

# Unasylva



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Agricultura  
y la Alimentación

Revista internacional  
de silvicultura  
e industrias  
forestales

Vol. 58

2007/4

229

**Redactora:** A. Perlis

**Junta Consultiva sobre Política de Edición:**

F. Castañeda, R. Czudek, T. Hofer, D. Kneeland,  
A. Perlis, L. Russo, T. Vahanen, P. Vantomme,  
M.L. Wilkie

**Consejeros eméritos:**

J. Ball, I.J. Bourke, C. Palmberg-Lerche

**Asesores regionales:**

C. Carneiro, P. Durst, P. Koné, E. Mansur, K. Prins

*Unasylva* se publica en español, francés e inglés.

*Unasylva* ya no es una publicación de pago.

Se puede solicitar una suscripción gratuita mediante correo electrónico, dirigiendo un mensaje a [unasylva@fao.org](mailto:unasylva@fao.org). Se prefieren las peticiones de suscripción de instituciones (bibliotecas, empresas, organizaciones, universidades) a las solicitudes individuales, con el fin de que la publicación sea accesible a un mayor número de lectores.

Todos los números de *Unasylva* se pueden consultar gratuitamente en línea en [www.fao.org/forestry/unasylva](http://www.fao.org/forestry/unasylva)

Las observaciones y consultas serán bien recibidas: [unasylva@fao.org](mailto:unasylva@fao.org)

Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este producto informativo para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de material contenido en este producto informativo para reventa u otros fines comerciales sin previa autorización escrita del Jefe de la Subdirección de Políticas y Apoyo en Materia de Publicación Electrónica de la División de Comunicación de la FAO.

Los artículos expresan las opiniones de sus autores, y no representan necesariamente las de la FAO.

Las denominaciones empleadas y la forma en que se presentan los datos no implican, de parte de la FAO, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, ciudades y zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

Las publicaciones de la FAO que aparecen en las reseñas de *Unasylva* se pueden adquirir en los Puntos de venta de publicaciones de la FAO que aparecen en el interior de la contracubierta. La FAO satisfará los pedidos provenientes de países donde no los haya. Los pedidos se han de dirigir al Grupo de Ventas y Comercialización, División de Comunicación, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma (Italia).  
Tel.: (+39) 06 57051;  
Fax: (+39) 06 5705 3360;  
Télex: 625852/625853/610181 FAOI  
Correo electrónico: [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org)

**Foto de la cubierta:**

FAO/M. Kashio (Bhután)

Cubierta, FO-6793; contracubierta FO-6809

## Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Editorial</b>  | <b>2</b>  |
| <i>I. Calder, T. Hofer, S. Vermont y P. Warren</i>  |           |
| <b>Hacia una nueva comprensión de los bosques y el agua</b>   | <b>3</b>  |
| <i>O. Vigiak, O. Ribolzi, A. Pierret, C. Valentin, O. Sengtaheuanghoung y A. Noble</i>  |           |
| <b>Filtrado de los agentes contaminantes del agua por la vegetación ribereña: comparación del bambú con las pasturas nativas y el arroz en una cuenca en la República Democrática Popular Lao</b> | <b>11</b> |
| <i>N.A. Chappell y H.C. Thang</i>   |           |
| <b>Procedimientos hidrológicos prácticos para la protección de los bosques tropicales: la experiencia de Malasia</b>  | <b>17</b> |
| <b>Proyectos de campo de la FAO sobre ordenación de cuencas hidrográficas: algunos ejemplos</b>   | <b>22</b> |
| <i>M. Malagnoux, E.H. Sène y N. Atzmon</i>  |           |
| <b>Bosques, árboles y agua en las tierras áridas: un equilibrio delicado</b>  | <b>24</b> |
| <i>H.M. Kangarani y T. Shamekhi</i>   |           |
| <b>Propuestas de políticas para la integración de los bosques, las aguas y la población en la cuenca del Tigris y el Éufrates</b>   | <b>30</b> |
| <i>T.Y. Watkins y M. Imbumi</i>   |           |
| <b>Los bosques del monte Kulal en Kenya: una fuente de recursos hídricos y de sostén de los medios de subsistencia locales</b>  | <b>33</b> |
| <i>F. Kafeero</i>   |           |
| <b>Las repercusiones de la escasez de agua en los recursos forestales: el caso de Uganda</b>  | <b>38</b> |
| <i>S. Stolton y N. Dudley</i>   |           |
| <b>Gracias a la ordenación forestal, la población urbana obtiene unos suministros hídricos más limpios</b>  | <b>39</b> |
| <i>T. Stohlgren, C. Jarnevich y S. Kumar</i>  |           |
| <b>Herencia forestal, cambio climático, alteración de los regímenes de perturbación, especies invasivas y recursos hídricos</b>   | <b>44</b> |
| <i>M. Fernández Barrena, N. Grados, M.S. Dunin-Borkowski, P. Martínez de Anguita y P. Flores Velásquez</i>  |           |
| <b>¿Es posible mitigar los efectos de El Niño mediante un sistema de pagos por servicios medioambientales? Un estudio de la cuenca del río Piura (Perú)</b>                                       | <b>50</b> |
| <i>P.C. Zingari y M. Achouri</i>  |           |
| <b>Cinco años después de Shiga: acontecimientos recientes e implementación de las políticas relativas a los bosques y el agua</b>   | <b>56</b> |
| <i>D.G. Donovan</i>   |           |
| <b>El agua, los bosques y el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos</b>   | <b>62</b> |
| <b>Actividades forestales de la FAO</b>   | <b>64</b> |
| <b>El mundo forestal</b>  | <b>68</b> |
| <b>Libros</b>   | <b>70</b> |

# Los bosques y el agua

La vida y la salud del ser humano y de otros seres vivientes dependen del agua. Sin embargo, la Organización Mundial de la Salud ha informado que alrededor del 80 por ciento de la población mundial vive en lugares donde tan solo se dispone de un agua que no es sana. Los problemas relacionados con el agua –el uso abusivo, la escasez, la contaminación, las inundaciones y la sequía– representan desafíos cada vez mayores al desarrollo sostenible: así lo reconoció la Organización de las Naciones Unidas al declarar el período 2005-2015 el decenio de «El agua, fuente de vida».

Las cuencas de captación forestales proporcionan una gran proporción del agua que se destina a usos domésticos, agrícolas e industriales. Los bosques influyen decisivamente en la disponibilidad y la calidad del agua, y por consiguiente dependen de una ordenación forestal apropiada. También es motivo de preocupación la cantidad de agua consumida por los bosques, ya que en todo el mundo se recurre de modo creciente a los bosques plantados para la fijación de carbono, el suministro de energía y madera y la rehabilitación del paisaje.

Para introducir este número de *Unasylva*, I. Calder y colaboradores evalúan el estado de los conocimientos sobre las interacciones entre bosques y agua y las cuestiones políticas conexas. Los autores hacen hincapié en la necesidad de reducir la brecha entre la investigación y el diseño de las políticas y la importancia de los vínculos políticos entre los sectores forestal e hídrico.

La vegetación ribereña juega un papel importante en el filtrado de sedimentos y agentes contaminantes. El bambú se planta algunas veces en zonas ribereñas tropicales con objeto de conservar los suelos y el agua. Sin embargo, en un estudio realizado en la República Democrática Popular Lao, O. Vigiak *et al.* observaron que, para tal propósito, el bambú resultaba menos eficaz que las pasturas nativas, y recomendaron establecer una franja de pasto junto a las poblaciones de bambú para aumentar la captación de sedimentos.

En Malasia peninsular, los criterios e indicadores de certificación de bosques tropicales comprenden normas de protección de aguas. N.A. Chappell y H.C. Thang señalan la principal de ellas –una zona de amortiguación de 10 m de ancho a lo largo las corrientes y ríos donde las operaciones forestales no estarían permitidas– y consideran su posible aplicación a las plantaciones forestales y sistemas agroforestales.

La relación entre bosques y agua en las tierras áridas y semiáridas plantea problemas diferentes. La disponibilidad de agua es por lo general el principal factor que limita la distribución natural de los árboles en las tierras áridas. M. Malagnoux, E.H. Sène y N. Atzmon examinan los procedimientos con que se busca invertir la degradación medioambiental y la desertificación de las tierras secas; por ejemplo, la forestación, la fijación de dunas de arena, el establecimiento de cinturones verdes y la reserva de algunas zonas de regeneración natural. Los autores observan que los árboles solo se deberían plantar en los lugares donde sean necesarios y siempre que el balance hídrico lo permita.

La cuenca del Tigris y el Éufrates es determinante para el equilibrio hídrico de cuatro países del Cercano Oriente en los cuales la competencia por el agua da cada vez más origen a conflictos. H.M. Kangarani y T. Shamekhi analizan las relaciones entre bosques,

agua y población que es preciso tomar en consideración al diseñar las políticas y las actuaciones de colaboración para la conservación y ordenación integradas de bosques y aguas en la región.

El monte Kulal, en el norte de Kenya, se yergue en el centro de una de las regiones más secas de África oriental. Los bosques brumosos que crecen en sus alturas proporcionan servicios hidrológicos a la región circundante. T.Y. Watkins y M. Imbuni examinan la función de este inusitado ecosistema del que provienen un agua y recursos naturales que son sostén de los medios de vida de la población local. En Uganda, según constata F. Kafeero, la disminución del nivel del agua del lago Victoria ha agravado la deforestación, porque la menor cantidad de energía hidroeléctrica generada ha obligado a la población a depender de los dendrocombustibles para satisfacer sus necesidades de energía.

Los bosques también desempeñan una función vital al asegurar una provisión de agua sana y limpia a las poblaciones urbanas. S. Stolton y N. Dudley apuntan que más de mil millones de personas que viven en ciudades no tienen acceso a un agua limpia. Muchas de las mayores ciudades del mundo protegen los bosques para garantizar a la población ciudadana un suministro suficiente de agua dulce, a veces mediante pagos por servicios medioambientales.

El cambio climático ha complicado ulteriormente la relación entre los bosques y el agua. T. Stohlgren, C. Jarnevich y S. Kumar estudian los factores interrelacionados que es menester tomar en cuenta al tratar de predecir las variaciones en la disponibilidad de agua. Basándose en ejemplos sacados de investigaciones realizadas en Colorado (Estados Unidos), los autores describen las interconexiones entre hidrología de bosques de montaña y cambio climático, aprovechamiento anterior de la tierra, alteración de los regímenes de perturbación (por ejemplo, frecuencia de incendios, brotes de insectos, inundaciones) y especies invasivas.

En América del Sur, la pérdida de los bosques nublados –causada especialmente por la conversión de tierras forestales en tierras agrícolas– ha alterado el ciclo hidrológico y exacerbado los daños producidos por corrimientos de tierras y crecidas en épocas del fenómeno de El Niño. M. Fernández Barrera y colaboradores analizan la viabilidad de un sistema de pagos por servicios medioambientales cuya finalidad es atenuar los efectos de El Niño mediante la conservación de los bosques, el suelo y el agua en la cuenca hidrográfica de Piura (Perú), y destacan que gracias a tal sistema sería posible también mejorar las condiciones de vida de los campesinos de esa región montañosa.

Finalmente, P.C. Zingari y M. Achouri estudian los avances logrados en la implementación de las políticas e iniciativas de planificación y ordenación en los cinco años transcurridos desde la celebración en 2002 de una reunión internacional de expertos que tuvo lugar Shiga (Japón), y que llamó la atención internacional acerca de las interacciones entre los bosques y el agua. Los ejemplos presentados muestran que en el plano mundial, regional y nacional se han forjado vínculos más sólidos en cuanto a la ordenación de los recursos forestales e hídricos.

La colaboración entre expertos forestales y especialistas en gestión de aguas es cada vez más estrecha, pero los intercambios de pericias podrían ser aún desarrollados más ampliamente. Una toma de decisiones informada sobre la ordenación integrada de bosques y aguas debe fundarse en la investigación aplicada y su disseminación entre los encargados del diseño de las políticas. Con este número de *Unasylva* esperamos poder contribuir a un flujo intensificado de informaciones, conocimientos – y agua sana.

# Hacia una nueva comprensión de los bosques y el agua

I. Calder, T. Hofer, S. Vermont y P. Warren

*Visión de conjunto del estado del conocimiento sobre las interacciones entre los bosques y el agua, y principales problemas relacionados con la política forestal e hídrica.*

**E**n muchas regiones del mundo, los usos abusivos y erróneos y la contaminación amenazan cada vez más la disponibilidad y la calidad del agua; y se considera con frecuencia que los bosques influyen fuertemente en ambas. Además, el cambio climático altera la función reguladora de los flujos de agua ejercida por los bosques y condiciona la disponibilidad de los recursos hídricos (Bergkamp, Orlando y Burton, 2003). La relación entre los bosques y el agua es, por consiguiente, un asunto crítico que debe ser objeto de atención prioritaria.

Tanto en las zonas de aguas arriba como en las de aguas abajo, las cuencas hidrográficas forestales proporcionan una gran parte del agua que se destina a usos domésticos, agrícolas, industriales y ecológicos. Los encargados de la ordenación de tierras, bosques y aguas deben hacer frente al importante desafío de incrementar al máximo la amplia gama de servicios plurisectoriales brindados por los bosques sin menoscabar las funciones de los recursos hídricos y del ecosistema. Es pues urgente llegar a una comprensión más cabal de las

interacciones entre los bosques y árboles y el agua a fin de estimular la toma de conciencia y la creación de capacidad en materia de hidrología forestal, y traducir los conocimientos y los resultados de las investigaciones en las políticas. De forma análoga, es menester desarrollar mecanismos institucionales para el refuerzo de acciones concertadas en el ámbito de los bosques y el agua, e implementar y poner en vigor los programas de acción nacionales y regionales.

Las políticas forestales e hídricas solían basarse en el pasado en el supuesto de que, cualesquiera fuesen las circunstancias hidrológicas y ecológicas, los bosques eran el mejor tipo de cubierta vegetal para maximizar el rendimiento hídrico, regular los flujos estacionales y asegurar un agua de elevada calidad. Se desprendía de tal supuesto que la conservación (o extensión) de la cubierta forestal en las cuencas aguas arriba era la medida más eficaz para aumentar la disponibilidad de agua para usos agrícolas, industriales y domésticos, así como para impedir las inundaciones en las zonas aguas abajo.

## Términos clave

**Descarga (o flujo de agua):** cantidad de agua que atraviesa un punto determinado en un momento determinado.

**Realimentación:** recarga de un acuífero subterráneo.

**Cuenca fluvial:** el complejo sistema de cuencas y subcuencas hidrográficas atravesadas, entre la fuente y la desembocadura, por un curso fluvial principal y sus tributarios.

**Vínculos aguas arriba y aguas abajo:** flujos medioambientales, socioeconómicos y culturales, intercambios sinérgicos y conflictos que se generan entre las partes superior e inferior de una cuenca hidrográfica.

**Cuenca hidrográfica (o de captación):** zona geográfica drenada por un curso de agua. El concepto se aplica a territorios que comprenden desde la granja que es atravesada por un arroyo (una microcuenca) hasta los grandes ríos o las cubetas lacustres.

**Ordenación de cuencas hidrográficas:** toda acción humana destinada a asegurar el uso sostenible de los recursos existentes en la zona de la cuenca hidrográfica.

**Ian Calder** es Profesor del Centro de Investigación sobre el Aprovechamiento de la Tierra y los Recursos Hídricos, Universidad de Newcastle (Reino Unido).

**Thomas Hofer** es Oficial forestal (Conservación e hidrología) del Departamento Forestal de la FAO, Roma.

**Sibylle Vermont** es Oficial de ciencias de la Oficina Federal de Medio Ambiente, Berna (Suiza).

**Patrizio Warren** es Consultor en ciencias sociales del Departamento Forestal de la FAO, Roma.

La investigación hidrológica (resumida por Bruijnzeel, 2004; Calder, 2005, 2007; Van Dijk y Keenan, 2007) realizada en los decenios de 1980 y 1990 arroja al respecto una imagen asaz diversa. Si bien la importante función de la cubierta forestal aguas arriba en la entrega de un agua de alta calidad quedaba confirmada, las generalizaciones tempranas acerca de los beneficios de la cubierta forestal aguas arriba respecto a los flujos anuales y estacionales aguas abajo se revelaron por lo general erróneas y engañosas. Los estudios han mostrado en cambio que, especialmente en los ecosistemas áridos o semiáridos, los bosques no constituyen la mejor cubierta vegetal capaz de aumentar el rendimiento hídrico aguas abajo. Es más, existen pruebas incontrovertibles de que, en los ecosistemas tropicales, la función protectora aguas arriba de la cubierta vegetal contra inundaciones que ocurren aguas abajo ha sido a menudo sobrevalorada: esto se comprueba especialmente en relación con los principales fenómenos que afectan a las mayores cuencas hidrográficas o fluviales (FAO y CIFOR, 2005).

El Año Internacional del Agua Dulce 2003 y el tercer Foro Mundial del Agua (Kyoto, Japón, 2003) contribuyeron a

incorporar a las políticas la comprensión de las interacciones biofísicas entre los bosques y el agua. La Reunión internacional de expertos sobre los bosques y el agua, celebrada en Shiga (Japón) en noviembre de 2002, en la que se prepararon estos actos, puso de relieve que era necesario adoptar una apreciación más holística de la interacción entre el agua, los bosques, otras formas de aprovechamiento de la tierra y los factores socioeconómicos que entran en juego en los complejos ecosistemas de cuenca. La Declaración de Shiga se ha convertido, en los últimos cinco años, en una referencia primordial para el diseño de una nueva generación de políticas forestales y de aguas (véase el artículo de Zingari y Achouri en este número de *Unasylva*).

