indirectos.

Los métodos de valoración económica por lo general tratan de medir la demanda de consumo en términos monetarios, es decir, la disposición a pagar de los consumidores por recibir un beneficio no comerciable, o su disposición a aceptar una compensación monetaria por la pérdida de dicho beneficio. De manera deliberada, los métodos de valoración expresan la utilidad derivada de los bienes y servicios no comerciables en términos de transacciones de mercado. Se considera que de esta manera se ofrece un reflejo confiable de las preferencias relativas de los productores y consumidores respecto a diferentes bienes y servicios.¹

Las técnicas para estimar los valores ambientales varían en cuanto a su validez teórica y grado de aceptación entre los economistas, en la información que necesiten y en lo fácil que resulte usarlas, así como del grado en que se hayan aplicado en distintos países (y quizá, de la relevancia que hayan tenido). De la misma manera que hay diferentes métodos para clasificar los valores forestales, también hay diversas maneras de agrupar los métodos de valoración económica.

Existe una sencilla diferencia entre los métodos que obtienen las estimaciones del valor a partir de la conducta de los consumidores en el mercado (“preferencias reveladas”) y los métodos que dependen de

las respuestas de los consumidores a preguntas directas (“preferencias declaradas”). El primer grupo incluye a una serie de métodos de valoración indirecta, tales como los métodos de costo-viaje, precios hedónicos y bienes sustitutos, además de los métodos que expresan valores económicos en términos de su impacto en los costos de producción de los bienes comerciables o en los costos de sustitución (Pearce *et al.*, 1999).² Los métodos de preferencia declarada más generalizados son la valoración contingente y los experimentos de preferencia (Adamowicz *et al.*, 1994, 1998; Mitchell y Carson, 1989; Carson, 1991; Carson *et al.*, 1994). Los métodos para valorar los beneficios ambientales aparecen en numerosas publicaciones recientes.³ Asimismo, existe una vasta y creciente literatura empírica para valorar los beneficios forestales no maderables y las opciones de uso de suelo. Se pueden encontrar ejemplos para virtualmente todo tipo de beneficios forestales y para la mayoría de los métodos de valoración.

Ahora haremos una descripción más detallada de los tres servicios ambientales forestales que nos interesan en particular en este libro: la protección de las cuencas hidrológicas, la conservación de la biodiversidad y la captación de carbono.

LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS

Se asocia cada vez más a los bosques con una diversidad de servicios ambientales prestados en las cuencas hidrológicas, los cuales incluyen:

- la regulación del ciclo hidrológico del agua, es decir, el mantenimiento del caudal durante la temporada de secas y el control de inundaciones;
- la conservación de la calidad del agua, es decir, la reducción al mínimo de la carga de sedimentos, la carga de nutrientes (por ejemplo, de fósforo y nitrógeno), la carga de sustancias químicas y de salinidad;
- el control de la erosión del suelo y la sedimentación;
- la reducción de la salinidad del suelo o la regulación de los niveles freáticos; y

- el mantenimiento de los hábitats acuáticos (por ejemplo, la reducción de la temperatura del agua mediante la sombra sobre ríos o corrientes, el aseguramiento de restos adecuados de madera y hábitat para las especies acuáticas).

Muchas veces se insiste en que dichos servicios son lo suficientemente importantes para los consumidores de agua y los habitantes cuenca abajo como para justificar la conservación o plantación de bosques, sobre todo en las tierras con altas pendientes y a lo largo de un río o corriente (Myers, 1997). Desafortunadamente, dichas declaraciones rara vez se basan en estimaciones o mediciones detalladas de los impactos que ocasionan las alteraciones que se hagan a los bosques o fuera de ellos. Los pocos estudios detallados existentes, revelan que los impactos de los bosques en la cantidad y calidad del agua, erosión, sedimentación, niveles freáticos y productividad acuática, dependen de muchas características específicas del sitio, incluyendo el terreno, la composición del suelo, las especies arbóreas, la mezcla de vegetación, el clima y los regímenes administrativos (Calder, 1999).

Además, la naturaleza y el valor de los servicios de las cuencas hidrológicas no sólo dependen de las características del bosque mismo, sino también de la cantidad y otros aspectos de los beneficiarios. Dos bosques idénticos proporcionarán servicios de agua muy diferentes si uno se encuentra en una cuenca muy poblada y el otro en una zona despoblada. Se puede argumentar que los servicios que proporciona el primero valen más porque son más las personas que resultan beneficiadas de ellos. También, las diferencias de ingresos pueden afectar el valor relativo de los diferentes servicios forestales, en la medida en que el valor refleje la capacidad de pago de las personas y su disposición marginal a pagar.

HECHOS Y MITOS DE LA PROTECCIÓN DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS

Por lo general, los complejos vínculos entre el uso de suelo y la hidrología no son conocidos a cabalidad. Por el contrario, persisten

varios mitos comunes, pero en su mayor parte imprecisos, en cuanto a los servicios que los bosques proveen a las cuencas hidrológicas, los cuales a menudo conducen a políticas de cuenca y prácticas administrativas poco eficaces o inadecuadas.

Una idea generalizada es que los bosques actúan como “esponjas” al absorber el agua y soltarla poco a poco, mejorando así el abastecimiento de agua durante la temporada de secas. En la práctica, los flujos básicos de los bosques tienen dos impactos contrapuestos:

1. Tienden a aumentar la infiltración y la retención del suelo, y así propician la recarga de la capa freática y reducen el escurrimiento; y
2. Consumen agua en la evapo-transpiración y, por ende, reducen la recarga de la capa freática.

El efecto neto en el flujo varía mucho dependiendo del sitio. En última instancia, la evidencia indica un vínculo muy estrecho entre la deforestación, el incremento de las capas freáticas y mayores caudales durante la temporada de secas. Sin embargo, hay casos en los que la deforestación reduce el abastecimiento de agua (Hamilton y King, 1983; Bosch y Hewlett, 1982). Entre los factores que parecen influir en el resultado, se incluye a las especies arbóreas, la naturaleza del uso de suelo que reemplaza al bosque y el régimen administrativo asociado. En el caso específico de los bosques nublados o brumosos, la evidencia sugiere que la existencia de mayores cantidades de agua en la intercepción de nubes (la neblina sobre la vegetación) puede compensar las tasas más altas de evotranspiración, dando como resultado un mayor caudal durante la temporada seca (Bruijnzeel, 2000). Donde se asocia la deforestación con la compactación del suelo (por ejemplo, debido a la construcción de caminos, el uso de maquinaria agrícola pesada o la conversión a tierras de pastoreo), el escurrimiento puede aumentar a una tasa mayor a la que lo reduce la evotranspiración, dando lugar a capas freáticas más bajas.

Otra preocupación común es el presunto vínculo entre la deforestación y las inundaciones. Teóricamente, los bosques pueden

mitigar el riesgo de inundaciones al reducir la cantidad de agua que escurre sobre la superficie durante las tormentas de alta intensidad. Pero la evidencia que fundamenta esta afirmación sugiere que dicha relación es cierta sólo en zonas de captación menores a las 50,000 ha. En zonas de captación mayor, las inundaciones ocurren paulatinamente en las diferentes cuencas mientras pasa la tormenta, lo cual permite la moderación del caudal de la inundación. Las zonas de captación mayor pueden inundarse durante tormentas fuertes y prolongadas pero probablemente ocurra lo mismo si en esas zonas hay bosques (Bruijnzeel y Bremmer, 1989 citados en Chomitz y Kumari, 1998). Además, en las zonas de captación menor, la medida en que los bosques absorben el exceso de agua durante la época de lluvias depende del tipo y uso del bosque.