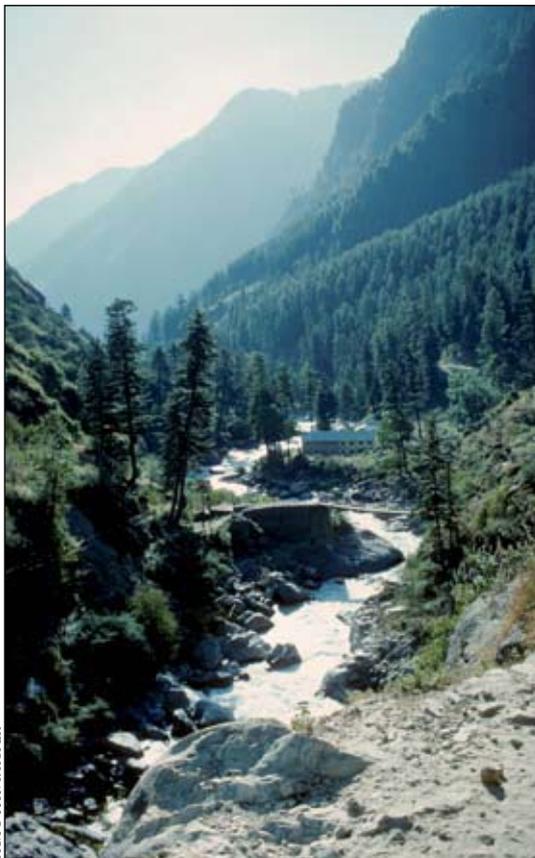
En el presente artículo se resumen los conocimientos actuales sobre la interacción entre los bosques y el agua en los ecosistemas de cuenca, y se presentan algunos problemas fundamentales que han surgido, a lo largo de los años, en los debates de hidrólogos forestales, otros expertos del sector hídrico y encargados del diseño de políticas desde la Declaración de Shiga y la celebración del tercer Foro Mundial del Agua y el Año Internacional del Agua Dulce.

#### ESTADO DEL CONOCIMIENTO SOBRE LOS BOSQUES Y EL AGUA

La hidrología forestal reciente se ha concentrado en tres temas que son particularmente pertinentes para el diseño de las políticas: las ventajas y desventajas comparativas de la cubierta forestal en la maximización del rendimiento hídrico aguas abajo; la función de los bosques localizados aguas arriba en el mantenimiento de los flujos de agua durante la estación seca; y la preservación de la calidad del agua. En esta sección se resumen los resultados de las investigaciones en estos tres campos (basado en Hamilton, 2005).

El diseño de la política se solía basar, en otras épocas, en la suposición de que mientras mayor fuese el número de árboles mayor sería la cantidad de agua disponible. Pero tal afirmación ha sido puesta en entredicho por las investigaciones hidrológicas actuales. El ecosistema forestal es de hecho uno de los principales usuarios del agua. Las copas de los árboles reducen los caudales subterráneos y los flujos fluviales ya que interceptan las precipitaciones y la evaporación y la transpiración del follaje. Puesto que tanto los bosques naturales como los establecidos por el hombre utilizan una cantidad de agua más grande que la mayor parte de la cubierta vegetal de sustitución (comprendida la agricultura y el forraje), no existen dudas de que el aclareo (incluso parcial) aumenta los rendimientos hídricos aguas abajo.

Por consiguiente, se ha indicado a veces que la remoción de una cubierta forestal gran consumidora de agua, especialmente en las zonas semiáridas, constituye un medio de obviar o mitigar las sequías. Este tipo de política debería sin embargo



*En las zonas aguas arriba y aguas abajo, es necesario considerar de modo más holístico las interacciones entre el agua, los bosques, otros usos de la tierra y los factores socioeconómicos. (En las fotos, cuenca hidrográfica arbolada en la India; riego en la República Árabe Siria.)*



formularse ponderando las pérdidas que resultan de la desaparición de muchos otros servicios y bienes proporcionados por los bosques, tales como el control de la erosión, la mejora de la calidad del agua, la fijación de carbono, los valores recreativos y estéticos, la madera, la leña, otros productos forestales y la biodiversidad. Esta práctica debería evitarse de todas maneras en las zonas propensas a la salinidad, donde el aclareo podría traducirse en el acercamiento de las sales a la superficie del suelo; y en los bosques nubosos de montaña, donde el follaje de los árboles, las superficies vegetativas epifíticas, las ramas y ramillas y los tallos y arbustos proporcionan una «red» que captura la «precipitación horizontal» proveniente de la niebla o las nubes.

También ha quedado comprobado que la eliminación parcial o total de la cubierta forestal puede acelerar el caudal de descarga y aumentar el riesgo de inundación durante la estación de lluvias, y reducir el flujo fluvial o incluso causar que el lecho del río se seque durante la temporada seca. Sin embargo, se ha sobrestimado a menudo la importancia de la función reguladora de los flujos hidrológicos de la cubierta forestal. Las repercusiones de la remoción de la cubierta forestal son evidentes solo a nivel micro y en asociación con fenómenos de pluviosidad breves y de baja intensidad (que por lo general son los más frecuentes). A medida que aumenta la duración o la intensidad de las precipitaciones, o a medida que aumenta la distancia que separa la zona interesada por la pluviosidad de la cuenca, disminuye la influencia ejercida por la cubierta arbórea sobre la regulación de los flujos.

A nivel macro, los procesos naturales que tienen lugar en la cuenca alta revisten mayor importancia que las prácticas de ordenación de las tierras en la formación de las grandes crecidas. Las pruebas científicas refutan enérgicamente por ejemplo la creencia ficticia según la cual la deforestación en el Himalaya pueda ser la causa de las fuertes inundaciones en las tierras bajas del Ganges y el Brahmaputra. Estas inundaciones son más bien consecuencia de una combinación de descargas máximas simultáneas de grandes ríos, abundantes escorrentías de colinas adyacentes a llanuras inundables, lluvias intensas, capas freáticas colmadas, alzamientos de mareas, diques fluviales laterales y la desaparición de las zonas de almacenamiento en las

*Aunque los bosques pueden mitigar las crecidas pequeñas y locales, no parece que su presencia influya en las inundaciones provocadas por un fenómeno de pluviosidad extrema como este, que ha sido causado por un torbellino que se registró en el valle de Paznaun en Austria, en agosto de 2005*



INSTITUT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, HYDROLOGIE UND KONSTRUKTIVEN WASSERBAU

tierras bajas (Hofer y Messerli, 2006). Por consiguiente, aunque hay razones válidas para reforestar las cuencas hidrográficas (por ejemplo, reducir las pérdidas de suelo, evitar que los sedimentos caigan a los cauces, mantener la producción agrícola y el hábitat de las especies silvestres, etc.), la reducción del riesgo de inundaciones o incluso su control no forman parte de tales razones. La reforestación con el propósito de prevenir o limitar las inundaciones solo es efectiva a escala local, en una superficie de unos pocos centenares de hectáreas. Las complejas relaciones entre bosques y aguas en las grandes cuencas fluviales continúan alimentando los debates (véase CIFOR, 2007), y no hay duda de que se precisan ulteriores trabajos para comprender plenamente dichas relaciones.

Es conservando la calidad del agua que los bosques contribuyen de manera significativa a realzar las propiedades hidrológicas de los ecosistemas de cuenca, y esto se logra minimizando la erosión del suelo en el lugar, reduciendo la sedimentación de los cuerpos de agua (humedales, estanques, lagos, cursos de agua, ríos) y atrapando o filtrando otras sustancias contaminantes del agua presentes en la cubierta vegetal muerta, en especial mediante los mecanismos que se apuntan a continuación.

- En los terrenos en pendiente, el suelo se desplaza cuesta abajo principalmente por efecto de la fuerza de gravedad y la acción de salpicadura de las gotas de lluvia. La cubierta forestal natural forma una barrera sumamente eficaz contra la erosión del suelo causada por la salpicadura, sobre todo porque las hojas inferiores de las copas de los árboles y la cubierta vegetal muerta contrarrestan la fuerza de la salpicadura. La tala del bosque y su sustitución por otros sistemas de aprovechamiento de la tierra conducen en la mayoría de los casos a una erosión más intensa y rápida, a menos que la conservación de los suelos se practique con sumo cuidado.
- Por lo general, la erosión está asociada con una mayor concentración de sedimentos en la escorrentía y en los cursos de agua. Más que cualquier otro tipo de cubierta vegetal, una buena cubierta forestal impide más eficazmente la sedimentación de las aguas. La cubierta superficial, los desechos leñosos y las raíces de los árboles retienen los sedimentos y detienen su desplazamiento cuesta abajo. Más aún, las raíces profundas estabilizan las pendientes y contribuyen a evitar los desprendimientos poco profundos.



FAO/FG-6889M, KASHIO

*Los bosques mantienen la alta calidad del agua porque minimizan la erosión del suelo y reducen la sedimentación; la deforestación por lo general hace aumentar la erosión, con la consecuencia de una mayor concentración de sedimentos en la escorrentía y el aterramiento de los cursos de agua (Pakistán)*

### **Incorporación del conocimiento sobre hidrología forestal en las políticas de aguas**

Pese a los significativos progresos en la comprensión científica de las interacciones entre los bosques y el agua, la función desempeñada por los bosques en relación con la ordenación sostenible de los recursos hídricos continúa siendo, tal como se ha descrito en la sección anterior, un asunto conflictivo. Persisten las incertidumbres y, en algunos casos, la confusión debidas a dificultades que surgen al intentar transferir los resultados de la investigación a diferentes países y regiones, a cuencas de diferentes dimensiones, a tipos de bosque y especies diferentes y a regímenes diferenciados de ordenación forestal.

Otra dificultad reside en la brecha que separa la investigación de la política. La distancia entre ambas no se ha conseguido superar debido, entre otras cosas, a que no ha sido posible transmitir eficazmente los resultados de la investigación hidrológica a los encargados del diseño de políticas y no se ha logrado poner en tela de juicio, esgrimiendo argumentos científicos probatorios, las suposiciones tradicionales. Para hacer frente a estos problemas, la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO) creó en 2006 el Grupo de Acción sobre las Interacciones entre los Bosques y el Agua.

*Las zonas forestales ripícolas también consiguen reducir considerablemente, o eliminar por completo, las fuentes de contaminación no puntuales originadas por usos domésticos, industriales y agrícolas (Suriname)*

- Además de los sedimentos, la calidad del agua puede también sufrir deterioro por diversos tipos de contaminación, según cual sea el uso de la tierra en las cercanías y el drenaje en dirección al curso de agua. Los contaminantes posibles incluyen materias orgánicas en concentración excesiva (que ocasionan la eutrofización del agua) y productos químicos agrícolas o industriales. Los bosques constituyen por cierto un estrato rasante idóneo para las cuencas destinadas al abastecimiento de agua potable, en virtud de que en las actividades forestales (a excepción de las plantaciones en las que se practica una ordenación intensa) no suele por lo general utilizarse fertilizantes o plaguicidas y se evita la contaminación por aguas residuales domésticas o procesos de elaboración industrial. Además, las fuentes de contaminación no puntuales (es decir, la contaminación de procedencias difusas), que se crean con los usos domésticos, industriales y agrícolas, se pueden reducir drásticamente o incluso eliminar cuando se mantienen de forma adecuada unas zonas boscosas ribereñas también a lo largo de los cursos de agua. Tales zonas no conseguirán sin embargo evitar la contaminación de las capas freáticas. Más aún, en los lugares en que los árboles –a causa de su altura y resistencia aerodinámica– capturan sustancias contaminantes atmosféricas, la calidad de las aguas no podrá ser protegida por las cuencas forestales.

Es este un problema muy común en los bosques de montaña en los países industrializados.

### **PROBLEMAS DE LAS POLÍTICAS FORESTALES Y DE AGUAS ACTUALES**

Tras la celebración del Año Internacional del Agua Dulce 2003, los debates entre hidrólogos forestales, otros expertos del sector del agua y encargados del diseño de políticas se han concentrado en tres cuestiones principales: la incorporación del conocimiento sobre hidrología forestal en las políticas de aguas; la inclusión de las aportaciones del sector forestal en las políticas de ordenación integrada de los recursos hídricos; y el pago por los servicios medioambientales relacionados con los bosques y el agua.



FAO/FG-6788M, NOEBAUER

Su propósito es promover el consenso de la comunidad de hidrólogos forestales acerca de los principales problemas relativos a las interacciones entre los bosques y el agua, y determinar cuáles siguen siendo los puntos de incertidumbre científica para centrar en ellos las investigaciones sobre políticas.

El Grupo de Acción ha producido y difundido una información (que se resume en el recuadro) destinada a las personas no especializadas. Esta información sencilla y segura, que se ofrece a los encargados del diseño de políticas, está contenida en una ficha descriptiva de una página en la

cual se exponen los conceptos clave de la hidrología forestal. Con un propósito análogo, la FAO ha editado el folleto intitulado *Why invest in watershed management* («¿Por qué invertir en la ordenación de las cuencas hidrográficas?»), con el que se busca concienciar a los responsables del

## Los bosques y el agua: mensajes principales para los encargados del diseño de políticas

### USO DEL AGUA POR LOS BOSQUES

Entre los factores que influyen en el uso del agua por los bosques están el clima y el tipo de bosque y de suelo. En general, los bosques usan mayor cantidad de agua que otros tipos de vegetación más corta a causa de la más elevada evaporación; en los bosques, la escorrentía superficial, la tasa de recarga de agua subterránea y los rendimientos de agua son también menores. Las prácticas de ordenación forestal pueden tener repercusiones determinantes en el uso del agua por los bosques porque inciden en la mezcla de especies de árboles y sus edades, la estructura de los bosques y la extensión de la superficie cosechada y la superficie sin cultivar.

### FLUJOS DE ESTACIÓN SECA

Los bosques reducen los flujos de estación seca tanto o más de cuanto reducen los rendimientos hídricos anuales. Sería posible teóricamente que en las cuencas hidrográficas agrícolas degradadas la infiltración adicional asociada a las tierras embosqueadas tuviese más peso que las pérdidas por evaporación adicional de los bosques y ocasione flujos de estación seca mayores –y no menores–, aunque este fenómeno se ha constatado rara vez.

### FLUJOS DE INUNDACIÓN

Los bosques pueden mitigar las inundaciones pequeñas y locales, pero parecen no ejercer influencia ni en las inundaciones muy intensas ni en las que se producen en las grandes cuencas hidrográficas. Representan una posible excepción a este comportamiento las inundaciones aguas abajo producidas por los bosques inundables, ya que las asperezas hidráulicas (la combinación de todos aquellos elementos que puedan causar resistencia a los flujos, tales como la cubierta vegetal muerta, la madera muerta, las ramas y los troncos) pueden ralentizar y desincronizar los flujos de inundación.

### CALIDAD DEL AGUA

Los bosques naturales y las plantaciones en las que se practica una ordenación idónea pueden proteger los suministros de agua potable. Los bosques bajo ordenación reciben por lo general un menor aporte de nutrientes, plaguicidas y otras sustancias químicas que las tierras que son objeto de un uso más intensivo, como las agrícolas. Los bosques plantados en zonas agrícolas y urbanas pueden reducir la presencia de sustancias contaminantes, especialmente cuando dichos bosques se encuentran en las vías de escorrentía o en las zonas ribereñas. Sin embargo, los árboles que están expuestos a una elevada contaminación atmosférica capturan azufre y nitrógeno y pueden causar el aumento de la acidificación del agua.

### EROSIÓN

Los bosques protegen los suelos y reducen la tasa de erosión y la sedimentación de los ríos. Algunas operaciones forestales como el cultivo, el avenamiento, la construcción de caminos y la producción de madera pueden determinar una mayor liberación de sedimentos; pero este riesgo se consigue controlar con prácticas de ordenación mejoradas. Los bosques plantados en suelos erosionables y en vías de escorrentía pueden reducir e interceptar la sedimentación.

### CAMBIO CLIMÁTICO

Los modelos climatológicos mundiales permiten predecir, en muchas partes del globo, cambios acusados que se registran en las precipitaciones nevadas estacionales, la pluviosidad y la evaporación. La influencia de los bosques sobre la cantidad y la calidad del agua puede, en el contexto de estos cambios, ser negativa o positiva. En las zonas donde se proyecta establecer grandes plantaciones forestales destinadas a mitigar los efectos del cambio climático, es esencial asegurar que tales plantaciones no acentúen la escasez de agua. La sombra proporcionada por los bosques ripícolas puede reducir el estrés térmico que afecta a la vida acuática de resultas de un mayor calentamiento.

### BOSQUES ENERGÉTICOS

La demanda de agua por las masas forestales de crecimiento rápido puede llegar a ser muy elevada y reducir el rendimiento hídrico. Las concesiones que se hagan en el plano local entre oportunidades de generación de energía y repercusiones sobre la disponibilidad de agua pueden ser una cuestión clave en las regiones donde los recursos hídricos están amenazados por el cambio climático.