El control de la erosión es otro beneficio para la cuenca hidrológica que se atribuye al bosque. Se plantea que la filtración de agua pluvial es mayor en los bosques naturales y mixtos, lo que permite la reducción del escurrimiento y la erosión. Además, al trabar el suelo, se cree que las raíces de los árboles reducen la vulnerabilidad del suelo a la erosión, especialmente en las pendientes más empinadas. La presencia de árboles también puede ayudar a reducir el impacto de la lluvia en el suelo y, por ende, el nivel de desalojamiento de partículas. En la práctica, es extremadamente difícil establecer una relación clara entre la cubierta forestal y la erosión. La evidencia más clara tiene que ver con el papel que los bosques representan en la reducción de la erosión laminar. Las investigaciones acerca de los determinantes en erosión sugieren que los bosques tienen menos importancia que otros factores, como son la vegetación de la superficie inferior, la composición del suelo, el clima, el tamaño de las gotas de lluvia, el terreno y la inclinación de las pendientes. El uso y la administración del bosque también son factores críticos, y algunos estudios muestran que los diferentes regímenes de explotación forestal y prácticas de construcción de caminos producen diferentes niveles de erosión laminar. Una revisión de los estudios de casos prácticos en Malasia. Se sugiere, por ejemplo, que la explotación forestal selectiva puede dar como resultado

niveles más altos de erosión si se compara con la producción de cacao y palmeras de aceite (Douglas *et al.*, 1992).

Se sabe menos de la erosión y deslaves en barrancos. En un estudio realizado en la provincia Chiang Mai, en Tailandia, Forsyth (1996) sugiere que la erosión en barrancos puede ser más importante que la erosión laminar en las zonas boscosas, debido a la manera en que los troncos y raíces de los árboles canalizan el escurrimiento. Los deslaves tienden a asociarse con pendientes empinadas, suelos saturados y movimientos tectónicos, y lo más probable es que sean el resultado de la intervención humana, por ejemplo, la construcción de caminos. Aunque los sistemas de raíces profundas pueden evitar deslaves de poca profundidad, no sucede así con los más grandes (Bruijnzeel, 1990).

Se afirma también que los bosques ayudan a prevenir la sedimentación de los cuerpos de agua de la parte baja de la cuenca y, por lo tanto, preservan o prolongan el valor de la infraestructura acuática: los canales de riego, los puertos y las vías marítimas, las represas para las hidroeléctricas y las plantas de tratamiento de agua. De hecho, la proporción de descarga de sedimentos depende de una serie de factores del sitio, incluyendo el tamaño de la cuenca de captación, la geología y la topología locales, la estabilidad de las márgenes de los ríos y el estado del uso de suelo y de los caminos (Chomitz y Kumari, 1998). Aunque los cambios del uso de suelo pueden afectar la carga de sedimentación, ésta debe compararse con los niveles anteriores. Muchas veces se subestima la tasa de sedimentación “del fondo” debido a datos inadecuados. Pocos estudios empíricos toman en cuenta todas las variables pertinentes.

Surgen preguntas similares respecto al impacto de los bosques en los hábitats acuáticos. Varios autores afirman que los bosques ayudan a mantener la salud y la productividad de los ecosistemas acuáticos (véase, por ejemplo, Bennet y Reynolds, 1993; Hodgson y Dixon, 1988; Ruitenbeek, 1989, 1992). Se cree que los bosques son importantes para controlar las cargas de limo y nutrientes, la temperatura del agua y la turbiedad; todos ellos tienen impacto directo e indirecto en los peces y otras especies acuáticas. Las altas cargas de sedimentos y

nutrientes se consideran particularmente perjudiciales porque ocasionan la eutroficación y brotes de alga que roban el oxígeno y la luz solar a la vida acuática. En el caso de los ríos y estuarios, se cree que los bosques cobijan y proporcionan sombra que modera la temperatura del agua y la turbiedad de los mismos, además de proporcionar alimento y remansos para el depósito de huevos y el incremento de la fauna juvenil. No obstante, con la excepción de ciertos manglares, la evidencia presentada a menudo es superficial, y existe la necesidad de un análisis mucho más específico del sitio para establecer la naturaleza y la magnitud de dichas relaciones.

El definir con exactitud cuáles son los servicios que deben proporcionar los bosques debe ser el punto de partida de cualquier clase de administración de cuenca hidrológica, esté o no basada en el mercado. Es asimismo importante el tener claro cuáles servicios se requieren, así como su magnitud precisa y quiénes lo necesitan. Por ejemplo, cuando los granjeros aguas abajo sufren por la salinidad de sus tierras, es probable que valoren los bosques aguas arriba por el papel que desempeñan en la regulación de la capa freática. Cuando los operadores de una planta hidroeléctrica son los beneficiarios del agua cuenca abajo, valorarán el volumen de agua igual o más que la calidad del agua. En los casos en que hay varios beneficiarios del agua cuenca abajo con diferentes necesidades, podrá ser necesario efectuar compensaciones recíprocas de los servicios de la cuenca en conflicto.

Cuando los investigadores se toman la molestia de reunir información detallada de los vínculos entre los bosques y los servicios de la cuenca, los resultados a menudo son sorprendentes. Por ejemplo, en un estudio de la cuenca de Arenal, en Costa Rica, Aylward *et al.* (1998) llegaron a la conclusión de que los impactos de la conversión de los bosques era muy positiva en la producción de las plantas hidroeléctricas. Aunque el incremento de la sedimentación a consecuencia de la conversión del bosque reduce ligeramente la capacidad de la represa de Arenal de almacenar agua para la generación de energía eléctrica (y para la agricultura de riego), los autores encontraron que los beneficios del mayor escurrimiento en términos de la capacidad

adicional para generar energía eléctrica, son mucho más importantes. Asimismo, Niskanen (1998) concluye que la reforestación impone un costo significativo al reducir la disponibilidad de agua para la agricultura de riego. Dichas investigaciones destacan la necesidad de mediciones cuidadosas de las funciones hídricas antes de implantar medidas de protección de la cuenca, basadas o no en el mercado.

LOS SERVICIOS DE LA BIODIVERSIDAD

Si siguen las tendencias actuales, se estima que el 24% de las especies de mamíferos y el 12% de las especies de aves enfrenten un “alto riesgo de extinción en el futuro cercano” (FAO, 2001). Es bien sabido que la principal causa de extinción es la pérdida de hábitats, seguida por la sobreexplotación (una tasa de aprovechamiento mayor a la tasa de regeneración natural), la introducción de especies exóticas y el control de los depredadores. La pérdida de la diversidad biológica (la “biodiversidad”) en los bosques tropicales es particularmente preocupante, y se supone que será responsable de la pérdida del 5 al 15% de las especies del mundo entre 1990 y 2020. Esta tasa de extinción no tiene paralelo en la historia moderna y fue rebasada previamente sólo al final del periodo cretáceo, hace 65 millones de años (Reid y Miller, 1989).

Se han intensificado recientemente los llamados a poner freno a la desaparición del hábitat forestal, debido a que fue muy poca la protección que se obtuvo después de las primeras advertencias. En 1997 las áreas protegidas cubrían 1.32 mil millones de hectáreas o el 8.7% de la superficie del mundo (IUCN, 1998). No obstante, aproximadamente la mitad de ellas permitían alguna forma de explotación mientras que las invasiones ilícitas, el cambio climático y otros factores externos representan una amenaza continua a la salud de los ecosistemas naturales.

LA MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

La diversidad de la vida generalmente se define en tres categorías: diversidad genética, diversidad de especie y diversidad de ecosistemas.

Sin embargo, la medición de la biodiversidad no es tan sencilla. Por ejemplo, ¿podemos medir la biodiversidad de especies simplemente contando el número de especies en una superficie dada? ¿Es el número bruto el que cuenta o debemos hacer más caso a las especies endémicas (únicas)?, ¿el criterio debería de ser la diversidad taxonómica (¿son más diversas diez especies de un género que cinco especies de cinco géneros diferentes?) o a la diversidad funcional (es decir, las especies que realizan una gama de papeles funcionales, desde polinizante o depredador, hasta el de alimentarse de carroña)? Dichas preguntas dificultan la tarea de definir una unidad de medición común de la biodiversidad de las especies. Hay otras interrogantes similares que limitan los esfuerzos de medir la diversidad de los ecosistemas (OECD, 1996), aunque la diversidad genética es algo más fácil de manejar.

La dificultad de medir la biodiversidad incide de manera crítica en la creación de mercados y sistemas de incentivos. En la ausencia de “unidades” claramente definidas de diversidad biológica, los empresarios y las autoridades responsables deben encontrar medidas alternativas (medidas de medición indirecta, conocidas como *proxies*) que las sustituyan, con el objeto de alcanzar las metas deseadas. Por lo tanto, necesitamos identificar uno o más atributos tangibles y fáciles de medir que reflejen la diversidad subyacente de las especies, ecosistemas o géneros.

Un riesgo fundamental es que se pierda el vínculo entre la variable *proxy* y la biodiversidad, en un esfuerzo por establecer una empresa comercial viable. Por lo tanto, observamos una tendencia generalizada a considerar como iguales la comercialización de los recursos biológicos y la conservación de la biodiversidad. Se argumenta que los recursos biológicos representan una manifestación de la diversidad biológica y que sin dicha biodiversidad tales recursos dejarían de existir. Al llevar esta lógica un paso más adelante, se puede argumentar que al comercializar la gama completa de los recursos biológicos, de hecho comercializamos la biodiversidad (véase, por ejemplo, McNeely *et al.*, 1990; Asquith, 2000; Reid y Miller, 1989). El peligro de esta manera de ver las cosas radica en que si sólo una selec-

ción de recursos o atributos se comercializa con buenos resultados, los compradores y vendedores podrían no hacer caso de los otros aspectos de la biodiversidad.

VALORACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Al igual que los demás servicios ambientales y de hecho igual que la mayoría de los recursos naturales, la medida y el valor de la biodiversidad dependen del sitio en el que se encuentra. Sin embargo, al contrario de la protección de las cuencas, los beneficiarios o “consumidores” de la biodiversidad a menudo están muy dispersos. Existe evidencia de que la demanda de la biodiversidad se concentra en los países relativamente prósperos, donde no sólo hay más conciencia y preocupación públicas por la conservación de la naturaleza sino también más capacidad de pagar por ella (Kramer *et al.*, 1995; Pearce *et al.*, 1999; Walsh *et al.*, 1990).

Además del valor puro de existencia, otra justificación frecuentemente citada como recurso para salvar los ecosistemas naturales, es el potencial o “valor de opción” que representa el material genético natural o los compuestos que ocurren naturalmente (los metabolitos orgánicos) para la investigación farmacéutica y la aplicación de nuevos fármacos (Pearce y Puroshothaman, 1992; Pearce y Morán, 1994; Ruitenbeek, 1989). A fin de cuentas, toda la industria biotecnológica, todavía en pañales, depende de la existencia de la vasta biblioteca natural de información genética y química aún por explorar.

Los primeros estudios del valor comercial potencial de un fármaco todavía no descubierto, que se podría perder a consecuencia de la extinción de una especie, arrojaron estimaciones que variaban entre unos pocos dólares y varios millones. Adger *et al.* (1995) y Kumari (1995a), por ejemplo, estiman el valor de producción de un fármaco extraído de una planta en función de muchas variables, incluyendo el número de especies vegetales en los bosques, la probabilidad de que una especie proporcione un fármaco comercial (la “tasa de aciertos”), las regalías pagadas a las empresas de exploración, la proporción que se paga al país donde se encuentra la planta y el valor promedio de

los medicamentos. Desafortunadamente, existe poca información de estos parámetros que están al alcance de la mayoría de los países, así que las estimaciones resultantes del valor de la biodiversidad varían en ocasiones de manera notable. Según las evaluaciones hechas, los valores reportados cada año van desde solamente US\$0.20/ha (el mínimo reportado por Howard, 1995) hasta \$695/ha (el máximo reportado por Kumari, 1995a).

Simpson *et al.* (1996) y Barbier y Aylward (1996) revisaron la metodología y los resultados de algunos de los primeros estudios y derivaron sus propias estimaciones del valor farmacéutico de las especies marginales (o la muestra biótica) y el valor máximo de preservar tierras en los lugares identificados como los más atractivos respecto a su biodiversidad. En estos casos se usó información detallada de los costos de investigación y desarrollo farmacéutico para estimar el valor neto del producto silvestre, en lugar de sencillamente aplicar el valor comercial del producto final como se hizo en algunos estudios anteriores. Las estimaciones modestas que resultaron reflejan un mejor entendimiento de la dificultad para encontrar información genética o compuestos químicos en organismos silvestres que sean útiles comercialmente (es decir, la baja "tasa de aciertos" de los esfuerzos de investigación), además de darse cuenta de que sólo una pequeña porción del valor comercial de un medicamento o producto nuevo se puede atribuir al medio ambiente. Se agrega la mayor parte del valor más adelante, durante los procesos de pruebas, refinación, trámites de permisos reglamentarios, producción y comercialización. Ambos estudios arrojan valores de unos pocos dólares por hectárea, insuficientes por sí mismos para justificar el cambio del uso de suelo actual, pero quizá significativos al sumarlos a otros valores de la conservación no cuantificables económicamente.

Otros valores de la biodiversidad incluyen la aplicación de sustancias químicas nuevas en la agricultura o en la industria, además de la información genética silvestre que es un almacén de información de la genética vegetal y de la selección. Por ejemplo, Evenson (1990) utiliza datos de las mejoras en las variedades de arroz y los cambios de la productividad durante el periodo de 1959-1984 para estimar los

beneficios del uso de material genético en plantas de arroz silvestre a fin de mejorar la productividad del arroz cultivado. La estimación resultante de US\$74 millones expresados en valor actual, es relativamente modesta pero realista con el mérito adicional de basarse en datos históricos y no hipotéticos.

Los intentos de estimar el valor futuro de la biodiversidad son especulativos, debido principalmente a la incertidumbre de los ingresos y preferencias en el futuro, además de los cambios tecnológicos. La experiencia reciente sugiere que la innovación técnica reduce rápidamente el valor del material silvestre una vez que se haya aislado la información genética o química que éste contiene (frecuentemente a un costo bajo). Los procesos químicos, industriales y agrícolas modernos permiten que las empresas y los granjeros produzcan material adicional (en la granja, el laboratorio o la fábrica) sin tener que recurrir a la vida silvestre. Estas son buenas noticias en el sentido de que hay menos riesgo de sobreexplotar los recursos silvestres, aunque también limita el valor que se pueda atribuir a la biodiversidad en su estado natural.