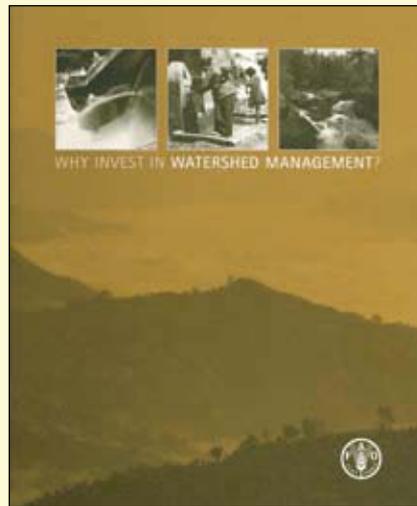
Fuente: IUFRO, 2007.

### «¿Por qué invertir en la ordenación de las cuencas hidrográficas?»

Las zonas de cuenca hidrográfica juegan un papel fundamental en la ecología de la Tierra y contribuyen de forma significativa a la riqueza y bienestar de las sociedades humanas debido a que suministran agua dulce de elevada calidad, regulan los caudales y la escorrentía y encierran tierras fértiles cultivables e inmensos recursos forestales. Como actividad de seguimiento de la encuesta interregional sobre ordenación de cuencas hidrográficas, realizada en 2002-2003 (véase el recuadro, pág. 22), la FAO ha publicado recientemente el folleto intitolado *Why invest in watershed management* («¿Por qué invertir en la ordenación de las cuencas hidrográficas?»). El propósito del folleto es concienciar a los encargados del diseño de políticas y de la toma de decisiones acerca de los servicios medioambientales proporcionados por las cuencas; los riesgos y amenazas que se ciernen sobre las cuencas en la actualidad, y la economía, políticas de ordenación, instituciones de gobernanza y programas afines. Breve y profusamente ilustrada, la publicación se dirige principalmente a los encargados del diseño de políticas y toma de decisiones sobre quienes recae la responsabilidad de buscar un equilibrio entre el desarrollo socioeconómico y la conservación del medio ambiente. Las conclusiones

que derivan de las investigaciones recientes sustentan el criterio de que las inversiones en la ordenación de cuencas hidrográficas pueden contribuir mucho a solventar estas a menudo contrapuestas preocupaciones.

El folleto *Why invest in watershed management* se puede obtener gratuitamente solicitándolo a la siguiente dirección de correo electrónico: [FO-publications@fao.org](mailto:FO-publications@fao.org). También se puede descargar de la red en: [www.fao.org/forestry/site/37205](http://www.fao.org/forestry/site/37205)



diseño de políticas y de la toma de decisiones acerca de la necesidad de ordenar las cuencas hidrográficas y de los beneficios que acarrea dicha ordenación (véase el recuadro).

La educación juega un papel importante puesto que permite vincular la investigación con la política en materia de hidrología forestal. La educación científica y técnica está por lo general estrictamente adscrita a un sector específico. Una educación interdisciplinaria es pues imprescindible para mejorar el conocimiento acerca de las interacciones entre los bosques y el agua, por ejemplo para desarrollar la capacidad de evaluar los efectos de los programas de forestación y reforestación en la calidad y cantidad del agua, el control de las inundaciones y la protección del suelo.

#### **Inclusión de la silvicultura en la ordenación integrada de los recursos hídricos**

Una de las metas fijadas por la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible

en 2002 fue el diseño de planes integrados de ordenación de los recursos hídricos a nivel de la cuenca hidrográfica y/o fluvial. Estos planes multisectoriales deberían asegurar «el agua para las poblaciones, los alimentos, la naturaleza, y la industria y otros usos» (Alianza Mundial en favor del Agua TAC, 2000).

Cada vez se reconoce más la necesidad de incluir en estos planes una dimensión orientada hacia el fomento del agua en virtud de la acción de los agentes naturales. En este concepto se atiende al papel que juegan los ecosistemas terrestres en el aumento de los rendimientos hídricos y la calidad del agua. Por ejemplo, las superficies arboladas del lago Erlen en Suiza son inundadas 12 días al mes con las aguas del río Rin a fin de que, al filtrar las aguas a través del suelo del bosque, la calidad del agua mejore y las napas freáticas de la cercana ciudad de Basilea se recarguen.

Como los expertos forestales se han comprometido cada vez más en el diseño de

planes forestales nacionales para poner en ejecución la ordenación forestal sostenible, se espera que sus esfuerzos puedan conjuntarse con los de expertos en aguas con el objeto de desarrollar unos planes integrados de ordenación de recursos hídricos y unos programas forestales que se integren en un proceso más general de planificación de las cuencas hidrográficas y fluviales. De forma análoga, al llevar a cabo la ordenación de las cuencas y ríos transfronterizos, se debería prestar mayor atención a la relación entre la cubierta forestal aguas arriba y los flujos hídricos aguas abajo. Por ejemplo, el Programa para el desarrollo sostenible del río Rin (ICPR, 2001) –que es una iniciativa transfronteriza– incluye medidas de forestación y conservación forestal destinadas a favorecer la retención de las aguas y prevenir las inundaciones en las zonas aguas abajo vecinas. La superficie forestal protegida en la zona de la cuenca, que era de 1 200 km<sup>2</sup> en 2005, debería llegar a los 3 500 km<sup>2</sup> en 2020.

Muchos países han comenzado a diseñar planes integrados de ordenación de los recursos hídricos a nivel nacional y/o de la cuenca. La puesta en ejecución de esos planes tropieza con dificultades debidas a la multiplicidad y diversidad de las partes interesadas presentes en la zona de la cuenca y más allá de ésta, y a sus diferentes y a veces contrapuestos intereses, así como a la coincidencia de responsabilidades de diversas autoridades regionales de muchos países. Es recomendable adoptar un proceso de planificación por etapas a fin de asegurar que la adquisición de los conceptos reglamentarios conduzca a los agentes a implementar los planes de modo eficaz. Por ejemplo, la Directiva marco en el sector del agua de la Unión Europea proyecta establecer planes de ordenación de cuencas fluviales con arreglo a un proceso consultivo que iniciará en 2008 y concluirá en 2009. Este plazo permitirá a los especialistas forestales europeos cooperar con sus colegas especialistas en aguas.

#### **Pago por los servicios medioambientales**

En muchos países, las políticas forestales y de aguas, los planes y los programas se están concretando gracias a la popularidad que han cobrado los programas de pagos por servicios medioambientales (conocidos también como acuerdos de cooperación basados en incentivos, pagos

## Pagos por servicios hidrológicos medioambientales en México

México creó en 2003 un programa de pagos por servicios hidrológicos medioambientales destinado a contrarrestar la deforestación y la escasez de agua. El programa ofrece incentivos económicos con el propósito de evitar la deforestación en zonas afectadas por graves carencias de agua en las que la silvicultura comercial no ha conseguido igualar, a breve o mediano plazo, el costo de oportunidad de la reconversión de la tierra para usos agrícolas o el pastoreo extensivo. El programa proporciona pagos directos a terratenientes que poseen bosques en excelentes condiciones; y retribuye la conservación de cuencas y la ordenación y restauración de los bosques templados y tropicales que sirven para el abastecimiento de agua a las comunidades. El programa se financia con una porción de los derechos de agua recaudados con arreglo a la Ley de Derechos Federales. Se pagan por hectárea de bosque nuboso 400 pesos (\$EE.UU. 36,9); y por otro tipo de bosque, 300 pesos (\$EE.UU. 27,7), hasta un máximo de 200 ha por beneficiario. En 2007, el programa cubrió, a través de 879 contratos, una superficie de alrededor de 480 000 ha (Martínez, 2007).

administrativos, programas compensatorios o pagos por rendimiento), que son mecanismos financieros utilizados para la ordenación de las cuencas hidrográficas, la ordenación forestal sostenible y otros procesos de desarrollo sostenible (véase el recuadro sobre México). Estos pagos no son necesariamente en efectivo ya que a menudo consisten en servicios de los que una comunidad ha podido carecer, por ejemplo caminos nuevos o mejorados, un autobús escolar o el transporte semanal de los productos de la granja.

La administración de los bosques por las poblaciones que viven en zonas aguas arriba, por ejemplo, puede ser retribuida por los usuarios de las zonas aguas abajo mediante el pago directo de servicios hidrológicos forestales tales como la regulación de los caudales o la protección de la calidad del agua. En los países en desarrollo, los organismos públicos actúan a menudo como mediadores de la «hidrosolidaridad» entre los gestores forestales de las zonas aguas arriba y los usuarios del agua de las zonas aguas abajo. Por ejemplo, el

Gobierno de Costa Rica ha patrocinado, desde 1996, unos programas de creación de incentivos económicos para la conservación de los bosques y la retribución de aquellas personas cuyas tierras o usos de la tierra son generadores de servicios medioambientales. En los países industrializados se han establecido mecanismos más complejos en los que se recurre a subvenciones generadas por el impuesto sobre la renta y a fuentes de financiamiento del sector público (véase el recuadro sobre Suiza). El Convenio sobre la Protección y Utilización de los Cursos de Agua Transfronterizos y de los Lagos Internacionales (2007) de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) refrendó recientemente el concepto de pago por los servicios del ecosistema, incluida la conservación y el desarrollo de la cubierta forestal.

### CONCLUSIONES

Durante los cinco años que han transcurrido desde la Declaración de Shiga, el tercer Foro Mundial del Agua y el Año Internacional del Agua Dulce 2003, la comprensión de los conceptos científicos modernos relativos a las interacciones entre los bosques y el agua se ha ido evidenciando progresivamente en las políticas medioambientales internacionales y nacionales. Gracias a este proceso se ha superado parcialmente al fin lo que Hamilton (1985) ha llamado los fallos de la cuádruple «M» (mitos, malentendidos, malas interpretaciones y malas informaciones) que han rodeado este tema en los círculos políticos. Las nuevas

perspectivas acerca las interacciones entre el agua y los bosques han conducido a la elucidación de cuanto los bosques pueden (y no pueden) permitir hacer para afrontar los retos que el mundo deberá encarar cada vez con más frecuencia respecto a la disponibilidad, calidad y ordenación de los recursos hídricos.

Partiendo de esta base, ha comenzado una cooperación más estrecha y fructífera entre los expertos en ordenación de aguas y los ingenieros forestales, tal como lo atestigua la labor sobre los bosques y el agua llevada a cabo durante los últimos cinco años por organismos regionales y mundiales, como por ejemplo la Conferencia Ministerial sobre la Protección de Bosques en Europa, la Red Internacional de Organismos de Cuenca, la Red en Manejo de Cuencas Hidrográficas (REDLACH), la Comisión del Río Mekong, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), el Comité Forestal (COFO) de la FAO, las comisiones forestales regionales de la FAO y el Comité de la Madera de la CEPE.

Es preciso desarrollar y reforzar mayormente las actuaciones en cooperación en los planos nacional y regional mediante el intercambio de pericias y experiencias técnicas a través de los países y regiones. Se necesita intensificar las investigaciones aplicadas sobre los bosques y el agua, y robustecer las asociaciones entre entidades de investigación, enseñanza, financieras y políticas. Se precisa llevar a cabo evaluaciones comparativas de los servicios (hidrológicos y no hidrológicos) brindados

## Suministro de agua y mantenimiento de bosques urbanos en Lausana (Suiza)

La ciudad de Lausana, situada a orillas del lago de Ginebra, en Suiza, tiene una población de 136 000 habitantes. La ciudad posee unos 16 km<sup>2</sup> de bosque de los que proviene alrededor del 8 por ciento del agua potable que consume. Las ventas de madera, los subsidios y el impuesto sobre la renta combinados no constituyen una financiación suficiente para sufragar los gastos en concepto de ordenación forestal (alrededor de 15€ por habitante al año), en especial cuando se pretende hacer hincapié en la protección de los recursos hídricos. Por consiguiente, en 2001 se estableció un fondo municipal de desarrollo sostenible con una aportación inicial de 3 millones de euros aproximadamente. Un ulterior financiamiento proviene de la venta de energía eléctrica en la red al precio de 0,009€ por kilovatio/hora; gas al precio de 0,0003€ por kilovatio/hora, y agua al precio de 0,01€ por metro cúbico, así como de un 1 por ciento de las utilidades anuales producidas por los servicios industriales de la ciudad, sin que los consumidores deban sufrir incremento en sus gastos. Como solo una parte del fondo se utiliza para promover y ordenar los bosques, existe un margen de maniobra adecuado para realizar en particular proyectos que duran varios años. Además, los servicios de suministro forestales y de aguas operan en estrecha relación.

por los bosques, comprendida la contribución de los bosques a los medios de subsistencia de la población, a la producción de biocombustibles, al mantenimiento de la biodiversidad y a los valores estéticos y recreativos. La realización de estas acciones es tanto más urgente cuanto que el cambio climático ha complicado ulteriormente las relaciones entre los bosques y el agua, incidiendo en las políticas forestales y de aguas en muchas regiones del mundo. La sociedad precisa de nuevas soluciones técnicas que consigan equilibrar el aprovechamiento de muchos de los servicios brindados por los bosques –comprendidos los relacionados con el agua–; y los encargados del diseño de políticas necesitan tomar conocimiento de tales soluciones, a fin de estar facultados para adoptar decisiones informadas acerca de la ordenación integrada de bosques y aguas en una época de cambios globales. ♦



## Bibliografía

- Bergkamp, G., Orlando, B. y Burton, I.** 2003. *Change: adaption of water resources management to climate change*. Gland, Suiza, Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN).
- Bruijnzeel, L.A.** 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104: 185–228.
- Calder, I.R.** 2005. *Blue revolution – integrated land and water resources management*. Londres, Reino Unido, Earthscan. (2ª ed.)
- Calder, I.R.** 2007. Forests and water – ensuring forest benefits outweigh water costs. *Forest Ecology and Management*, 251: 110–120.
- Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR).** 2007. Forests and floods, revisited. *POLEX* electronic policy alert, 14 de noviembre.
- Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE), Convenio sobre la Protección y Utilización de los Cursos de Agua Transfronterizos y de los Lagos Internacionales.** 2007. *Recommendations on payments for ecosystem services in integrated water resources management*. Nueva York y Ginebra, Naciones Unidas. Disponible en: [www.unece.org/env/water/publications/documents/PES\\_Recommendations\\_web.pdf](http://www.unece.org/env/water/publications/documents/PES_Recommendations_web.pdf)
- FAO y CIFOR.** 2005. *Forests and floods: drowning in fiction or thriving on facts?* RAP Publication 2005/03. Bangkok, Tailandia, Oficina Regional de la FAO para Asia y el Pacífico.
- Global Water Partnership Technical Advisory Committee (TAC).** 2000. *Integrated water resources management*. TAC Background Papers No. 4. Estocolmo, Suecia, Global Water Partnership. Disponible en: [www.gwpforum.org/gwp/library/TACno4.pdf](http://www.gwpforum.org/gwp/library/TACno4.pdf)
- Hamilton, L.** 1985. Overcoming myths about soil and water impacts of tropical forest land uses. En S.A. El-Swaify, W.C. Moldenhauer y A. Lo, eds. *Soil erosion and conservation*, pp. 680–690. Ankeny, Iowa, EE.UU., Soil Conservation Society of America.
- Hamilton, L.** 2005. *Forests and water*. Thematic study for the Global Forest Resources Assessment 2005. Roma, FAO. (Borrador.)
- Hofer, T. y Messerli, B.** 2006. *Floods in Bangladesh: history, dynamics and rethinking the role for the Himalayas*. Tokio, Japón, United Nations University Press.
- International Commission for the Protection of the Rhine (ICPR).** 2001. *Rhine 2020 – Program on the sustainable development of the Rhine*. Conference of Rhine Ministers 2001. Coblenza, Alemania. Disponible en: [www.iksr.org/index.php?id=336](http://www.iksr.org/index.php?id=336)
- Martínez, J.** 2007. Payment for environmental services in Mexico. Ponencia presentada en un acto colateral del 26º período de sesiones de los órganos subsidiarios del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Bonn, Alemania, 11 de mayo de 2007.
- Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO).** 2007. *Research spotlight: how do forests influence water?* IUFRO Fact Sheet No. 2. Viena, Austria. Disponible en: [www.iufro.org/science/task-forces/water/publications](http://www.iufro.org/science/task-forces/water/publications)
- Van Dijk, A.I.J.M. y Keenan, R.** 2007. Planted forests and water in perspective. *Forest Ecology and Management*, 251(1-2): 1–9. ♦

# Filtrado de los agentes contaminantes del agua por la vegetación ribereña: comparación del bambú con las pasturas nativas y el arroz en una cuenca en la República Democrática Popular Lao

*O. Vigiak, O. Ribolzi, A. Pierret, C. Valentin, O. Sengtaheuanghoung y A. Noble*

*Si bien el bambú a veces se planta en zonas ribereñas para conservar los suelos y las aguas, un estudio del Asia sudoriental indica que tal vez éste no sea la mejor cubierta vegetal para tal propósito.*

Ubicadas en la interfaz de los hábitats terrestres y acuáticos, las zonas ribereñas cumplen una importante función filtrando y atrapando sedimentos y contaminantes relacionados con sedimentos y disueltos. La efectividad de la vegetación ribereña en el filtrado de los contaminantes depende de varios factores, entre ellos, la estructura, la densidad y la composición del terreno y de la cubierta forestal. En las zonas tropicales húmedas de Asia sudoriental, la utilización de las especies de bambú—que suministran importantes productos forestales no madereros—también ha sido recomendada para la conservación de los suelos y las aguas. Sin embargo, las pruebas sobre la eficacia del bambú a este respecto son limitadas.