LOS COSTOS DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

La conservación de la diversidad biológica comúnmente incluye la provisión del hábitat adecuado para una gama de especies de animales y plantas en estado natural y también podría incluir los esfuerzos de erradicación de las especies exóticas. A veces el medio más eficaz para conservar la biodiversidad forestal es el de una protección estricta; es decir, desaparecer prácticamente el uso humano. No obstante, las reservas pueden ser una manera costosa de conservar el hábitat debido a la pérdida de madera potencialmente valiosa y otros productos primarios.

El costo de las alternativas que existen para conservar la biodiversidad varía mucho según las diferencias del valor de la madera y de la propiedad (Pérez García, 1994). Esperaríamos que el valor de la biodiversidad rebasara al de los productos primarios en algunas regiones, pero no en otras. Por ejemplo, donde el rendimiento neto de la explotación forestal sea muy bajo y se den considerables efectos

adversos en la biodiversidad debido a dicha explotación, la protección estricta parece ser la decisión obvia (aunque esto constituya una desventaja para ciertos grupos que tendrían que ser recompensados). Por otro lado, donde el valor de las tierras boscosas para la producción de madera u otros usos sea elevado, se fortalece el argumento a favor de la producción en lugar de la protección.

Dichas ventajas relativas han estimulado el interés generalizado de buscar la manera de combinar la conservación de la biodiversidad con el uso productivo de las tierras boscosas. Un campo importante de la investigación explora los impactos de la extracción forestal industrial de las especies no maderables y la forma de administrar los bosques para la explotación de madera y la conservación de la biodiversidad (Hunter, 1990, 1999; Lee *et al.*, 1998). Los esfuerzos realizados para conservar la biodiversidad pueden denotar cambios significativos en las prácticas de la administración forestal. Dichos cambios pueden incluir el favorecer a ciertas especies de árboles, fomentar una explotación menos intensiva o que la conversión sea menos frecuente, el uso de métodos de explotación de bajo impacto, la restricción de la explotación en ciertas zonas (vertientes empinadas o junto a los arroyos) y otras medidas que pretenden imitar la evolución y composición de bosques naturales (no administrados). Oliver (1992) plantea que puede mantenerse la diversidad de estructuras forestales y obtener paralelamente productos forestales. Esto se asemeja a las perturbaciones naturales, como los incendios y las tormentas de viento producidos con las cortas de aclareo para que las estructuras forestales adquieran con más rapidez las características de las cubiertas de árboles más viejas. Además, con dichas medidas, el crecimiento de la madera se concentra en menos troncos y produce árboles con diámetros más anchos y madera de más calidad, dando como resultado en precios más elevados, los cuales ayudan a sufragar los costos de una administración más compleja.

Aunque todavía no es posible definir los requerimientos de hábitat de cada especie arbórea, una alternativa viable es evaluar los bosques y los sistemas de administración en términos de las características del ecosistema y la conveniencia de albergar una amplia gama de espe-

cies. Hunter (1990) recomienda el equilibrio de las estructuras forestales como un método de “filtro grueso” que proporcione las condiciones para múltiples especies en lugar del método de “especie por especie”. Carey *et al.* (1996) correlacionan la estructura de la cubierta forestal con varios indicadores de hábitat de múltiples especies y generan procedimientos forestales alternativos que aceleran el avance de las diversas estructuras en comparación con el envejecimiento natural. Parviainen *et al.* (1995) describen sistemas similares de información de la biodiversidad para Europa. La tarea es más difícil es el caso de las selvas tropicales húmedas donde hay un mayor número de especies y se conoce menos la naturaleza de las alteraciones y recuperaciones. Pero si se pueden identificar los indicadores mensurables de la biodiversidad y se definen procedimientos administrativos que produzcan las estructuras forestales correspondientes, entonces también se podrá determinar el costo de producirlas (Lippke y Bishop, 1999).

LOS SUMIDEROS DE CARBONO FORESTAL

El cambio climático (el calentamiento global) hace unos pocos años se descartaba como algo poco probable, pero hoy en día se lo reconoce cada vez más como algo real y peligroso. Este fenómeno es en parte el resultado del efecto de invernadero, que deviene de la acumulación de gases con efecto invernadero (GHG) en la atmósfera (incluyendo al bióxido de carbono (CO₂), al metano (CH₄) y otros compuestos). El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), un grupo internacional de científicos especializados en el clima establecido para dar asesoría a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), estima que el aumento de 30% en los niveles atmosféricos de GHG durante el siglo XX hizo que las temperaturas mundiales aumentaran 0.6 °C. Lo que más contribuyó a ello fue el combustible fósil, que representa el 75% de los GHG, seguido por la degradación forestal y la deforestación que representan un 20% adicional. El IPCC pronostica que de seguir la tendencia actual, las temperaturas aumentarán entre los 1.4 y 5.8 °C durante los próximos cien años (IPCC, 2000).

El IPCC calcula varios impactos potenciales derivados de los altos rangos de las temperaturas estimadas, incluyendo niveles de mar más elevados, eventos climatológicos más severos, erosión de las costas, aumento de la salinidad, pérdida de los arrecifes de coral protectores, más desertificación, ecosistemas forestales dañados y la manifestación más frecuente de enfermedades. Los pobres son particularmente vulnerables a los cambios climatológicos. No sólo dependen más del clima para ganarse la vida (por ejemplo, con la agricultura), sino también reside en zonas tropicales que son las que probablemente padecen más por el aumento en las temperaturas y por los cambios del nivel del mar. Además, por lo general los pobres carecen de la capacidad financiera y técnica para ajustarse a los impactos del calentamiento global.

LOS BOSQUES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Se sabe que los bosques juegan un papel importante en la regulación del clima global.⁴ Las plantas verdes toman el bióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera en el proceso de la fotosíntesis y lo utilizan para elaborar azúcares y otros compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento y metabolismo. Las plantas de madera de larga vida almacenan el carbono en la madera y en otros tejidos hasta su muerte, cuando empiezan a descomponerse. Después, pueden liberar el carbono de su madera a la atmósfera en forma de bióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), o de metano (CH_4), éste puede integrarse al suelo como materia orgánica.

La captura forestal de carbono se basa en dos cuestiones principales: la absorción activa de la nueva vegetación y las emisiones evitadas de la vegetación existente. La primera perspectiva incluye a las actividades que implican la plantación de árboles nuevos (como la forestación, la reforestación o la agrosilvicultura) o el aumentar las tasas de crecimiento de la cubierta forestal existente (como mejores prácticas de silvicultura). También incluye el sustituir el combustible fósil por una biomasa producida de manera sostenible con el fin de reducir las emisiones de carbono que provienen de la pro-

ducción de energía. La segunda perspectiva considera la prevención o reducción de la deforestación y del cambio de uso de suelo o la reducción del daño a los bosques existentes. Ésta puede incluir la conservación directa de los bosques o de métodos indirectos, como el aumentar la eficacia productiva de los sistemas de agricultura de corte y quema o el mejorar la eficacia del uso final de los recursos de leña; ambos reducirían la presión sobre los bosques existentes. Otros ejemplos de acciones para disminuir la existencia de carbono son: las prácticas mejoradas de explotación forestal y la prevención de incendios forestales.

En principio, debe ser más fácil la creación de mercados para los servicios de captación de carbono en los bosques que para los servicios de protección de cuencas hidrológicas o de la conservación de la biodiversidad. Una razón es que el valor del carbono capturado es el mismo en todas partes. Una tonelada de carbono capturada en un lugar contribuye de igual forma a la reducción del cambio climático que una tonelada capturada en cualquier otro lugar. También, es más fácil medir la captación de carbono en una biomasa vegetal que vincular los cambios de uso de suelo con las funciones hídricas o de la diversidad biológica. Esto significa que es más fácil contabilizar los aumentos o reducciones del almacenaje de carbono y, por tanto, resulta más fácil su supervisión y comercialización. Por último, las estimaciones de los costos de captación de carbono mediante la silvicultura sugieren que ésta es mucho más barata que la mayoría de los demás métodos para abordar el cambio climático, particularmente el de la reducción de las emisiones de la quema de combustible fósil.

LA ESTIMACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL CARBONO FORESTAL

Además de ser más baratos que los métodos alternativos de reducir el calentamiento global, la captación de carbono tiene el potencial de agregar un valor significativo a las empresas forestales. Los beneficios económicos del almacenaje de carbono generalmente se definen en términos de costos y daños evitados. Este método toma en cuenta las estimaciones de los daños marginales causados al liberar CO₂ a la

atmósfera (Cline, 1992; Nordhaus, 1993). Fankhauser (1995) revisa las investigaciones previas y lleva a cabo su propio análisis para proponer una cifra “central” o de referencia de US\$20 por tonelada. Este estudio refina los trabajos previos al modelar los impactos del cambio climático en diferentes regiones del mundo (en lugar de extrapolar solamente con base en la economía de los Estados Unidos).

Con estas estimaciones, son diversos los estudios de casos prácticos que calculan el valor del almacenaje de carbono de los bosques en varios entornos. Con el factor del valor unitario del beneficio, el investigador sólo tiene que determinar la cantidad de carbono almacenada o liberada en varios escenarios de uso de suelo alternativos de una región en particular. Por ejemplo, en un estudio del caso de un bosque con pantano de turba en Malasia, Kumari (1995b) estima el cambio de carbono almacenado por hectárea conforme a una variedad de opciones de manejo. Estos cambios se valúan en US\$14 por tonelada de acuerdo con las estimaciones más conservadoras disponibles antes de la publicación del estudio de Fankhauser. No obstante, ante la perspectiva fundamental que incluía una explotación forestal no sostenible, el almacenaje de carbono representa casi el 70% de los beneficios económicos medidos, mucho más de los beneficios de la explotación maderable o no maderable estimados en el estudio. Otros trabajos que estiman los beneficios de los bosques incluyen a Adger *et al.* (1995), Niskanen (1998) y Smith *et al.* (1997). Por lo general, debido al alto contenido de carbono en los bosques y a los efectos potencialmente significantes del cambio climático, las estimaciones de los valores de almacenaje de carbono tienden a superar los demás beneficios forestales, muchas veces incluyendo la madera. Las estimaciones publicadas varían de US\$650 a \$3,500 por hectárea en términos de valor actual neto.

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL PROTOCOLO DE KIOTO

La creación de un marco reglamentario internacional para atacar el cambio climático es la clave del mercado emergente de pago por servicios ambientales de carbono forestal. Se tomó un paso importante

en 1997 con la firma del Protocolo de Kioto, el cual establece límites obligatorios en la emisión de gases de invernadero (GHG) a las naciones industrializadas y a las que están en transición.⁵ Aunque se le asigna un objetivo específico de emisiones a cada país, el promedio de la reducción requerida para los países industrializados (del “Anexo B” o del “Anexo 1”) es de un 5.2% menos que los niveles de 1990; los niveles de emisiones asignados deberán alcanzarse para 2008-2012. Es el equivalente a una reducción total de 456 millones de toneladas de bióxido de carbono (tCO₂).

Según el Protocolo, puede lograrse la reducción de emisiones al disminuir éstas o aumentar la captación de carbono. La importancia de los bosques como una fuente de carbono (alrededor de la cuarta parte de las emisiones globales provienen de la quema de bosques, el desmonte y la erosión del suelo) y de su almacenaje (los bosques representan las dos terceras partes del carbono terrestre), significa que pueden desempeñar un papel clave en la generación de compensaciones de carbono de la manera ya descrita.

Además de establecer metas nacionales de emisiones y de definir cuáles actividades pueden encaminarse hacia dichas metas, el Protocolo de Kioto proporciona un marco para comercializar los derechos de emisión (véase la tabla 2.1). Al reconocer que algunos países encontrarán más fácil y más barata la reducción de las emisiones que otros, el Protocolo permite que los países comercialicen los derechos de emisión a fin de reducir los costos totales y poder alcanzar su meta. Las naciones que quieran emitir más del límite acordado, pueden comprar derechos adicionales a los estados que puedan reducir las emisiones más allá de su meta.

No obstante, como parte de los esfuerzos de lograr un acuerdo político en la Sexta Conferencia de las Partes (COP6), celebrada en julio de 2001, se impusieron varios límites en el comercio de los derechos de emisión. En particular, las actividades forestales permitidas por el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM, véase la tabla 2.1) se restringen a la forestación y la reforestación. Asimismo, los créditos de la silvicultura y otros captadores terrestres se limitaron al 1% de las emisiones de año de referencia del país. Puede usarse la adminis-

tración forestal en los países del Anexo B y la implementación conjunta (JI, véase la tabla 2.1), sujetas a los límites específicos de cada país. En una reunión más reciente, la Séptima Conferencia de las Partes (COP7), celebrada en Marrakech en noviembre de 2001, se tomó la decisión de limitar la banca de pago por servicios ambientales de carbono con base en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM) y en la Implementación Conjunta (JI) (tabla 2.1).

LOS TEMAS NO RESUELTOS DE LOS SUMIDROS DE CARBONO FORESTALES

Los acuerdos negociados y las restricciones presentadas en la sexta y séptima Conferencia de las Partes (COP6 y COP7) reflejan las dudas generalizadas de si deben tratarse y cómo deben hacerse esto, en el contexto de los esfuerzos por controlar el cambio climático. Los principales puntos en desacuerdo giran en torno a los tipos de captura que deben apuntar hacia la meta de reducción de emisiones de cada país y a la medida en que se cumplan las obligaciones nacionales mediante el financiamiento de la captación de carbono (o la reducción de emisiones) en otros países. El papel que la silvicultura toma al mitigar el cambio climático es particularmente controvertido. Entre otras preocupaciones, quienes están en contra de la captación de carbono mediante la silvicultura argumentan que:

- los proyectos de captación de carbono probablemente favorecerán a la silvicultura de las plantaciones a expensas de los bosques naturales y, por lo tanto, de la biodiversidad;
- los proyectos que aseguran haber evitado la deforestación como una forma de captación de carbono, posiblemente nunca han estado en riesgo (no cumplen con un criterio de “aditividad”) o sencillamente desplazan la deforestación a otras regiones;
- todavía no se han perfeccionado mecanismos confiables para supervisar y verificar la captura y liberación de carbono de las tierras boscosas, lo que dificulta confirmar lo que se está vendiendo; y
- los pequeños granjeros y usuarios forestales de pequeña escala, con la tenencia insegura de la tierra y poco acceso a capital, pue-

den tener problemas para cumplir con los requerimientos de los compradores de carbono o hasta se pueden encontrar desplazados de la tierra, a favor de las empresas de carbono forestal de gran escala (Bass *et al.*, 2000).