El presente artículo examina los conocimientos actuales sobre las funciones relacionadas con el agua de la vegetación en las zonas ribereñas. Luego se centra en los resultados y conclusiones principales de la investigación realizada en una cabecera de la cuenca de captación en el norte de la República Democrática Popular

Lao para comparar los flujos de agua y los sedimentos a través de las estaciones de ribera cubiertas con bambú o pasturas nativas (Vigiak *et al.*, 2008). El estudio también comparó las propiedades filtrantes de la vegetación natural ribereña con las del arroz de montaña.

## SEDIMENTOS Y CONTAMINANTES

En Asia sudoriental, la creciente presión de la población sobre la tierra está originando rápidos cambios en el uso de la tierra: los cultivos en las laderas se intensifican a la vez que en la mayoría de los países la cubierta forestal disminuye. Los agricultores migratorios deben volver a cultivar la misma tierra con mayor frecuencia, lo cual interrumpe el ciclo de barbecho de su sistema agrícola tradicional. Las consecuencias se manifiestan en las pérdidas de fertilidad del suelo y del rendimiento

*Los bambúes son productos forestales no madereros importantes en Asia sudoriental, utilizados para la alimentación (brotes), para material de construcción y también en las artesanías*

**Olga Vigiak** estaba en el Instituto Internacional de Ordenación de las Aguas (IWMI), Vientiane (República Democrática Popular Lao) cuando se realizaba la investigación que se presenta en el presente artículo. Actualmente trabaja en el Departamento de Industrias Primarias Victoria, Rutherglen, Victoria (Australia).

**Olivier Ribolzi** y **Alain Pierret** trabajan en el Institut de Recherche pour le Développement (IRD), en Vientiane, y en la actualidad están adscritos al IWMI.

**Christian Valentin** se desempeña en el IRD en Bondy (Francia) y también está adscrito al IWMI.

**O. Sengtaheuanghoung** se desempeña en el Instituto Nacional de Investigación Agrícola y Forestal, Vientiane.

**Andrew Noble** se desempeña en la Oficina Regional para Asia sudoriental del IWMI, Bayan Lepas, Penang (Malasia).





*En el sistema de agricultura migratoria tradicional de las montañas de la República Democrática Popular Lao, el paisaje se ve como un mosaico de campos cultivados, de vegetación secundaria y de remanentes de bosques; la cultura de cultivos anuales en laderas empinadas se asocia con una alta producción de sedimentos*

de los cultivos, la erosión acelerada en las laderas y un mayor depósito de sedimentos en los cursos de agua (Roder, Phengchanh y Maniphone, 1997; Chaplot *et al.*, 2005). En las áreas de captación forestadas, el estado compacto de los suelos en los caminos para el acarreo de trozas y las vías de transporte pueden reducir la infiltración de agua y aumentar la superficie de erosión (Sidle, Tani, y Ziegler, 2006). Como los sedimentos son transportadores de nutrientes y de agentes contaminantes, el aumento de depósito de sedimentos en los cursos de agua tiene un efecto negativo en los medios de subsistencia y en la salud de las poblaciones de los valles.

La provisión de agua sana es normalmente un objetivo importante de las políticas de ordenación de los recursos naturales. Se puede lograr una buena calidad de agua reduciendo la emisión de contaminantes en la fuente, por ejemplo, mediante la ordenación apropiada de las actividades agrícolas o forestales y/o la ubicación de filtros naturales en el paisaje para evitar que los contaminantes alcancen los cursos de agua. El control de los contaminantes de las aguas es más eficaz cerca de las fuentes de contaminación, es decir, en las cabeceras de cuencas de captación, donde los humedales y las zonas ribereñas pueden ser filtros de contaminantes sumamente eficaces.

#### **FUNCIONES DE LA ZONA RIBEREÑA**

Una zona ribereña, en el sentido estricto, comprende sólo la vegetación en un lecho fluvial y a lo largo de las costas de los ríos; sin embargo, el término se ha utilizado últimamente con mayor amplitud para incluir la parte del paisaje adyacente a un curso de agua que ejerce una influencia directa en las márgenes del curso fluvial

y del lago y del agua y los ecosistemas acuáticos asociados con ellos (Karssies y Prosser, 1999). En el paisaje, los hábitats ribereños son corredores localizados en la interfaz de los ecosistemas terrestre y acuático. Actúan como conductos, filtros o barreras controladores de flujos de agua, sedimentos y nutrientes. El garantizar las funciones ecológicas ribereñas, como el filtrado de los flujos terrestres y subterráneos, la estabilización de las márgenes de cursos de agua y el control de sus hábitats internos, es una parte importante de la ordenación apropiada de los recursos naturales (Mander y Hayakawa, 2005).

En las zonas ribereñas se realizan muchas actividades de subsistencia y generadoras de ingresos que integran la economía rural de las unidades familiares. En la República Democrática Popular Lao, los bambúes de crecimiento natural y los bambúes cultivados que se hallan en las zonas ribereñas son una importante fuente de alimento (los brotes) y de materia prima para construcción de viviendas y confección de artesanías (de Beer y McDermott, 1996). Los recursos forestales que aún quedan a lo largo del curso de agua proporcionan

hábitat y son sitios populares para la caza y la pesca. La topografía relativamente plana y la disponibilidad de agua para riego hacen que la tierra ribereña sea atractiva para el cultivo. Las bananas se cultivan a menudo en las cabeceras de los cursos de agua. Últimamente, la mayor demanda de productos para los grandes mercados urbanos ha estimulado a los agricultores a convertir las tierras ribereñas en huertos. La horticultura es principalmente una actividad de la estación seca; sin embargo, los tramos superiores de las cabeceras de captación también se cultivan durante la estación lluviosa, ya sea para producir hortalizas o arroz de secano. Los efectos de estos cambios de la utilización de la tierra, en la calidad de las aguas de los arroyos, son en gran parte desconocidos.

#### **LA VEGETACIÓN RIBEREÑA COMO FILTRO DE SEDIMENTOS**

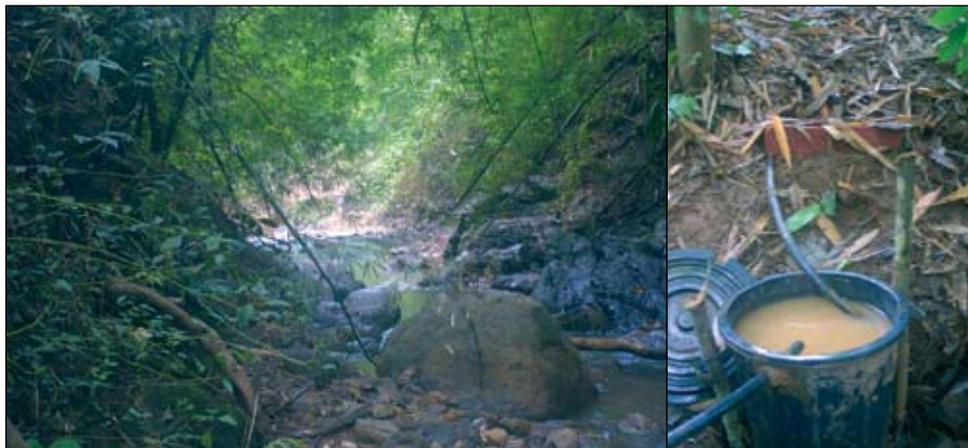
La eficacia de la vegetación ribereña en el filtrado de contaminantes depende de la naturaleza del contaminante. La retención de sedimentos es generalmente más alta que la retención de contaminantes vinculados a los sedimentos, debido a que la mayoría de los contaminantes vinculados a los sedimentos a menudo se unen a partículas más finas que son más difíciles de retener; y los contaminantes disueltos son los que menos se reducen (Karssies y Prosser, 1999). La vegetación ribereña filtra principalmente los sedimentos por medio de los siguientes mecanismos (Karssies y Prosser, 1999; Mander y Hayakawa, 2005):

- aumentando la infiltración (es decir, reduciendo el volumen de escorrentía) e incrementando la rugosidad de la superficie (es decir, reduciendo la velocidad de la escorrentía), que favorecen la pérdida de sedimento, con

*La creciente demanda de mercados urbanos estimula a los agricultores para que establezcan huertos en tierras ribereñas a lo largo del río Mekong (Luang Prabang, República Democrática Popular Lao)*



Los bambúes tienen importantes funciones ecológicas ribereñas como la sombra, y el control de la temperatura del agua y de los hábitats internos (izquierda); sin embargo, por su escasa cubierta vegetal, no parecen ser eficaces en la captura del agua y sedimentos de escorrentía de laderas (derecha)



O. VIGIAR

una eficacia que depende de muchos factores como las características pluviales y la topografía ribereña;

- protegiendo las márgenes de los cursos de agua y los suelos ribereños de la erosión;
- filtrando las partículas sólidas;
- absorbiendo los contaminantes;
- tomando los nutrientes antes de que lleguen al curso de agua.

El suelo en las áreas ribereñas también adsorbe contaminantes, y los microbios presentes en el suelo asimilan nutrientes.

La infiltración es con mucho el mecanismo más importante de filtrado de los flujos de entrada en las superficies de las laderas. Sin embargo, cuando los flujos subterráneos son mensurables, los flujos de percolación y saturación pueden obstaculizar la infiltración (McKergow *et al.*, 2004).

La eficacia de la vegetación ribereña en la captura de sedimentos depende de muchos factores como los ritmos de los flujos entrantes, el tamaño de la partícula de sedimento, los medios hidrológicos y topográficos del área ribereña y la cubierta y el tipo de vegetación (Karssies y Prosser, 1999).

#### EFICACIA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN

La densidad, la altura y el tipo son las características más importantes que influyen en la capacidad de la vegetación para retener los sedimentos en la tierra ribereña (Karssies y Prosser, 1999).

La densidad de la vegetación es importante, particularmente en la superficie del terreno porque los troncos de la vegetación ofrecen resistencia al flujo terrestre, reduciendo, de tal modo su velocidad y

favoreciendo el asentamiento de las partículas. La vegetación debería ser uniformemente densa; los pastos estoloníferos (los diseminados por tallos laterales, llamados estolones, que se extienden por el terreno y dan origen a nuevos brotes en el sentido longitudinal) y los pastos de arrastre son los mejores, mientras que las gramíneas macollantes pueden concentrar el flujo. Se recomienda un mínimo de 45 por ciento de la cubierta vegetal para amortiguadores eficaces. La altura de la vegetación debería tener, por lo menos de 10 a 15 cm; debe ser lo suficientemente alta para evitar la inmersión del flujo de superficie.

El efecto del tipo de vegetación es más controvertido. El pasto puede ser más eficaz que la vegetación leñosa en la disminución de la erosión de las márgenes y la captura de los sedimentos, pero el pasto requiere una ordenación activa porque los procesos de sucesión tienden a favorecer a la vegetación leñosa (Lyons, Trimble y Paine, 2000). Los filtros de pasto forman rápidamente sedimentos nuevos de modo que no son desplazados por la escorrentía siguiente; los filtros de pasto deberían ser perennes, resistentes a la inundación y la sequía, capaces de crecer después de una inundación parcial, y no ser invasores de otros ecosistemas (Karssies y Prosser, 1999).

A menos que el sotobosque sea denso, se considera al bosque como el regulador menos eficaz porque los troncos se hallan distanciados y el flujo a menudo se concentra en surcos, volviéndose, de tal modo, más erosivos. La cubierta vegetal muerta trabaja como una forma de almacenamiento temporal: captura los sedimentos, pero éstos son arrastrados por la siguiente escorrentía (Karssies y Prosser, 1999; McKergow *et al.*, 2004). Sin embargo, los árboles y

los arbustos pueden proveer otros beneficios a los cursos de agua como la sombra y el control de la temperatura del agua que afecta a la producción primaria y el hábitat interno (Lyons, Trimble y Paine, 2000). Los bosques, por tanto, deberían estar rodeados por una franja de pasto para capturar los sedimentos de los campos contiguos. Para la zona sudoriental de los Estados Unidos, Sheridan, Lowrance y Bosch (1999) recomendaron reguladores forestales ribereños compuestos por tres zonas: una franja de pasto de filtro adyacente a los campos, cuya principal función es diseminar la escorrentía de superficie como un flujo laminar; una primera zona forestal donde existe la infiltración y la sedimentación; y una segunda zona forestal para proteger y estabilizar las márgenes de los cursos de agua.

Las poblaciones de bambú se presentan con frecuencia cerca de los cursos de agua. Su estructura tupida y cubiertas cerradas garantizan buena sombra para el curso de agua pero la vegetación del sotobosque puede ser dispersa. En las zonas sudoriental y centro-occidental de los Estados Unidos se halló que las especies nativas de bambú *Arundinaria gigantea* eran un filtro eficaz para el sedimento, nitrógeno y fósforo (Blattel *et al.*, 2005; Schoonover *et al.*, 2006). Ahora bien, son pocos los estudios de campo que han tratado el tema de la eficacia del bambú en el filtrado de sedimentos.

#### COMPARACIÓN ENTRE EL BAMBÚ, LA PASTURA Y EL ARROZ

Para determinar la eficacia de la captura de sedimento mediante la vegetación ribereña de crecimiento natural o cultivada, se realizó un experimento de campo en una pequeña cabecera de cuenca de captación

en el norte de la República Democrática Popular Lao (cuenca de captación de Houay Pano, Provincia de Luang Prabang). Las altas producciones de sedimento (más de 10 toneladas por hectárea al año) se han asociado con los cultivos anuales en esta cuenca de captación (Chaplot *et al.*, 2005).

La cuenca de captación recibe un promedio de aproximadamente 1 300 mm de lluvia por año, cuya mayor parte corresponde a la estación monzónica que transcurre de mediados de mayo a mediados de octubre. La captación es representativa del sistema de corte y quema en Asia sudoriental. Durante los últimos 30 años, el período de barbecho ha disminuido pasando de 10 a 15 años, a 2 a 5 años (Lestrelin y Giordano, 2006). La altitud oscila de 400 a más de 800 m. El tramo principal del curso de agua es una corriente perenne de segundo orden, de topografía empinada e irregular. Las zonas ribereñas son principalmente convexas o convexas-cóncavas, empinadas y estrechas. Las márgenes de los cursos de agua son altas y empinadas.

Más del 43 por ciento de las áreas ribereñas a lo largo del Houay Pano están cubiertas por una vegetación de pasto y de arbustos dominada por la *Microstegium ciliatum* (mencionada aquí como «pastura nativa»). Los bambúes, especialmente el *Dendrocalamus* sp. y el *Cephalostachium virgatum*, cubren 19 por ciento de las áreas ribereñas. Las estaciones de pastura nativa y bambú difieren en la cubierta forestal y vegetal (Cuadro 1); por tanto se debe esperar un rendimiento diferente en el filtrado del sedimento. Las áreas ribereñas restantes en la cuenca de captación están cubiertas por bananos (15 por ciento), bosques (15 por ciento), yuca (6 por ciento) y pasto napier (una especie forrajera cultivada, *Pennisetum purpureum*) (3 por ciento).



En las cabeceras de cuencas de montaña de la República Democrática Popular Lao septentrional, las áreas ribereñas son empinadas y estrechas, el desbrozamiento de esta tierra para la cultura de arroz u otro cultivo anual puede tener graves repercusiones en la calidad del agua

**CUADRO 1. Características medias del tipo de vegetación que se presenta en forma natural en las zonas de ribera, estimada de parcelas de 3 m x 3 m durante la estación de las lluvias de 2005 (julio-octubre de 2005), Houay Pano (n = 12)**

| Tipo de vegetación | Cubierta forestal (%) | Cubierta vegetal (%) | Densidad del tallo herbáceo (n/m <sup>2</sup> ) | Biomasa herbácea (g/m <sup>2</sup> ) | Altura del sotobosque (m) |
|--------------------|-----------------------|----------------------|---|--------------------------------------|---------------------------|
| Pastura nativa     | 85                    | 88                   | 355   | 435                                  | 0,75                      |
| Bambú              | 70                    | 39                   | 64  | 45                                   | 0,27                      |

**CUADRO 2. Características de las estaciones de ribera para la supervisión de los flujos de las aguas y del sedimento, cuenca de Houay Pano (República Democrática Popular Lao)**

| Año/estación | Tipo de vegetación | Pendiente (%) | Ancho <sup>a</sup> (m) | Uso de las tierras de la ribera |
|--------------|--------------------|---------------|------------------------|---------------------------------|
| <b>2005</b>  |                    |               |                        |                                 |
| NG1          | Pastura nativa     | 16            | 11,6                   | 3 años en barbecho              |
| NG2          | Pastura nativa     | 58            | 10,4                   | Teca                            |
| BB1          | Bambú              | 20            | 8,8                    | 2 años en barbecho              |
| BB2          | Bambú              | 70            | 7,9                    | Banano                          |
| <b>2006</b>  |                    |               |                        |                                 |
| NG3          | Pastura nativa     | 75            | 5,1                    | 2 años en barbecho              |
| R_NG         | Arroz de montaña   | 65            | 7,0                    | 2 años en barbecho              |
| BB3          | Bambú              | 49            | 3,9                    | Banano                          |
| R_BB         | Arroz de montaña   | 48            | 5,2                    | Banano                          |

<sup>a</sup> El ancho es la distancia horizontal de la franja amortiguadora supervisada.

Durante dos estaciones lluviosas, se midieron, mediante canales abiertos, volúmenes de escorrentía de agua de superficie y de escorrentía de concentración de sedimentos de entrada y salida de las estaciones ribereñas de bambú y pastura nativa (Vigiak *et al.*, 2008). Se supervisaron dos estaciones de bambú y dos de pastura en 2005 y una de cada una en 2006. Las estaciones diferían en su contextura topográfica, en las condiciones de laderas

arriba y en el ancho de la zona de amortiguación. En 2006, la vegetación adyacente a las estaciones de ribera fue desbrozada y se estableció arroz de montaña para usar como referencia y para evaluar el efecto del desbrozamiento y el cultivo en tierra ribereña (Cuadro 2).

La Figura 1 señala los volúmenes totales de escorrentía y la carga de sedimento que entra y sale en las estaciones de ribera de bambú y pastura nativa durante los períodos de control. Dos estaciones de pasturas nativas redujeron el volumen de agua; estos sitios tuvieron menos escorrentía saliente que entrante. En la tercera, la salida de la escorrentía superó ligeramente la entrada. Las tres estaciones de bambú tuvieron más agua de salida que de entrada, lo cual indicó que la infiltración de la precipitación pluvial y la entrada de escorrentía eran limitadas. Los sedimentos estaban más concentrados en la salida de escorrentía de las estaciones de ribera que en la de entrada, en particular en el caso de vegetación de bambú. Las estaciones de bambú fueron por tanto fuentes de sedi-

mentos para el curso de agua, mientras que la pastura nativa fue por lo general un sumidero de sedimentos.

Ambos tipos de vegetación, sin embargo, fueron filtros mucho mejores que el arroz de montaña. La Figura 2 muestra diagramas de «cajas y bigotes» de la relación de concentración de sedimento en el flujo de salida medido en parcelas adyacentes entre el arroz de montaña (estaciones R\_BB y R\_NG) y el bambú o la pastura nativa (BB3 y NG3), respectivamente en 17 casos durante la estación monzónica en 2006. El gráfico muestra que la salida de escorrentía del arroz de montaña siempre tenía una concentración más alta de sedimentos que la de las parcelas adyacentes, en promedio, tres veces más alta que la salida de escorrentía de la estación de bambú adyacente y nueve veces más alta que aquella en la escorrentía desde la estación de la pastura nativa.

## CONSECUENCIAS DE LA ORDENACIÓN

La retención del sedimento medida en las estaciones de ribera en la cuenca de captación de Houay Pano fue baja. La contextura natural de la tierra ribereña en esta cabecera de cuenca de captación —empinada, estrecha y arcillosa— limita seriamente la posibilidad de la captura de sedimentos y contaminantes *in situ*. Se observó con frecuencia percolación durante el estudio, como es común en las zonas ribereñas de las zonas tropicales húmedas (McKergow *et al.*, 2004; Sidle, Tani y Ziegler, 2006). La percolación inhibe la infiltración y la resistencia del suelo para separar y transportar, a la vez que posiblemente ocasiona deslizamientos de tierra y pérdida de las márgenes de los cursos de agua.

La cultura de los cultivos anuales en este medio conduce a altos rendimientos de sedimento (por ejemplo, Chaplot *et al.*, 2005). Habida cuenta de las conclusiones expuestas en este estudio, no es apropiado depender exclusivamente de la capacidad de filtración de la vegetación ribereña para mejorar la calidad del agua. Las prácticas de ordenación más apropiadas de la tierra ribereña no pueden reemplazar las prácticas de ordenación apropiadas de la tierra en laderas, pero son esenciales donde se intensifican los cultivos en laderas.

En el norte de la República Democrática Popular Lao, la tierra ribereña ofrece importantes posibilidades para la genera-

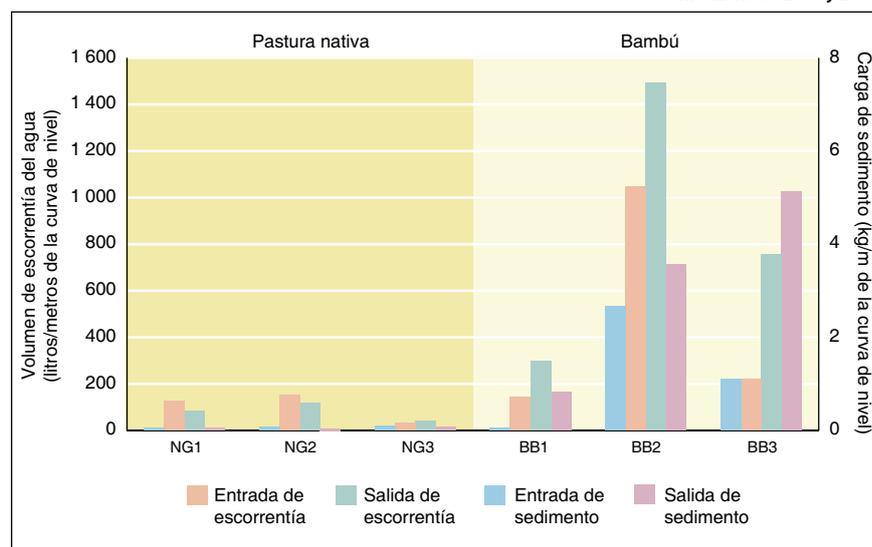
ción de ingresos de la población rural. Las laderas con pendiente relativamente suave y la presencia de agua para riego hacen que la tierra ribereña sea particularmente apropiada para el cultivo de hortalizas que alcanzan altos precios en el mercado. Sin embargo, por la proximidad a los cursos de agua, el uso de la tierra ribereña afecta a la calidad del agua. El presente estudio revela que el cultivo de arroz de montaña en tierra ribereña determina el aumento de la concentración de sedimentos en la escorrentía de superficie que ingresa al curso de agua.

La pastura nativa fue la mejor cubierta de vegetación para filtrar los influjos de agua de superficie y de tal modo reducir el depósito de sedimentos en los cursos de agua. El bambú, aunque es una fuente de valiosos productos para las comunidades

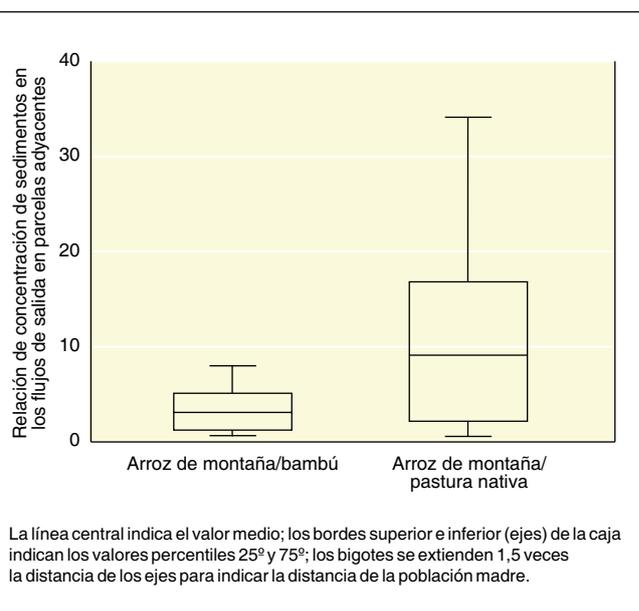
locales, no se demostró eficaz en la reducción de la contaminación de los cursos de agua, ya sea de crecimiento natural o cultivado. Como estos resultados contrastan con los de Schoonover *et al.* (2006), se necesita mayor investigación para confirmar las repercusiones del bambú en la conservación del suelo y el agua y la calidad de ésta.

El estudio abordó sólo un aspecto de la relación entre la vegetación ribereña y la calidad del agua. Los resultados del bambú en la protección contra la erosión de las

1  
**Volumen de agua de escorrentía y carga de sedimento de entrada y salida de estaciones de pastura nativa y de bambú, cuenca de captación de Houay Pano (República Democrática Popular Lao). Estaciones monzónicas 2005 y 2006**



2  
**Diagrama de «cajas y bigotes» de coeficientes de concentración de sedimentos en el caudal de salida, en la cuenca de Houay Pano, 2006 (n = 17)**



márgenes y en los hábitats internos de los cursos de agua no se conocen bien. Por ello se recomienda, como se propugnó en los Estados Unidos (Sheridan, Lowrance y Bosch, 1999), que el establecimiento u ordenación de las poblaciones de bambú en zonas ribereñas sea acompañado por el establecimiento o mantenimiento de una franja de pastura tierras arriba, desde el curso de agua, para intensificar la captura de sedimentos. ♦



## Bibliografía

- Blattel, C.R., Williard, K.J., Baer, S.G. y Zaczek, J.J.** 2005. Abatement of ground water phosphate in giant cane and forest riparian buffers. *Journal of the American Water Resources Association*, 41(2): 301–307.
- Chaplot, V., Coadou le Brozec, E., Silvera, N. y Valentin, C.** 2005. Spatial and temporal assessment of linear erosion in catchments under sloping lands of northern Laos. *Catena*, 63: 167–184.
- de Beer, J.H. y McDermott, M.J.** 1996. *The economic value of non-timber forest products in Southeast Asia*. Amsterdam, Países Bajos, Comité Neerlandés de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). (2ª ed.)
- Karssies, L.E. y Prosser, I.P.** 1999. *Guidelines for riparian filter strips for Queensland irrigators*. CSIRO Land and Water Technical Report 32/99. Canberra, Australia, Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth (CSIRO).
- Lestrelin, G. y Giordano, M.** 2007. Upland development policy, livelihood change and land degradation: interactions from a Laotian village. *Land Degradation and Development*, 18: 55–76.
- Lyons, J., Trimble, S.W. y Paine, L.K.** 2000. Grass versus trees: managing riparian areas to benefit streams of central North America. *Journal of the American Water Resources Association*, 36: 919–930.
- Mander, U. y Hayakawa, Y.** 2005. Purification processes, ecological functions, planning and design of buffer zones in agricultural watersheds. *Ecological Engineering*, 24: 421–432.
- McKergow, L.A., Prosser, I.P., Grayson, R.B. y Heiner, D.** 2004. Performance of grass and rainforest riparian buffers in the wet tropics, Far North Queensland. 2. Water quality. *Australian Journal of Soil Research*, 42: 485–498.
- Roder, W., Phengchanh, S. y Maniphone, S.** 1997. Dynamics of soil and vegetation during crop and fallow period in slash-and-burn fields on northern Laos. *Geoderma*, 76: 131–144.
- Schoonover, J.H., Williard, K.W.J., Zaczek, J.J., Mangun, J.C. y Carver, A.D.** 2006. Agricultural sediment reduction by giant cane and forest riparian buffers. *Water, Air and Soil Pollution*, 169: 303–315.
- Side, R.C., Tani, M. y Ziegler, A.D.** 2006. Catchment processes in Southeast Asia: atmospheric, hydrologic, erosion, nutrient cycling, and management effects. *Forest Ecology and Management*, 224: 1–4.
- Sheridan, J.M., Lowrance, R. y Bosch, D.D.** 1999. Management effects on runoff and sediment transport in riparian forest buffers. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers (ASAE)*, 42: 55–64.
- Vigiak, O., Ribolzi, O., Pierret, A., Sengtaheuanghoung, O. y Valentin, C.** 2008. Trapping efficiencies of cultivated and natural riparian vegetation of northern Laos. *Journal of Environmental Quality*. (En prensa). ♦

# Procedimientos hidrológicos prácticos para la protección de los bosques tropicales: la experiencia de Malasia

*N.A. Chappell y H.C. Thang*

*Las acciones concertadas en los campos de la investigación hidrológica y de la certificación en materia de ordenación de bosques naturales dan origen a normas de protección hídrica que también son parcialmente aplicables a las plantaciones forestales y a los sistemas agroforestales.*

**Estructura para medir las propiedades de la corriente, ubicada en la zona tampón de la cuenca hidrográfica experimental de aprovechamiento selectivo, Baru (Malasia oriental)**



N.A. CHAPPELL

Tanto en las zonas arboladas como en las no arboladas, los recursos hídricos desempeñan una función indispensable en beneficio de las poblaciones humanas, la ecología y el desarrollo económico. Como la mayor parte de los bosques tropicales naturales es inmune a la contaminación por sustancias químicas artificiales –tales como la contaminación urbana o la contaminación por lixiviación ocasionada por actividades agrícolas intensivas–, la calidad de las aguas provenientes de dichos bosques es a menudo muy poco dañina para la salud del ser humano. Resulta paradójico que, en virtud de la calidad inherente de los ambientes forestales naturales, las normas de protección medioambiental aplicables en bosques naturales que se ordenan con arreglo a criterios de selección sean a menudo mucho más rigurosas que las que rigen en tierras no forestales.

La literatura mundial sobre hidrolo-

gía y actividades forestales abunda en orientaciones sobre protección hidrológica durante las operaciones forestales (por ejemplo, Megahan, 1977; Cassells, Gilmour y Bonell, 1984; FAO, 1996, 1999; Departamento Forestal de Sabah, 1998; Hamilton, 2004; Thang y Chappell, 2004). Las orientaciones comprenden medidas de protección del agua del suelo y la situación de nutrientes, la recarga de los principales acuíferos, el microclima y la evaporación, y los recursos fluviales. Sin embargo, algunas de las orientaciones publicadas carecen de un fundamento científico efectivo; otras son contradictorias, o económicamente no viables, o aplicables exclusivamente en ambientes templados, o tan complejas que requerirían una formación doctoral de quien pretendiese aplicarlas, y otras aun tendrían incluso repercusiones negativas en ciertos aspectos del sistema hidrológico.

Este artículo estudia los fundamentos hidrológicos que gobiernan las normas del

**Nick A. Chappell**, hidrólogo forestal de la Universidad de Lancaster, Lancaster (Reino Unido), lleva a cabo investigaciones en colaboración con hidrólogos e ingenieros forestales en Malasia.

**Thang Hooi Chiew**, ex Subdirector General del Departamento Forestal de Malasia peninsular, prosigue una labor de elaboración de criterios e indicadores de ordenación y certificación forestal sostenible.

sistema de Criterios e Indicadores de Ordenación Forestal Certificada de Malasia. El sistema es el instrumento para certificar las prácticas forestales que se llevan a cabo en 4,7 millones de hectáreas de bosques acotados permanentes en cuatro estados de Malasia peninsular: Selangor, Pahang, Terengganu y Negeri Sembilan. Las normas hidrológicas contenidas en el sistema de certificación aseguran la universalidad de su aplicación en la ordenación de todas las unidades forestales certificadas. En el artículo se indica cuál es, en opinión de los autores, la norma hidrológica esencial –la zona tampón para la protección del curso de agua– y su aplicación fuera de los bosques naturales certificados; esta aplicación es importante porque muchos bosques tropicales naturales están siendo convertidos en tierras agrícolas o agroforestales o en paisajes urbanos, en los que no rige ninguna norma hidrológica de certificación. Las lecciones aprendidas en un sector forestal relativamente bien desarrollado como el malasio –y en particular las lecciones que derivan de las principales investigaciones hidrológicas– pueden muy bien ser extrapoladas a otros países tropicales.

#### NORMAS DE PROTECCIÓN HIDROLÓGICA

Los Criterios e Indicadores de Ordenación Forestal Certificada de Malasia (Thang, 1996; MTCC, 2001, 2004) comprenden normas de rendimiento o verificadores que se usan en provecho del sistema hidrológico mediante la protección de la cubierta de dosel y la cubierta vegetal (suelo y agua). Algunas de estas normas se orientan específicamente a la protección hidrológica, mientras que otras, en especial las que persiguen reducir los daños colaterales en el dosel, tienen una repercusión indirecta en los fenómenos hidrológicos. Por ejemplo, es posible minimizar las perturbaciones del dosel causadas por la construcción de caminos forestales y la explotación forestal selectiva ulterior mediante una tala de impacto reducido (Pinard, Putz y Tay, 2000) y contener los daños al resto del rodal, sobre todo a los troncos más jóvenes y a la biodiversidad (Thang, 1987). Este tipo de tala tiene beneficios hidrológicos indirectos ya que limita los cambios en el microclima del bosque al reducir al mínimo la evapotranspiración (Nik y Harding, 1992; Chappell *et al.*, 2004b), y repercute moderadamente en el reciclado

de la pluviosidad local, limitando asimismo la pérdida de biomasa y las repercusiones de esta pérdida en la fuga de nutrientes y carbono (Yusop, 1989).

Un estudio reciente (Chappell *et al.*, 2004b) ha mostrado que la carga sólida y el tenor de materiales en suspensión son las propiedades hidrológicas más afectadas cuantitativamente por la explotación comercial de los bosques tropicales naturales. Investigaciones recientes llevadas a cabo principalmente en Malasia han destacado que la erosión, el derrumbe de alcantarillas de troncos huecos (a lo largo de caminos comarcales y carreteras de extracción secundarias) y los corrimientos de tierras pueden determinar un aumento de entre 5 y 50 veces la carga sólida de los ríos apenas concluidas las actividades de aprovechamiento selectivo (Chappell *et al.*, 2004a, b). Las abundantes cargas sólidas perjudican el hábitat íctico, aumentan el riesgo de crecidas aguas abajo, incrementan los costos de tratamiento del agua potable y ocasionan la inundación de los lechos coralinos costa afuera.