Dichas preocupaciones han demorado las negociaciones internacionales de un régimen para la captación de carbono forestal; asimismo, desalientan la emergencia del comercio de compensaciones por captación de carbono. Muchas veces se considera a la deforestación evitada y a la administración forestal como las formas menos confiables de captación de carbono y, por ende, son sujetas a las mayores restricciones previstas en el Protocolo; ninguna de ellas está permitida actualmente bajo los Mecanismos de Desarrollo Limpio (CDM). También se imponen límites del volumen de las compensaciones basadas en la reforestación y la forestación que se pueden comprar, según los Mecanismos de Desarrollo Limpio y la Implementación Conjunta (CDM y JI). Para las actividades forestales realizadas en los países del Anexo B, se creó una clase específica de créditos: la unidad de eliminación. Tal como se explica en la tabla 2.1, estas unidades no son acumulables, en parte debido a las preocupaciones de permanencia.

A pesar de las restricciones y la continua incertidumbre por la ratificación del Protocolo de Kioto y por la manera como éste se pondrá en marcha en los países, a final de cuentas existe un enorme interés e innovaciones en la preparación de un mercado de carbono. Las empresas privadas, las organizaciones no gubernamentales (ONG), las agencias internacionales y los gobiernos nacionales de todo el mundo, experimentan con la medición, mitigación y comercio de carbono. Muchas de estas iniciativas se tratan de formas de captación de carbono, que no serían posibles bajo las reglas actuales del Protocolo, pero que podrían ser aceptables en el futuro con mejores métodos de monitoreo y verificación.

CUADRO 2.1 EL PROTOCOLO DE KIOTO, LOS SUMIDEROS DE CARBONO
Y EL COMERCIO DE EMISIONES

El Protocolo de Kioto establece tres “instrumentos de flexibilidad” que permiten el comercio de derechos de emisiones:

1. El Comercio Internacional de Emisiones, que permite que los países del Anexo B comercialicen los permisos conocidos como “unidades de cantidad asignada” (artículo 17);
2. La Implementación Conjunta (JI), que permite que las naciones ganen unidades de reducción de emisiones a través de proyectos en otros países del Anexo B (artículo 6); y
3. El Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM), que permite la generación de reducciones de emisión certificadas de los proyectos en países que no sean del Anexo B, es decir, en los países en desarrollo fuera del régimen de límites máximos (Artículo 12).

El Protocolo define específicamente cuatro productos potenciales de carbono:

1. unidades de cantidad asignada, logradas mediante la reducción de emisiones en los países del Anexo B, que se pueden vender a otros países del Anexo B;
2. unidades de reducción de emisión, logradas con actividades de reducción de emisiones por un país del Anexo B en otro país del Anexo B;
3. reducciones de emisión certificadas, obtenidas a través de actividades de reducción de emisiones por países del Anexo B en países que no sean del Anexo B; y
4. unidades de eliminación, generadas por la inversión en captación de carbono en países del Anexo B que se usarán durante el periodo existente de cumplimiento.

A veces se refiere a todo lo anterior como “créditos” de carbono o “compensaciones” de carbono. Se pueden alcanzar los tres primeros puntos: las unidades de cantidad asignada, las unidades de reducción de emisión y las reducciones de emisión certificadas, reduciendo las emisiones en la fuente o aumentando la velocidad con que se captura el carbono; por ejemplo, con los bosques. Las unidades de eliminación, agregadas en la COP7 en noviembre de 2001, son una categoría

especial de créditos generados por la captación de carbono en los países del Anexo B. Todos los créditos representan carbono retirado de la atmósfera por lo menos durante cien años, el plazo necesario (definido por el PICC) para compensar la introducción radiactiva de una cantidad específica de CO₂ u otro gas de efecto invernadero (GHG) en la atmósfera.

No obstante, no todos los créditos de carbono son equivalentes. El Protocolo impone diferentes restricciones en cada uno de ellos y son particularmente importantes respecto a la elegibilidad de la silvicultura. Por ejemplo, no se pueden ganar unidades de emisión certificadas con la administración forestal, aunque sí se puede en el caso de las unidades de cantidad asignada, las unidades de reducción de emisión y las unidades de eliminación. Asimismo, diferentes créditos son sujetos a distintas restricciones en cuanto su "acumulación". Aunque se puede acumular un número ilimitado de unidades de cantidad asignada para usarlas en periodos de compromiso posteriores (es decir, después del primer compromiso de 2008-2012), hay límites para la acumulación de reducciones certificadas y las unidades de reducción de emisiones. Se puede acumular un máximo de 2.5% de la meta inicial de emisiones de cada país con dichos créditos. NO se permite la acumulación de unidades de eliminación.

Para que sea vigente el Protocolo de Kioto, lo deben ratificar por lo menos 55 países representando el 55% de las emisiones de carbono de 1990. Después de la COP6, en Bonn, en julio de 2001, 178 países lo habían firmado. La reciente decisión de los Estados Unidos, por sí mismo responsable del 25% de las emisiones globales, de rechazar el Protocolo fue un golpe importante contra los esfuerzos de los negociadores; no obstante, se espera lograr las ratificaciones necesarias para el cierre de 2002.

CONCLUSIONES

Se cree que los servicios ambientales están entre los beneficios más importantes que brindan los bosques. Normalmente se menciona la protección de cuencas hidrológicas, la conservación de la biodiversidad y la captación de carbono como justificación de la conservación forestal o como criterios e indicadores clave de la administración forestal

sostenible. En muchos casos se afirma que dichos servicios ambientales tienen más valor que la madera y otros productos provenientes del bosque.

Recientemente ha mejorado considerablemente la interpretación científica del papel que los bosques realizan en estos servicios ambientales. Cada vez queda más claro que la naturaleza y la magnitud de los servicios ambientales dependen en gran medida del sitio, y que su valor económico varía con el número y las actividades de los habitantes de las poblaciones cercanas y lejanas a los ecosistemas. Los costos y riesgos de asegurar los servicios ambientales mediante la silvicultura también se entienden mucho mejor, lo mismo que los conflictos y la complementariedad entre los diferentes servicios ambientales y los demás usos de las tierras boscosas. Es un hecho que en muchas partes del mundo, los valiosos servicios ambientales que se podrían obtener a un costo relativamente bajo, se desperdician debido a políticas forestales inadecuadas o ineficaces.

En general, la política pública está a la zaga en la interpretación científica de los servicios ambientales forestales. Parece que los esfuerzos de crear mecanismos más eficaces y equitativos, en particular para la captación de carbono, avanzan a un paso lentísimo. Afortunadamente hay muchos ejemplos positivos que muestran cómo pueden llevarse al mercado los servicios ambientales forestales de tal manera que se proteja el medio ambiente de forma eficaz, eficiente y equitativa. Los siguientes capítulos del libro describen varias de estas iniciativas en todo el mundo.

NOTAS

1. Algunas personas rechazan la idea de comparar los costos y beneficios del mercado con los valores ambientales y sociales no comerciables (Anon, 1999). Otros objetan las suposiciones y métodos de estimar los valores no comerciables (Bennet y Byron, 1997). Aunque los métodos de la valoración monetaria distan de ser perfectos y no son la única manera de valorar los beneficios forestales, pueden ser útiles para ilustrar las compensaciones.

2. En cuanto a los bienes que se comercian en los mercados, los consumidores revelan sus preferencias directamente mediante los precios que pagan. Los economistas casi siempre prefieren usar los precios del mercado para las valoraciones, cuando están disponibles.
3. Véase, por ejemplo, Abelson, 1996; Cummings *et al.*, 1986; Dixon *et al.*, 1994; Freeman, 1993; Hanley y Spash, 1994; Hearne, 1996; Hufschmidt *et al.*, 1983; Kopp y Smith, 1993; Mitchell y Carson, 1989; Munasinghe y Lutz, 1993; Vincent *et al.*, 1991; Winpenney, 1991. Las fuentes en internet incluyen: el Inventario de referencias de avalúos ambientales (<http://www.evri.ec.gc.ca>) y el sitio de web de Avalúo ambiental y costo beneficio (<http://www.damagevaluation.com>), entre otras.
4. También se cree que los bosques afectan a las condiciones climáticas locales y regionales, por ejemplo, por su papel para mantener temperaturas ambientales más bajas o la humedad relativa más elevada (Nobre *et al.*, 1991). De igual manera, los bosques pueden ser importantes para conservar o mejorar la productividad de las actividades agrícolas en las áreas circunvecinas (López, 1997). Los intentos recientes de crear mercados para los servicios climatológicos forestales se concentran exclusivamente en el almacenaje de carbono y en el cambio climático, aunque, en principio, también podrían comercializarse los beneficios del clima local.
5. Los países y sus metas de emisión respectivas, se enumeran en el Anexo B del Protocolo de Kioto y en el Anexo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, UNFCC.

BIBLIOGRAFÍA

- Abelson, P. 1996. *Project Appraisal and Valuation Methods for the Environment with Special Reference to Developing Countries*. New York: Macmillan.
- Adamowicz, W., J. Louviere y M. Williams. 1994. Combining Revealed and Stated Preference Methods for Valuing Environmental Amenities. *Journal of Environmental Economics and Management*, 26:3, pp.271-292.
- Adamowicz, W.L., P.C. Boxall, M.K. Luckert, W.E. Phillips y W.A. White (eds.). 1996. *Forestry, Economics and the Environment*. Wallingford: CAB International.

- Adamowicz, W.L., P.C. Boxall, M. Williams y J. Louviere. 1998. Stated Preference Approaches for Measuring Passive Use Values: Choice Experiments and Contingent Valuation. *American journal of Agricultural Economics*, 80:1, pp.64-75.
- Adger, W.N., K. Brown, R. Cervigni y D. Moran. 1995. Total Economic Value of Forests in Mexico. *Ambio*, 24:5, pp.286-296.
- Anónimo. 1999. *The Cost-Benefit Analysis Dilemma: Strategies and Alternatives*. New Haven: Yale University.
- Asquith, N. 2000. *How Should the World Bank Encourage Private Sector Investment in Biodiversity Conservation?* Washington: World Bank.
- Aylward, B., J. Echevarria, A. Fernandez Gonzalez, I. Porras, K. Alien y R. Mejias. 1998. Economic Incentives for Watershed Protection: A Case Study of Lake Arenal, Costa Rica. CREED Final Report. London: IIED.
- Barbier, E.B. 1991. *The Economic Value of Ecosystems: 2 -Tropical Forests*. London Environmental Economics Centre Gatekeeper Series No 91-01. London: IIED.
- Barbier, E.B. y B.A. Alward. 1996. Capturing the Pharmaceutical Value of Biodiversity in a Developing Country. *Environmental and Resource Economics*, 8:2, pp. 157-191
- Barbier, E.B. y J.C. Burgess. 1997. The Economics of Tropical Forest Land Use. *Land Economics*, 73:2, pp. 174-195.
- Bass, S., O. Dubois, P. Moura Costa, M. Pinard, R. Tipper y C. Wilson. 2000. *Rural Livelihoods and Carbon Management*. IIED Natural Resource Issues Paper No.1. London: IIED.
- Bennett, C.P.A., and R.N. Byron. 1997. Valuing Resource Valuation: Exploring the Role of Quantitative Valuation of Indonesia's Forest Resources. Bogor: CIFOR.
- Bennett, E.L. y C.J. Reynolds. 1993. The Value of a Mangrove Area in Sarawak. *Biodiversity and Conservation*, 2:4, pp.359-375.
- Bosch, J. y J. Hewlett. 1982. A Review of Catchment Experiments to Determine the Effects of Vegetation Changes on Water Yield and Evapotranspiration. *Journal of Hydrology*, 55, pp.3-23.
- Boyce, S.G., and W.H. McNab. 1994. Management of Forested Landscapes: Simulations of Three Alternatives. *Journal of Forestry*, 92:1, pp.27-32.
- Bruijnzeel, L.A. 1990. *Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of*

- Conservation: A State of Knowledge Review*. Paris: UNESCO International Hydrological Programme.
- . 2000. *Hydrology of Tropical Montane Cloud forests: A Reassessment*. Amsterdam: Tropical Environmental Hydrology Programme.
- Calder, I. 1999. *The Blue Revolution: Land Use and Integrated Water Resource Management*. London: Earthscan.
- Carey, A.B., B.R. Lippke, J. Sessions, C.J. Chambers, C.D. Oliver, J.F. Franklin y M.J. Raphael. 1996. Pragmatic, Ecological Approach to Small-Landscape Management: Final Report of the Biodiversity Pathways Working Group of the Washington Forest Landscape Management Project. Olympia: Washington State Department of Natural Resources.
- Carson, R.T. 1991. Constructed Markets. En: J.B. Braden y C.D. Kolstad (eds.), *Measuring the Demand for Environmental Quality*. Amsterdam: North-Holland.
- Carson, R.T., R.C. Mitchell, W.M. Hanemann, R.J. Kopp, S. Presser y P.A. Ruud. 1994. Contingent Valuation and Lost Passive Use: Damages from the Exxon Valdez. Discussion Paper No.94-18, Washington: Resources for the Future.
- Chomitz, K.M. y K. Kumari. 1998. The Domestic Benefits of Tropical Forest Preservation: A Critical Review Emphasizing Hydrological Functions. *World Bank Research Observer*, 13:1, pp.13-35.
- Cline, W.R. 1992. *The Economics of Global Warming*. Washington: Institute for International Economics.
- Cummings, R.G., D.S. Brookshire y W.D. Schultz. 1986. *Valuing Environmental Goods: A State of the Art Assessment of the Contingent Valuation Method*. Totowa; Rowman & Allenheld.
- Dixon, J.A., L.F. Scura, R.A. Carpenter y P.B. Sherman. 1994. *Economic Analysis of Environmental Impacts*. London: Earthscan.
- Douglas, I., T. Greer, K. Bidin y M. Spilsbury. 1992. *Impacts of Rainforest Logging on River Systems and Communities in Malaysia and Kalimantan*. London: School of Oriental and African Studies.
- Evenson, R.E. 1990. Genetic Resources: Assessing Economic Values. En: J.R. Vincent, E.W. Crawford y J.P. Hoehn (eds.). *Valuing Environmental Benefits in Developing Economies*. Proceedings of a Seminar Series held February-May 1990. East Lansing: Michigan State University.