Las medidas forestales que se tomen para reducir estas alteraciones y fomentar una recuperación rápida constituyen por consiguiente las normas de protección hidrológica más importantes. En los bosques productores acotados permanentes de Malasia, la erosión, los derrumbes de alcantarillas de troncos y los corrimientos de tierras son los efectos principales de la perturbación del terreno a lo largo de los deslizaderos de troncos (los recorridos seguidos por los aparejos para el arrastre y juntado de trozas) y carreteras de extracción (obras de ingeniería utilizadas por camiones madereros). Estos fenómenos resultan de los cortes provocados por las hojas de los tractores, la compactación del terreno, la interrupción de taludes y los cruces de arroyos. El aclareo del vuelo es tan solo un factor causal secundario (Chappell *et al.*, 2004a). Si bien los criterios e indicadores utilizados en Malasia fomentan la reducción del número de pistas de arrastre y carreteras de extracción, la relación entre densidad de red de carreteras o pistas y aportes de sedimentos es compleja, ya que, en su mayor parte, dicha red está desconectada de los cursos de agua permanentes (arroyos o ríos) (Sidle *et al.*, 2004). Sin embargo, en las zonas de penetración de sedimentos en los cursos de agua permanentes, los problemas ocasionados por la

sedimentación se transfieren fácilmente a lugares aguas abajo distantes.

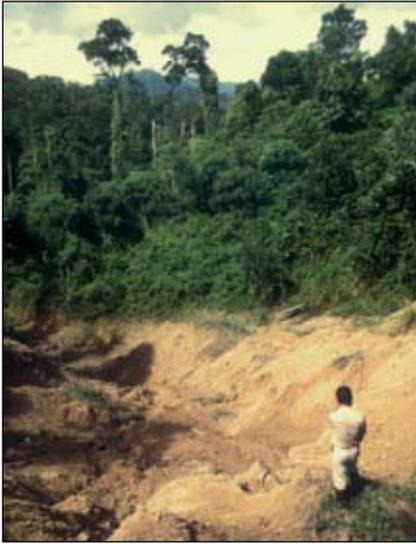
Las partes más delicadas del paisaje desde el punto de vista hidrológico son los cursos de agua de flujo perenne y los puntos de cruce de estas corrientes por caminos o pistas (Chappell *et al.*, 2007). Los criterios e indicadores de Malasia peninsular exigen que a lo largo de todos los cursos de agua permanentes de deba demarcar una zona tampón de 10 m de ancho (5 m a un lado y a otro del canal) en la que el acceso de vehículos y la tala de árboles solo se permiten en los lugares en que los puentes o alcantarillas atraviesan el río.

La ubicación y dimensiones recomendadas de las zonas tampón difieren de unos criterios e indicadores a otros. Algunos ingenieros forestales han propuesto que conviene proteger los canales efímeros, los cuales, por definición, conducen agua solo durante las tormentas (FAO, 1999; Cassells y Bruijnzeel, 2004), mientras que otros han indicado que la protección de cursos de agua de anchura menor de 5 m es innecesaria (Sist, Dykstra y Fimbel, 1998). En los trópicos húmedos, donde la densidad de drenaje (longitud de un curso de agua con flujos permanentes por unidad de superficie de cuenca hidrográfica) es muy elevada, las zonas tampón requeridas para los canales efímeros ocuparían hasta el 40 por ciento del paisaje (Thang y Chappell, 2004). Chappell *et al.* (2004a) han mostrado además que el mayor aporte de sedimentos a los canales por unidad de superficie ocurre a lo largo de los canales de primer a tercer orden (es decir, de arroyos permanentes a ríos pequeños). Esto significa que no es imprescindible proteger los canales efímeros, pero que sí es importante establecer zonas tampón en todos los ríos y corrientes de agua permanentes. Queda así corroborada la norma hidrológica que es aplicada universalmente en las reservas forestales de los estados malasios de

#### Distancias medias que separan las carreteras de extracción de las corrientes permanentes, cuenca hidrográfica experimental de Baru, reserva forestal de Ulu Segama, Malasia oriental

| Tipo de corriente           | Distancia (m) |
|-----------------------------|---------------|
| Corrientes de primer orden  | 87            |
| Corrientes de segundo orden | 158           |
| Corrientes de tercer orden  | 255           |

Fuente: Chappell *et al.*, 2004a.



*Un corrimiento de tierras de una extensión de 500 m por debajo de una carretera de extracción secundaria (cuenca hidrográfica experimental de Baru) poco después de producirse una falla*

Selangor, Pahang, Terengganu y Negeri Sembilan.

En la cuenca hidrográfica experimental de la reserva forestal de Ulu Segama en Malasia oriental, se observó que los desprendimientos originados por la construcción de carreteras llegaban a distancias de 150 y 500 m (Chappell *et al.*, 2004a). A pesar de que habían sido trazadas y construidas correctamente, las carreteras de extracción en esa zona estaban situadas a distancias menores que las mencionadas de las corrientes permanentes (véase el cuadro), lo cual indica que los sedimentos producidos por fallas grandes y originados por materiales de terraplenado y relleno pueden llegar hasta los canales permanentes. Por consiguiente, si bien las zonas tampón consiguen proteger las aguas al evitar que los conductores de aparejos de arrastre de troncos usen los cursos de agua como vías de transporte, no es de esperar que tales zonas retengan los sedimentos que descienden por la pendiente. Ziegler *et al.* (2006), en trabajos realizados en paisajes agrícolas en Viet Nam septentrional, han puesto en duda igualmente la eficacia para retener sedimentos incluso de unas zonas tampón de hasta 50 m de ancho. Bren (2000) y Chappell *et al.* (2006) han dado a entender que, en cuanto a su aplicación práctica, resulta en la actualidad demasiado incierto prever la eficacia de retención de las zonas tampón de ancho variable destinadas a las actividades forestales,

o determinar la ubicación de los suelos susceptibles a perturbación a los lados de las corrientes.

Si bien se ha prohibido el uso de los cursos de agua por los trabajadores forestales como vías para el transporte de troncos en las zonas de extracción de impacto reducido (por ejemplo, Departamento Forestal de Sabah, 1998), los lugares en que las pistas de arrastre atraviesan cursos de agua permanentes constituyen puntos de penetración potenciales de gran cantidad de sedimentos a las corrientes y desde allí a los ríos. Los criterios e indicadores en vigor en Malasia peninsular recomiendan que el cruce de las corrientes se efectúe de diferentes formas utilizando ya sea alcantarillas o puentes. Se precisan investigaciones hidrológicas para garantizar que las estructuras de cruce, comprendidos los troncos huecos que pueden desplomarse al cabo de unos años, sean sólidas desde el punto de vista hidrológico y rentables a largo plazo. La saca con helicóptero o con cable aéreo, método probado en las tierras empinadas de Malasia oriental (Mannan y Awang, 1997), puede traducirse en una gran reducción del número de pistas que recorren el bosque porque el uso de aparejos para el arrastre de troncos resulta innecesario (FAO, 1996). Aunque se espera que reduciendo los puntos en que alguna estructura atraviesa una corriente de agua se consiga disminuir la carga sólida que penetra en los ríos, aún no existen mediciones directas de las repercusiones que diferentes métodos de saca puedan tener en las cuencas hidrográficas. Las carreteras de extracción principales dotadas de alcantarillas de concreto y las obras de ingeniería como puentes y superficies de grava nivelada se diseñan de manera tal que es improbable que su impacto en la sedimentación persista por mucho tiempo tras la construcción (Departamento Forestal de Malasia Peninsular, 1999).

Las campañas de certificación llevadas a cabo en las reservas forestales de los estados de Selangor, Pahang, Terengganu y Negeri Sembilan han fomentado las prácticas de explotación mejoradas que se basan en investigaciones hidrológicas fundamentales (Thang y Chappell, 2004). Convendría que los gestores de tierras se informaran sobre la posibilidad de aplicar las conclusiones de estas investigaciones a la protección hidrológica que es necesaria durante el desmonte, al establecimiento de

plantaciones maderables tropicales o a los sistemas de agrosilvicultura.

#### **PROTECCIÓN DE BOSQUES NATURALES NO CERTIFICADOS Y PLANTACIONES**

Tal como se ha descrito anteriormente, el establecimiento de una zona tampón de 10 m de ancho a lo largo de las corrientes de agua permanentes y ríos durante las operaciones de explotación constituye una protección eficaz contra las principales alteraciones hidrológicas ocasionadas por las actividades forestales en los bosques tropicales naturales. Esta única norma, si se respetase estrictamente, podría brindar algunas garantías de protección de los recursos hídricos en los bosques naturales cuando resultare demasiado costoso cumplir con todos los requisitos medioambientales físicos exigidos por los organismos de evaluación internacionales.

En muchas zonas en que se ha previsto convertir bosques naturales en plantaciones forestales o en explotaciones agroforestales o de otro tipo, podría no ser logísticamente factible evitar la mayoría de las talas en todas las zonas que bordean las corrientes de agua permanentes. Sin embargo, las investigaciones han mostrado que la aplicación del concepto de zona tampón, tal como se usa en los Criterios e Indicadores de Ordenación Forestal Certificada de Malasia peninsular, se traduciría en una reducción de la corta de árboles en solo el 7 por ciento del paisaje destinado a la protección de los cursos de agua (Thang y Chappell, 2004), es decir menos de la superficie de reserva forestal que normalmente se declara para protección de los recursos biológicos y físicos. Es más, esta zona tampón proporcionaría una cierta protección a los cursos de agua pequeños (de ancho de canal menor de 5 m) más vulnerables desde el punto de vista hidrológico, que en el paisaje son los más numerosos, pero que en la mayor parte de los sistemas forestales tropicales son los menos protegidos (Thang y Chappell, 2004; Chappell *et al.*, 2007). Si estos «dedos» de bosque natural no pudieran conservarse, se obtendrían aún beneficios hidrológicos considerables si el uso de vehículos de arrastre de troncos se redujese al mínimo dentro de los 10 m de zona tampón demarcada a lo largo de todas las corrientes de agua permanentes. Estas franjas de bosque natural protegerían igualmente el hábitat acuático ya que

reducirían las perturbaciones del régimen de temperaturas de las corrientes que suele determinar la tala (Davies y Nelson, 1994). En efecto, los anteproyectos de criterios e indicadores para las plantaciones forestales de Malasia (MTCC, 2007) exigen que se deje una zona tampón de 10 m a lo largo de todas las corrientes durante el período de conversión y después del establecimiento de las plantaciones.

El uso de plaguicidas y fertilizantes artificiales en agrosilvicultura y en los sistemas agrícolas intensivos y en algunas plantaciones forestales hace que sea mucho más necesario determinar cuáles son los cursos de agua que deben protegerse. En las zonas saturadas aledañas a las corrientes, en las que las sustancias químicas pueden introducirse rápidamente en las aguas porque por lo general son transportadas más velozmente por tierra que a través de vías recorridas por flujos subterráneos, la prohibición del uso de estas sustancias sería la mejor manera de prevenir que se convirtieran en un peligro para la salud humana; en estos lugares las zonas tampón en que no se aplica ningún agente químico deberán tener una anchura de más de 5 m (McKergow *et al.*, 2004). La presencia de los bosques naturales en las zonas que bordean las corrientes reduce asimismo la posibilidad de que se produzcan flujos superficiales ya que la evaporación y la infiltración aumentan; se incrementa asimismo el uso de nutrientes lixiviados en las zonas superiores de las pendientes, y por consiguiente disminuye la cantidad de sustancias químicas que puedan penetrar en las aguas de los canales (McDowell, 2001).

## CONCLUSIONES

Las investigaciones sobre prácticas forestales y procesos hidrológicos realizadas

durante dos decenios en bosques naturales de Malasia –que han servido para llevar a cabo operaciones de certificación hidrológica sanas en las reservas forestales de los estados de Selangor, Pahang, Terengganu y Negeri Sembilan– permiten sacar conclusiones útiles para la ordenación forestal sostenible en otros países de los trópicos húmedos. Las técnicas de aprovechamiento forestal de impacto reducido han contribuido a mantener el funcionamiento hidrológico de los ríos que recorren los bosques naturales de varios estados de Malasia (por ejemplo, Nik y Harding, 1992; Yusop, 1989; Chappell *et al.*, 2004b; Thang y Chappell, 2004). Estos ríos revisten una importancia considerable en el suministro de agua potable porque están libres de contaminación por sustancias químicas artificiales. Sin embargo, es por su influencia en las cargas sólidas que las prácticas forestales tienen efectos pronunciados en los ríos de bosques naturales destinados a la producción maderera a largo plazo (Chappell *et al.*, 2004b). Los las normas de rendimiento relativas a los Criterios e Indicadores de Ordenación Forestal Certificada de Malasia peninsular contienen disposiciones destinadas a mitigar los impactos sobre la carga sólida (Thang y Chappell, 2004).

Pese a la intensificación de la investigación hidrológica en bosques naturales tropicales (Bonell y Bruijnzeel, 2004), las repercusiones de muchas prácticas forestales en los sistemas hidrológicos tropicales aún no se han podido cuantificar adecuadamente. En particular, las cantidades y fuentes de sedimentación de ríos son muy difíciles de estimar con precisión a causa del carácter intermitente de los vertidos de sedimento, la heterogeneidad de las fuentes de sedimentos

y las elevadas exigencias tecnológicas para efectuar tales mediciones (Douglas *et al.*, 1999; Chappell *et al.*, 2004a). A pesar de las incertidumbres, no cabe duda de que todas las corrientes permanentes pequeñas deban ser protegidas, porque constituyen la mayor parte de la extensión de una corriente de agua permanente (Chappell *et al.*, 2007) y reciben el mayor aporte de sedimento por unidad de superficie de cuenca hidrográfica (Chappell *et al.*, 2004a). En los bosques certificados de Malasia peninsular, el establecimiento de zonas tampón estrechas localizadas en las corrientes permanentes pequeñas:

- permite limitar el uso de los canales pequeños por los conductores de aparejos de arrastre como vías para el transporte de los troncos, y por consiguiente la erosión de los canales se reduce;
- exige que se construyan alcantarillas o puentes a lo largo de los caminos o pistas que atraviesan las corrientes permanentes, con lo cual se reduce la perturbación de los canales y se aíslan algunos de los senderos a través de los que los sedimentos provenientes de las pendientes podrían llegar a los canales;
- mantienen la cubierta de dosel y por consiguiente el microclima a lo largo de los corredores de las corrientes.

Estos importantes beneficios se pueden obtener limitando la tala y el acceso de vehículos en una superficie relativamente limitada (menos del 10 por ciento) del paisaje.

Pocos estudios han analizado los impactos hidrológicos de las actividades forestales en los bosques tropicales naturales y las estrategias de mitigación afines; y casi ningún estudio ha tratado los efectos de la turbidez en las plantaciones tropicales (Bonell y Bruijnzeel, 2004; Chappell, Tych y Bonell, 2007). Es muy urgente extrapolar los hallazgos de las investigaciones sobre turbidez en los bosques tropicales a las cuencas hidrográficas plantadas, y emprender nuevos estudios sobre turbidez de ríos y calidad del agua en las plantaciones madereras o de palma aceitera en las zonas de cuenca. También es necesario llevar a cabo investigaciones hidrológicas para comparar el valor y los impactos económicos de zonas tampón de diferentes tamaños sobre tierras en vías de conversión en plantaciones madereras y sistemas agroforestales. ♦



*Zona tampón de la cuenca hidrográfica experimental de Baru, 17 años después de concluida la primera fase de las operaciones de aprovechamiento selectivo*