- Fankhauser, S. 1995. *Valuing Climate Change: The Economics of the Greenhouse*. London: Earthscan.
- Food and Agriculture Organisation (FAO). 2001. *State of the World's Forests*. Rome: FAO.
- Freeman, A.M., III. 1993. *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. Washington: Resources for the Future.
- Forsyth, T. 1996. Science, Myth, And Knowledge: Testing Himalayan Environmental Degradation in Thailand. *Geoforum*, 27:3, pp.375-392.
- Garrod, G., and K. Willis. 1992. The Environmental Economic Impact of Woodland: A Two-Stage Hedonic Price Model of the Amenity Value Of Forestry in Britain. *Applied Economics*, 24: pp.715-728.
- Hanley, N., and C. Spash. 1994. *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Hamilton, L.S. y P.N. King. 1983. *Tropical Forest Watersheds: Hydrologic and Soils Response to Major Uses and Conversions*. Boulder: Westview Press.
- Hearne, R.R. 1996. Economic Appraisal of Use and Non-Use Values of Environmental Goods and Services in Developing Countries. *Project Appraisal*, 11:4, pp.255-260.
- Higman, S., S. Bass, N. Judd, J. Mayers y R. Nussbaum. 1999. *The Sustainable Forestry Handbook*. London: Earthscan.
- Hodgson, G., y A. Dixon. 1988. *Logging Versus Fisheries and Tourism in Palawan*. Occasional Paper No.7. Honolulu: East West Environment and Policy Institute.
- Howard, P. 1995. The Economics of Protected Areas in Uganda: Costs, Benefits, and Policy Issues. En: A. Bagri, J. Blockhus, F. Grey y F. Vorhies (eds.), *Economic Values of Protected Areas: A Guide for Protected Area Managers*. Gland: IUCN.
- Hufschmidt, M.M., D.E. James, A.D. Meister, B.F. Bower y J.A. Dixon. 1983. *Environment, Natural Systems and Development: an Economic Valuation Guide*. London: Johns Hopkins.
- Hunter, M. 1990. *Wildlife, Forests, and Forestry: Principles of Managing Forests for Biological Diversity*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- . (ed.) 1999. *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2000. *Summary for Policy Makers: Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Geneva: IPCC.

- International Union for the Conservation of Nature (IUCN). 1998. *1997 United Nations List of Protected Areas*. Prepared by UNEP-WCMC and WCPA. Gland: IUCN.
- Kopp, R. y V.K. Smith (eds.). 1993. *Valuing Natural Assets: The Economics of Natural Resource Damage Assessment*. Washinton: Resources for the Future.
- Kramer, R.A., N. Sharma, and M. Munasinghe. 1995. Valuing Tropical Forests: Methodology and Case Study of Madagascar. *Environment Paper* No.13, Washington:World Bank.
- Kumari, K. 1995a. Mainstreaming Biodiversity Conservation: a Peninsular Malaysian Case. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 1, pp.182-198.
- . 1995b. *An Environmental and Economic Assessment of Forest Management Options: A Case Study in Malaysia*. Environmental Department Working Paper No.26. Washington: World Bank.
- Landell-Mills, N. e I. Porras. 2002. *Silver Bullet of Fools' Gold? A Global Review of Markets for Forest Environmental Services and Their Impact on the Poor*. London: IIED.
- Lee, S.S., Y.M. Dan, I.D. Gauld y J. Bishop (eds.) 1998. *The Conservation, Management and Development of Forest Resources in Malaysia*. Proceedings of a Workshop 21-24 October 1996. Kepong: Forest Research Institute.
- Lippke, B. y J. Bishop. 1999. The Economic Perspective. En: M.L. Hunter (ed.), *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lopez, R. 1997. Environmental Externalities in Traditional Agriculture and the Impact of Trade Liberalization: The Case of Ghana. *Journal of Development Economics*, 53, pp.17-39.
- Mantua, U., M. Merlo, W. Sekot y B. Welcker. 2001. *Recreational and Environmental Markets for Forest Enterprises: A New Approach Towards Marketability of Public Goods*. Wallingford: CABI Publishing.
- McNeely, J., K. Miller, W. Reid, R. Mittermeier y T. Werner. 1990. *Conserving the World's Biological Diversity*. Gland: IUCN.
- Mitchell, R. y R. Carson. 1989. *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*. Washington: Resources for the Future.
- Munasinghe, M., and E. Lutz. 1993. Environmental Economics and Valuation in Development Decision Making. En: M. Munasinghe (ed.), *Environmental*

- Economics and Natural Resource Management in Developing Countries*. Washington: World Bank.
- Myers, N. 1997. The World's Forests and Their Ecosystem Services. En: G. Daily (ed.), *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington: Island Press.
- Niskanen, A. 1998. Value of External Environmental Impacts of Reforestation in Thailand. *Ecological Economics*, 26:3, pp.287-297.
- Nobre, C.A., P.J. Sellers y J. Shukla. 1991. Amazonian Deforestation and Regional Climate Change. *Journal of Climate*, 4, pp.957-988.
- Nordhaus, W.D. 1993. Optimal Greenhouse Gas Reductions and Tax Policy in the DICE Model. *American Economic Review*, 83, pp.313-317.
- Oliver, C.D. 1992. A Landscape Approach: Achieving Biodiversity and Economic Productivity. *Journal of Forestry*, 90:9, pp.20-25.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 1996. *Saving Biological Diversity: Economic Incentives*. Paris: OECD.
- Parviainen, J., A. Schuck, and W. Bucking. 1995. A Pan-European System for Measuring Biodiversity, Succession and Structure of Undisturbed Forests and for Improving Biodiversity-Oriented Silviculture. En: C.R. Bamsey (ed.). *Innovative Silviculture Systems in Boreal Forests*. Proceedings of a symposium held in Edmonton, Alberta, Canada, October 2-8, 1994. Edmonton: Clear Lake Ltd.
- Pearce, D.W. y D. Moran. 1994. *The Economic Value of Biodiversity*. London: Earthscan.
- Pearce, D.W. y S. Puroshothaman. 1992. *Protecting Biological Diversity: The Economic Value of Pharmaceutical Plants*. Global Environmental Change Working Paper No.92-27. London: CSERGE/UEA and UCL.
- Pearce, D.W., A. Markandya y E.B. Barbier. 1989. *Blueprint for a Green Economy*. London: Earthscan.
- Pearce, D.W., D. Moran y W. Krug. 1999. *The Global Value of Biological Diversity, A Report to the United Nations Environment Program*. London: CSERGE.
- Pearce, D.W. y C.G. Pearce. 2001. *The Value of Forest Ecosystems*. Report to the Secretariat of the United Nations Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada. London: CSERGE.
- Perez-Garcia, J. 1994. Global Forestry Impacts of Reducing Softwood Supplies from North America. CINTRAFOR Working Paper No.43. Seattle: College of Forest Resources, University of Washington.

- Reid, W. y K. Miller. 1989. *Keeping Options Alive: The Scientific Basis for Conserving Biodiversity*. Washington: World Resources Institute.
- Roper, C.S. y A. Park (eds.) 1999. *The Living Forest: Non-Market Benefits of Forestry*. Proceedings of an International Symposium, Edinburgh 24-28 June 1996. London: HMSO.
- Ruitenbeek, H.J. 1989. Social Cost-Benefit Analysis of the Korup Project, Cameroon. Godalming: WWF (processed).
- . 1992. Mangrove Management: An Economic Analysis of Management Options with a Focus on Bintuni Bay, Irian Jaya. EMDI Environmental Report No. 8. Jakarta: EMDI.
- Smith, J., S. Mourato, E. Veneklaas, R. Labarta, K. Reategui, and G. Sanchez. 1997. Willingness to Pay for Environmental Services Among Slash-and-burn Farmers in the Peruvian Amazon: Implications for Deforestation and Global Environmental Markets. CSERGE/CIAT/ICRAF Working Paper No.GEC97. London: CSERGE.
- Vincent, J.R., E.W. Crawford y J.P. Hoehn (eds.). 1991. *Valuing Environmental Benefits in Developing Economies*. Proceedings of a Seminar Series February-May 1990 at Michigan State University. East Lansing: Michigan State University.
- Walsh, R.G., R.D. Bjonback, R.A. Aiken y D.H. Rosenthal. 1990. Estimating the Public Benefits of Protecting Forest Quality. *Journal of Environmental Management*, 30, pp. 175-189.
- Winpenny, J.T. 1991. *Values for the Environment: A Guide to Economic Appraisal*. London: HMSO.