## Bibliografía

- Bonell, M. y Bruijnzeel, L.A.** 2004. *Forests, water and people in the humid tropics*. Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press.
- Bren, L.J.** 2000. A case study in the use of threshold measures of hydrologic loading in the design of stream buffer strips. *Forest Ecology and Management*, 132: 243–257
- Cassells, D.S. y Bruijnzeel, L.A.** 2004. Guidelines for controlling vegetation, soil and water impacts of timber harvesting in the humid tropics. En M. Bonell y L.A. Bruijnzeel, eds, *Forests, water and people in the humid tropics*. Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press.
- Cassells, D.S., Gilmour, D.A. y Bonell, M.** 1984. Watershed forest management practices in the tropical rainforests of north-eastern Australia. En C.L. O'Loughlin y A.J. Pearce, eds. *Effects of land use on erosion and slope stability*. Viena, Austria, Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO).
- Chappell, N.A., Douglas, I., Hanapi, J.M. y Tych, W.** 2004a. Source of suspended-sediment within a tropical catchment recovering from selective logging. *Hydrological Processes*, 18: 685–701.
- Chappell, N.A., Thang, H.C., Sinun, W. y Bidin, K.** 2007. Practical hydrological protection of tropical forests: Malaysia's scientific contribution. Ponencia presentada en la International Conference on Nature Conservation in Sabah: the Quest for the Gold Standard, Kota Kinabalu, Sabah, Malasia, 26 y 27 de noviembre.
- Chappell, N.A., Tych, W. y Bonell, M.** 2007. Development of the *forSIM* model to quantify positive and negative hydrological impacts of tropical reforestation. *Forest Ecology and Management*, 251: 52–64.
- Chappell, N.A., Tych, W., Yusop, Z., Rahim, N.A. y Kasran, B.** 2004b. Spatially-significant effects of selective tropical forestry on water, nutrient and sediment flows: a modelling-supported review. En M. Bonell y L.A. Bruijnzeel, eds. *Forests, water and people in the humid tropics*. Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press.
- Chappell, N.A., Vongtanaboon S., Jiang, Y. y Tangtham, N.** 2006. Return-flow prediction and buffer designation in two rainforest headwaters. *Forest Ecology and Management*, 224: 131–146.
- Davies, P.E. y Nelson, M.** 1994. Relationship between riparian buffer widths and the effects of logging on stream habitat, invertebrate community composition, and fish abundance. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 45: 1289–1305.
- Douglas, I., Bidin, K., Balamurgan, G., Chappell, N.A., Walsh, R.P.D., Greer, T. y Sinun, W.** 1999. Role of extreme events in the impacts of selective tropical forestry on erosion during harvesting and recovery phases at Danum Valley, Sabah. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B.*, 354: 1749–1761.
- FAO.** 1996. *FAO model code of forest harvesting practice*, por D.P. Dykstra y R. Heinrich. Roma.
- FAO.** 1999. *Code of practice for forest harvesting in Asia-Pacific*, por P.B. Durst. RAP Publication 1999/12. Bangkok, Tailandia, Oficina Regional de la FAO para Asia y el Pacífico.
- Forestry Department Peninsular Malaysia.** 1999. *Specification of forest roads for Peninsular Malaysia*. Kuala Lumpur, Malasia.
- Hamilton, L.S.** 2004. Red flags of warning in land clearing. En M. Bonell y L.A. Bruijnzeel, eds. *Forests, water and people in the humid tropics*. Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press.
- Mannan, S. y Awang, Y.** 1997. Sustainable forest management in Sabah. Ponencia presentada en el Seminario sobre ordenación forestal sostenible, Kota Kinabalu, Sabah, Malasia, 22 de noviembre de 1997.
- McDowell, W.H.** 2001. Hurricanes, people, and riparian zones: controls on nutrient losses from forested Caribbean watersheds. *Forest Ecology and Management*, 154: 443–451.
- McKergow, L.A., Prosser, I.P., Grayson, R.B. y Heiner, D.** 2004. Performance of grass and rainforest riparian buffers in the wet tropics, Far North Queensland. 2. Water quality. *Australian Journal of Soil Research*, 42: 485–498.
- Megahan, W.F.** 1977. Reducing erosional impacts of roads. En *Guidelines for watershed management*. Roma, FAO.
- MTCC.** 2001. *Malaysian criteria, indicators, activities and standards of performance for forest management certification (MC&I)*. Kuala Lumpur, Malasia, Malaysia Timber Certification Council (MTCC).
- MTCC.** 2004. *Malaysian criteria and indicators for forest management certification (MC&I, 2002)*. Kuala Lumpur, Malasia.
- MTCC.** 2007. *Malaysian criteria and indicators for forest management certification (forest plantations)*. Kuala Lumpur, Malasia. (Borrador, 27 de marzo.)
- Nik, A.R. y Harding, D.** 1992. Effects of selective logging methods on water yield and streamflow parameters in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science*, 5: 130–154.
- Pinard, M.A., Putz, F.E. y Tay, J.** 2000. Lessons learned from the implementation of reduced-impact logging in hilly terrain in Sabah, Malaysia. *International Forestry Review*, 2: 33–39.
- Sabah Forestry Department.** 1998. *RIL operation guide book: specifically for tracked skidder use*. Sandakan, Malasia.
- Sidele, R.C., Sasaki, S., Otsuki, M., Noguchi, S. y Nik, A.R.** 2004. Sediment pathways in a tropical forest: effects of logging roads and skid trails. *Hydrological Processes*, 18: 703–720.
- Sist, P., Dykstra, D. y Fimbel, R.** 1998. *Reduced-impact logging guidelines for lowland and hill dipterocarp forests in Indonesia*. Occasional Paper No. 15. Bogor, Indonesia, Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR).
- Thang, H.C.** 1987. Forest management-systems for tropical high forest, with special reference to Peninsular Malaysia. *Forest Ecology and Management*, 21: 3–20.
- Thang, H.C.** 1996. Formulation and implementation of criteria and indicators for sustainable forest management in Malaysia. En S. Appanah, M. Shamsudin, H.C. Thang y I. Parlan, eds. *Proceedings of the Workshop on Forest Management Certification*, Kuala Lumpur, Malasia, 12 y 13 de diciembre de 1996. Kuala Lumpur, Forestry Research Institute of Malaysia (FRIM).
- Thang H.C. y Chappell, N.A.** 2004. Minimising the hydrological impact of forest harvesting in Malaysia's rain forests. En M. Bonell y L.A. Bruijnzeel, eds. *Forests, water and people in the humid tropics*. Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press.
- Yusop, Z.** 1989. Effects of selective logging methods on dissolved nutrient exports in Berembun Watershed, Peninsular Malaysia. En *Proceedings of the Regional Seminar on Tropical Forest Hydrology*, Kuala Lumpur, Malasia, 4-9 de septiembre de 1989. Kuala Lumpur, FRIM.
- Ziegler, A.D., Tran, L.T., Giambelluca, T.W., Sidele, R.C., Sutherland, R.A., Nullet, M.A. y Tran, D.V.** 2006. Effective slope lengths for buffering hillslope surface runoff in fragmented landscapes in northern Vietnam. *Forest Ecology and Management*, 224: 104–118. ♦

## Proyectos de campo de la FAO sobre ordenación de cuencas hidrográficas: algunos ejemplos

*Los proyectos realizados en la República Democrática Popular de Corea y en Tayikistán ilustran las formas en que la FAO ayuda a los países a mejorar la ordenación de las cuencas hidrográficas mediante la creación de capacidad, el desarrollo institucional y los trabajos de campo.*

La FAO realiza numerosos proyectos de cooperación técnica sobre ordenación de cuencas hidrográficas a petición de sus Estado Miembros. Los proyectos comprenden por lo general la creación de capacidad en el plano local y nacional, el desarrollo institucional y actividades de campo piloto orientadas a reducir la degradación de los recursos naturales.

En la República Democrática de Corea, por ejemplo, las actividades piloto se han ejecutado en dos cuencas hidrográficas seleccionadas. Para cada una de ellas se diseñó un plan de ordenación global participativo. El proyecto dio inicio a actividades de embosquecimiento, agrosilvicultura, ensayos de cultivos intercalados y vigilancia de la sedimentación en terrenos en pendiente y en ríos. Las labores de un taller nacional, al que asistieron alrededor de 50 oficiales de gobierno especialistas en silvicultura, agricultura, meteorología y telepercepción, así como investigadores y personal de campo del país, se concentraron en la preparación de un programa nacional de inversiones a mediano y corto plazo destinadas a la ordenación integrada de cuencas hidrográficas.

Como resultado de las actividades de concienciación y creación de pericias llevadas

a cabo en el ámbito del proyecto, la Academia de Ciencias Forestales está realizando un plan de ordenación de las cuencas del río Taedong, que atraviesa Pyongyang, la capital del país.

En Tayikistán, las intervenciones en una cuenca hidrográfica piloto comprendieron el embosquecimiento, la agrosilvicultura y rehabilitación de cárcavas, la ordenación de pastos, tecnologías de riego por goteo y la construcción de pequeños estanques piscícolas. Se construyó asimismo un invernadero moderno para albergar un vivero. Los estudiantes que asistieron a cursillos de capacitación y efectuaron giras de estudio por India y Nepal han comenzado ya a aplicar en el sitio del proyecto piloto las nociones que acababan de adquirir.

Gracias a la labor de un grupo de ordenación de pastos se ha introducido el pastoreo restringido, se ha recuperado la vegetación y se han reducido significativamente los procesos de degradación. El grupo de aguas ha establecido un calendario de riego con arreglo al cual cada hogar dispone, en fechas y en cantidades determinadas, de una asignación de aguas de riego. Tras la instalación de tuberías, los hogares son abastecidos ahora directamente en agua potable proveniente de

### La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas

En 2002, en el marco de la preparación del Año Internacional del Agua Dulce 2003, la FAO lanzó un estudio mundial sobre prácticas de gestión de cuencas hidrográficas cuyo título enunciaba claramente el objetivo perseguido: «Preparación de la próxima generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas».

Mediante una encuesta y cuatro talleres regionales, participaron en el estudio unas 80 instituciones y 300 profesionales de todo el mundo. El estudio culminó con la Conferencia Interregional sobre Recursos Hídricos para el Futuro, celebrada en Sassari (Italia) en octubre de 2003. Se publicaron dos estudios de caso nacionales (sobre Burundi y Nepal) y dos estudios de caso regionales (sobre América Latina y la cuenca del Mediterráneo) y cinco volúmenes que recogen las actas del taller y la conferencia. La publicación principal es el Estudio FAO: Montes 150, *La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas*, libro de consulta para profesionales y autoridades locales que

bosqueja el camino por recorrer en materia de ordenación de cuencas hidrográficas. Los aspectos principales del enfoque recomendado comprenden:

- la realización de programas (de dos o más fases) de duración más prolongada (al menos dos años), negociados con las partes interesadas locales y orientados a dar comienzo a un proceso de gestión de cuencas hidrográficas continuo;
- la coordinación de los procesos locales más allá del nivel de la cuenca hidrográfica, por ejemplo, a nivel de la cuenca fluvial o a nivel regional, con el objeto de tomar en consideración plenamente los vínculos aguas arriba y aguas abajo;
- la entrega de las responsabilidades de ejecución a instituciones locales relativamente no oficiales, tales como los foros de gestión de cuencas, mientras que las instituciones oficiales, tales como las autoridades de gobierno competentes en materia de cuencas, desarrollan una función más subsidiaria y facilitadora

que la que ejercían anteriormente;

- la ordenación primordial de los recursos naturales como componente del proceso de desarrollo socioeconómico;
- la colaboración entre diversas partes interesadas para vincular asuntos sociales, técnicos y políticos en el ámbito de un proceso de aprendizaje y de toma de decisiones pluralista;
- un seguimiento y una evaluación «bastante válidos y económicos», enfocados más en los cambios del ecosistema que en el rendimiento de la gestión, y fundados en la reunión del conocimiento local con el conocimiento científico para permitir la participación de diferentes partes interesadas locales en la recolección, análisis e interpretación de los datos.

Las publicaciones y la documentación están disponibles en:

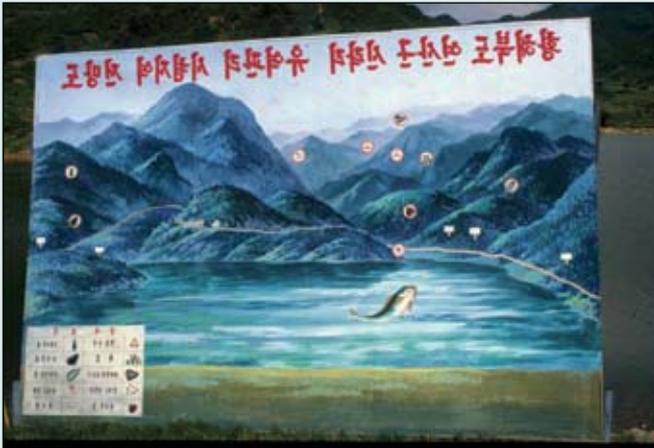
[www.fao.org/forestry/site/forestsandwater](http://www.fao.org/forestry/site/forestsandwater)

un manantial. Un grupo de mujeres, que se ha ocupado de asuntos relativos a la generación de ingresos, ha creado un fondo rotatorio para proyectos de financiamiento de empresas pequeñas. Un nuevo departamento de

ordenación de cuencas hidrográficas ha sido creado en el Instituto de Investigación sobre Ciencia del Suelo.

En ambos países, las cuencas seleccionadas para las actividades piloto se han con-

vertido en valiosos lugares de demostración y capacitación, donde la ordenación participativa integrada se practica según enfoques modernos.



FAO/T. HOFER

**Representación artística del plan de ordenación de una cuenca hidrográfica piloto en la República Democrática de Corea: el panel ilustrativo ha sido ubicado a la entrada de la cuenca para fomentar la concienciación**



FAO/T. HOFER

**Un experimento de cultivos intercalados destinado a reducir la erosión del suelo, República Democrática de Corea**



FAO/T. HOFER

**Plan de ordenación de cuencas hidrográficas para un sitio piloto en Tayikistán**

**Una cuenca hidrográfica piloto antes de las intervenciones del proyecto (izquierda), y al cabo de un año del arranque del proyecto (derecha)**



FAO/T. HOFER



FAO/T. HOFER

# Bosques, árboles y agua en las tierras áridas: un equilibrio delicado

*M. Malagnoux, E.H. Sène y N. Atzmon*

*En las tierras áridas, donde la competencia por el agua es aguda, los árboles solo deberían plantarse en los lugares donde su plantación resulte necesaria y posible, y en el momento en que se precise de ellos.*

Las tierras áridas cuentan entre los ecosistemas más frágiles del mundo, y su situación de fragilidad es acentuada por las sequías periódicas y la creciente sobreexplotación de unos recursos exigüos. Las tierras áridas y semiáridas cubren alrededor de un tercio de la superficie de tierras emergidas, y en ellas vive una población de aproximadamente mil millones de personas que en su mayoría están entre las más pobres del mundo.

Los bosques, árboles y pastos son elementos constitutivos esenciales de los ecosistemas de zonas áridas, y contribuyen a mantener unas condiciones apropiadas para las actividades agrícolas, los pastizales y los medios de subsistencia humana. En las zonas áridas, los bosques y árboles potencian las estrategias de mitigación de la pobreza y reducen la inseguridad alimentaria, ya que proporcionan a la población rural pobre bienes (especialmente leña y productos no madereros) y servicios medioambientales y ayudan a la diversificación de las fuentes de ingreso de los hogares.

Aproximadamente el 6 por ciento de la superficie forestal mundial (o alrededor de 230 millones de hectáreas) se encuentra en tierras áridas (FAO, 2002). Los árboles

fuera del bosque (diseminados por el paisaje, tierras labrantías, tierras de pastoreo, sabanas y estepas, tierras yermas y zonas urbanas) desempeñan una función vital en las tierras áridas, aunque resulta difícil evaluar la extensión que ocupan.

La disponibilidad de agua (agua superficial, agua subterránea y humedad del aire) es por lo general el principal factor que limita la distribución natural de los árboles en las tierras áridas, junto con el clima (pluviosidad, temperaturas, viento) y la calidad del suelo. Cada especie de árbol está adaptada a determinadas condiciones y está localizada en su «nicho» propio. Cuando en una zona amplia imperan unas condiciones óptimas, los bosques o arbustos pueden llegar a cubrir superficies extensas. A causa de las restricciones que determina la escasez de agua, la vegetación se concentra más a menudo en lugares donde hay acumulación de agua de escorrentía o en lugares accesibles al agua subterránea. Esta situación conduce a la irregular distribución de los árboles y arbustos, por ejemplo en monte con franjas de maleza (rodales arbustivos fragmentados), en bosques ripícolas, en los cañones abruptos más profundos de un valle (vaguadas) y en oasis, y a su aislamiento en el paisaje.

Sin embargo, la distribución natural de la vegetación ha sufrido durante mucho tiempo los efectos de la alteración producida por las actividades humanas. Entre las principales causas de la degradación de las tierras en las zonas áridas cabe mencionar la deforestación y la degradación de las formaciones arboladas y arbustivas (especialmente de resultas de su conversión en usos agrícolas) y la sobreexplotación de bosques y montes claros (a causa de la recolección de leña y el sobrepastoreo). Además, se pronostica que el recalentamiento mundial determinará una disminución de la pluviosidad en la mayor parte de las

**Michel Malagnoux** era, antes de su jubilación en septiembre de 2007, Oficial forestal (Zonas áridas) del Servicio de Conservación Forestal, Departamento Forestal de la FAO.

**El Hadji Sène** era, hasta su jubilación en 2004, Director de Recursos Forestales, Departamento Forestal de la FAO; actualmente reside en Dakar (Senegal).

**Nir Atzmon** trabaja en el Departamento de Agronomía y Recursos Naturales, Instituto de Cultivos de Campos y Huertos, Organización de Investigación Agrícola, Centro Volcani, Bet-Dagan (Israel).

Este artículo ha sido adaptado de Malagnoux, 2007.



*La disponibilidad de agua impone límites a la distribución de los árboles; algunos individuos consiguen sobrevivir incluso en el desierto y lejos de cualquier otra forma de vegetación (Mauritania)*

zonas áridas, y una consiguiente escasez más grave de agua y mayores riesgos de desertificación.

La plantación de árboles es uno de los muchos métodos a que se recurre para invertir los procesos de deforestación, degradación y desertificación de las tierras. Sin embargo, antes de comenzar la plantación de árboles, es preciso efectuar un balance hídrico.

#### TENDENCIA A LA DISMINUCIÓN DE LA CUBIERTA FORESTAL

##### Deforestación

La principal causa de la intensificación de la deforestación en las tierras áridas es la conversión de los bosques en tierras de cultivo agrícolas y en pastizales. En muchos lugares, ya no es posible seguir practicando cultivos migratorios o cultivos seguidos de barbecho, y el cultivo continuo, muchas veces sin rotación, de un mismo pedazo de tierra conduce al agotamiento de la fertilidad de los suelos y a la necesidad

de encontrar nuevas tierras. En las tierras de monte claro degradadas, antes abandonadas, se registra ahora una muy rápida deforestación. El aumento de la presión de pastoreo y la extracción sin ordenación de leña y otros productos también se traducen en degradación y deforestación.

Los bosques y tierras arboladas restantes se ven amenazados algunas veces por plagas y brotes de enfermedades, que sin embargo son raros en los ambientes muy secos. Los rodales incendios forestales constituyen una amenaza constante en las tierras áridas, pero los grandes incendios son en ellas poco frecuentes en comparación con los que se declaran en otras regiones, puesto que el pastoreo intenso tiene por efecto reducir la cantidad de materias combustibles acumuladas y limitar la extensión de las superficies que puedan quemarse. Sin embargo, especialmente en los ecosistemas más secos, el fuego causa grandes pérdidas de bosque, matorrales y cubierta arbórea y pone en peligro nichos

ecológicos que albergan reliquias forestales de notable diversidad biológica.

##### Desertificación

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD, 1992) definió el concepto de desertificación como «la degradación de las tierras en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas a consecuencia de diversos factores, incluidas las variaciones climáticas y las actividades humanas». La desertificación no consiste en el avance de los desiertos existentes, sino que es consecuencia del efecto de la degradación localizada de las tierras, y ocurre rápidamente tras la deforestación y el agotamiento de los suelos. Al estar expuestos al sol, al viento y a las lluvias, los suelos agotados pierden sus sustancias orgánicas y su estructura se menoscaba a medida que los nutrientes son lixiviados. Los elementos finos del suelo son arrastrados por las tormentas de arena; los granos de arena adquieren

### Los rodales de *Acacia* en el Sahel y su relación con el agua

El agua es un recurso escaso y codiciado en la región del Sahel. La competencia de que es objeto es intensa, y cuando el agua está disponible, los seres humanos, los animales, las plantas y otras especies la consumen rápidamente. Las *Acacia* spp. tienen una relación particularmente sensitiva con el agua. En años de lluvias abundantes, se regeneran en gran cantidad a partir de semillas que se han ido acumulando durante años, listas para germinar cuando las condiciones son favorables. Las *Acacia* spp. crecen también en abundancia en los lugares en que su germinación y crecimiento son facilitados por la topografía, las características del suelo y la economía hídrica local, y ello da origen a paisajes de aspectos muy marcados.

Los rodales de *Acacia nilotica* prefieren los suelos aluviales profundos que se han acumulado año tras año por efecto de las crecidas ribereñas. Las plántulas sobreviven a las crecidas siempre que sus ramas terminales no queden sumergidas. Se regeneran profusamente hasta convertirse en plantones robustos que pueden sobrevivir a otras crecidas. A continuación se convierten en bosquetes coetáneos fuertes que forman rodales regulares. *Acacia nilotica* es apreciada por su madera, hojas y vainas, y forma parte de los sistemas de cría de ganado

en los valles fluviales, planicies inundables y lagos del Sahel. Cuenta entre las especies de *Acacia* más productivas de la región.

*Acacia seyal* es una especie de madera tierna que crece en suelos pesados en rodales extensivos. Estos rodales se utilizan para actividades ganaderas y han proporcionado también la mayor parte de la leña y carbón que se consumen en las ciudades sudano-sahelianas; este aprovechamiento ha determinado que los rodales hayan disminuido considerablemente. En el Sudán, las tierras antes ocupadas por los rodales se dedican hoy al cultivo industrial del sorgo. Los de *Acacia seyal* están vinculados a suelos negros que por lo general se encuentran en planicies sujetas a inundaciones estacionales que, si bien breves, favorecen el desarrollo de árboles coetáneos como los de *A. nilotica*. Junto

con *Acacia senegal* y *Combretum* spp., *A. seyal* produce grandes cantidades de goma.

*Acacia senegal* es la mayor productora de goma arábica de la región del Sahel. Esta especie produce la goma arábica de mejor calidad, especialmente en Malí, Mauritania, Senegal y el Sudán. La forma y dispersión de los rodales, a menudo en parcelas extensivas pero localizadas, depende mucho de las lluvias. Las estaciones lluviosas ocasionales favorables causan una regeneración explosiva de *A. senegal*. Esto explica la presencia de grandes rodales coetáneos en suelos arenosos sin aparente capacidad de retención del agua. La especie también crece en rodales espesos en suelos aluviales en depresiones donde se han acumulado materiales aluviales finos.

Terreno boscoso natural de *Acacia seyal* y *Acacia senegal* en el Sudán



FOTO: 0382 / C. PALMBERG-LIERCHE

movilidad e invaden otras tierras en virtud del desplazamiento de las láminas de arena y las dunas. La desertificación ha aumentado a causa de la sobreexplotación de los bosques, árboles, arbustos, pastizales y recursos de suelos.

La desertificación es un problema de proporciones mundiales que afecta directamente a 250 millones de personas; la desertificación afecta especialmente al África, ya que las tres cuartas partes del continente son tierras secas y desiertos. Sin embargo, más del 30 por ciento de las tierras de los Estados Unidos de América también está afectado por la desertificación. Un cuarto de la superficie de América Latina y el Caribe son desiertos y tierras secas. En España, el 20 por ciento de las tierras corre el riesgo de transformarse en desierto. En China, desde el decenio de 1950, los desplazamientos de arena y la degradación han afectado a cerca de 700 000 ha tierras cultivadas, 2,35 millones de hectáreas de pastizales y 6,4 millones de hectáreas de bosque, monte claro y tierras arbustivas. En todo el mundo, alrededor del 70 por ciento de los 5 200 millones de hectáreas de tierras secas usadas para actividades agrícolas está degradado y se encuentra en peligro de desertificación (FAO, 2007a).

#### **Efectos del cambio climático en las tierras áridas**

Los bosques inalterados tienen, hasta cierto punto, la capacidad de adaptarse a los cambios climáticos y edáficos, pero no por mucho tiempo: los registros paleobotánicos indican que cambios climáticos que tuvieron lugar en épocas anteriores destruyeron los tipos de vegetación existentes e impulsaron la aparición de nuevos tipos de vegetación que suplantaron a los antiguos. Según la mayoría de los modelos de predicción, el calentamiento mundial afectará a las tierras áridas de todo el mundo (con exclusión del sudoeste de América Latina, donde las más frecuentes oscilaciones meridionales de El Niño disminuirán el riesgo de sequías) a causa del aumento de la temperatura y la disminución de las lluvias (UCAR, 2005). Los modelos pronostican un aumento de la frecuencia y/o intensidad de las sequías. También son de prever mayores riesgos de incendios en los demás bosques y tierras arboladas. El aumento de la temperatura se traduce en una mayor evaporación y en una más acentuada escasez de agua.

El conjunto de estas tendencias aumenta el riesgo de desertificación. En muchos lugares, la vegetación ya está expuesta a las severas condiciones imperantes a las proximidades del umbral de las temperaturas letales. Todo aumento de esas temperaturas máximas conducirá ineludiblemente a una pérdida de vegetación.

Las principales consecuencias del cambio climático en las tierras áridas serán la reducción de la producción de las tierras agrícolas, pastizales y bosques; una menor biodiversidad, una merma de materia orgánica en el suelo y una menor fertilidad. Estos efectos agravarán la pobreza y la inseguridad alimentaria. Las poblaciones se verán obligadas a migrar. Se pronostica que, para 2020, 135 millones de refugiados medioambientales abandonarán sus tierras a causa de la desertificación, y que de ellos, en el África subsahariana, 60 millones serán personas desplazadas (FAO, 2007b). Los cuidadores de ganado nómadas, que ya deben hacer frente a la menor productividad de los pastizales naturales, se verán obligados a la sedentarización. La concentración de los rebaños alrededor de sus nuevos hogares ya ha producido la desaparición de la mayor parte de la vegetación natural que rodea muchos asentamientos y pozos y otras fuentes de agua de las cuales proviene a lo largo del año el agua de bebida para hombres y animales. Las políticas de sostén para el asentamiento de los pastores nómadas son débiles en muchos países.

Otro problema consiste en el envejecimiento de la población arbórea a consecuencia del sobrepastoreo de plantitas jóvenes, y el consiguiente impedimento de la regeneración de los árboles. Los árboles sobremaduros pierden progresivamente su capacidad de recuperación ante los efectos del estrés climático, de manera que un único acontecimiento climático podría destruir por completo una superficie de bosque. Por ejemplo, la mayor parte de los bosques de *Acacia nilotica* del valle del río Senegal pereció tras la fuerte sequía que se registró a comienzos del decenio de 1970.

La restauración de la cubierta vegetativa en las zonas áridas puede contribuir a mitigar los efectos del cambio climático, ya que determina el aumento de la absorción y almacenamiento de carbono, así solo una pequeña cantidad de carbono sea absorbida por unidad de superficie. La superficie de tierras áridas que precisa ser restaurada es

tan vasta que constituye un buen sumidero potencial de carbono. Sin embargo, los planes económicos pertinentes deberían ser considerados y documentados atentamente.

#### **INVERTIR LA TENDENCIA A LA DEGRADACIÓN**

##### **Eliminación de las causas**

Para comenzar, habría que abordar las causas de la desertificación inducida por el hombre. La pobreza obliga a las personas a explotar todo recurso al que puedan tener acceso para conseguir sobrevivir. La sobreexplotación de los recursos debería evitarse mediante la asistencia a las personas pobres; y éstas deberían poder satisfacer sus necesidades básicas al disponer de oportunidades de generación de ingreso. Las medidas destinadas a la mitigación de la pobreza pueden incluir la plantación de árboles (para aprovechar sus productos y servicios) en el ámbito de los grandes planes de forestación, parcelas forestales, plantaciones en hileras, corta-vientos y setos vivos y árboles aislados en paisajes agrícolas y de otro tipo.

##### **Regeneración natural mediante la protección de las tierras**

El modo más obvio de restaurar la cubierta vegetativa es protegiéndola de las causas de la degradación: antes que nada, la explotación (cosecha y pastoreo) y los incendios. La vegetación posee la capacidad de extenderse naturalmente, aun en tierras desnudas, pero el proceso de extensión suele ser lento. La protección no siempre es fácil de llevar a cabo porque debe continuarse cuidadosamente durante un período prolongado. Para acelerar las cosas, será necesario plantar árboles, arbustos y pasto. Seguidamente, las tierras restauradas han de ordenarse de forma sostenible.

La zona protegida de Abéché, en Chad, constituye un ejemplo notable: en 1961, 305 ha de tierras yermas donde crecían algunos árboles de *Acacia* (*A. raddiana*, *A. senegal* y *A. mellifera*) se vallaron con alambre de púas y se vigilaron atentamente con objeto de proteger la cuenca hidrográfica. Al cabo de 10 años, sin que se plantase nada, había crecido una cubierta vegetal completa. Transcurridos 45 años de una protección casi constante, las imágenes satelitales muestran ahora una zona protegida que se diferencia claramente de las tierras que la circundan.



Gracias a las medidas de protección que se tomaron en el decenio de 1960 en Abéché (Chad), ha sido posible restaurar la cubierta vegetal en tierras que antes eran yermas

### Forestación, fijación de dunas de arena y cinturones verdes

La plantación de árboles puede ser un instrumento eficaz de forestación medioambiental de restauración. Durante la segunda mitad del siglo XX se establecieron a través de todo el mundo muchas plantaciones forestales en las tierras áridas, generalmente con fines de protección o para producir leña; y el ritmo de los programas de plantación se ha acelerado (FAO, 2006a, b). Muchas especies (por lo general exóticas) y diferentes técnicas de plantación y modalidades de inversión se han escogido para los programas de plantación: desde las inversiones pequeñas (plantaciones de secano) hasta las grandes inversiones (plantaciones de secano con descrestamiento o plantaciones irrigadas mediante una capa freática, acuíferos profundos o aguas de desecho). Los éxitos o fracasos de estas plantaciones constituyen ahora una útil fuente de información para la realización de actividades futuras.

Muchos países a través del mundo (por ejemplo, Chile, China, Dinamarca, Francia, Mauritania, Níger, la República Islámica del Irán, Senegal y Viet Nam) han afinado las técnicas de plantación destinadas a la fijación de arena voladora. En las zonas áridas, tales técnicas se aplican tanto en el ámbito de los planes locales como de los grandes planes nacionales o internacionales de protección de tierras productivas, infraestructuras y asentamientos humanos. En muchas de estas plantaciones se producen asimismo productos madereros y no madereros.

En numerosos pueblos y ciudades de zonas áridas se han plantado cinturones verdes con especies locales para proteger

la población y las infraestructuras contra las tempestades de arena y las arenas invasoras e influenciar el microclima. Mediante planes específicos se protegen también las tierras labrantías, zonas de riego, ferrocarriles, caminos, cañones y dunas costeras.

Los planes de forestación más amplios con propósitos de bonificación de tierras tienen una larga historia. Se pusieron en práctica en Francia y Alemania en los siglos XVIII y XIX, y en los Estados Unidos de América tras las tormentas de arena de 1935. En Argelia, la FAO y el Programa Mundial del Alimentos (PMA) iniciaron en 1966 el programa de plantación de árboles llamado «Talleres populares de repoblación forestal» en 1966. En 1971, Argelia estableció la «Barrera verde», un cinturón de plantaciones de 20 km de ancho situado en la periferia del desierto del Sahara, que se espera alcanzará una extensión de 1 500 km y que abarcará una superficie de 3 millones de hectáreas desde la frontera occidental hasta la oriental del país. Sin embargo, hasta 2003 solo se habían plantado 100 000 ha, principalmente con *Pinus halepensis* (Belaaz, 2003). Tras esta iniciativa nacional, algunos países de África del norte (Marruecos, Argelia, Túnez y la Jamahiriya Árabe Libia) dieron comienzo a un programa regional para la protección del norte del Sahara, el cinturón verde de la Unión del Magreb Árabe (UMA); no obstante, hasta el decenio de 1990, había pocos indicios de actividades realizadas en el ámbito del programa.

En 1978, China dio comienzo al proyecto de la «Gran Muralla Verde», gracias al que se forestaron 9 millones de hectáreas durante los primeros diez años de opera-

ciones. En el marco de la fase actual del proyecto, que ahora lleva el nombre de «Nueva Gran Muralla», otros 5 millones de hectáreas se plantarán hasta 2010 (Ratliff, 2003). Las tormentas de arena aún causan perturbaciones en Beijing, y la arena transportada por el aire llega a lugares tan distantes que los efectos de las acciones de enverdecimiento pueden tardar varias décadas en manifestarse.

La Unión Africana lanzó en diciembre de 2006, en Abuja (Nigeria), el proyecto de la «Gran Muralla Verde para el Sahara»; su objeto es ayudar a detener e invertir la desertificación de la periferia sur y norte del Sahara. El programa funcionará de manera mancomunada con todos los países interesados y otras organizaciones y programas tales como la Nueva Alianza para el Desarrollo de África (NEPAD), el Programa Operacional sobre Manejo Sostenible de las Tierras (OP 15) del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CLD) y la Iniciativa TerrAfrica. En lugar de establecer solo unas pocas hileras de árboles, el programa se ocupará de la ordenación sostenible e integrada de los recursos y actividades de restauración (mediante plantación de árboles, restauración de pastizales y prácticas agrícolas, solo en lugares idóneos y a condición de que las actividades se realicen de forma sostenible), en un cinturón de tierras tan ancho como sea posible —una tarea para diversas generaciones.

Los resultados que se han obtenido con las experiencias de cinturones verdes han sido muy variados, y han dependido mucho de la escala de los planes de forestación, la calidad de los métodos empleados, su adaptación a las condiciones locales y la calidad de la gestión de las plantaciones. Es preciso llevar a cabo en todos los casos estudios pormenorizados sobre el clima, el suelo, el agua, el aprovechamiento de la tierra y las condiciones socioeconómicas. La disponibilidad y demanda locales de agua se deben siempre tomar en cuenta (véase más adelante). Para las iniciativas de cinturón verde se debe atender también a las modalidades anteriores de aprovechamiento de la tierra y los regímenes de propiedad de la tierra, y las causas de la deforestación y desertificación, comprendidas las necesidades de la población de productos forestales, pastos y tierra cultivable, los cuales pueden

representar soluciones alternativas para satisfacer dichas necesidades. La población local debe participar a lo largo de todo el proceso: desde el diseño inicial hasta la ordenación de los nuevos recursos. Se han de evitar los grandes rodales de árboles monoespecíficos, prefiriéndose en lo posible un mosaico de diferentes cubiertas vegetales (incluidos los cultivos agrícolas y el pastoreo). Se han de preferir las especies locales; muchos proyectos han mostrado claramente los problemas relacionados con las especies exóticas, que pueden volverse invasivas en un nuevo entorno.

### MEJORAMIENTO DEL BALANCE HÍDRICO

Los bosques naturales y las plantaciones de árboles son beneficiosos para el ciclo del agua ya que determinan la disminución de la escorrentía y favorecen la reposición del agua de los acuíferos. La plantación de árboles se ha propuesto a menudo como medio para aumentar la pluviosidad. Se estima que el 60 por ciento de las lluvias que caen sobre los bosques perennes del Amazonas proviene de la evapotranspiración del bosque mismo (TheAmazon.org, 2007). No obstante, la plantación de árboles solo producirá resultados tangibles en el aumento de la pluviosidad en las zonas vecinas si se convierten en bosque unas superficies muy amplias (Avisar y Otte, 2007).

Sin embargo, los árboles también consumen agua. Mientras más se desarrolla el sistema arbóreo aéreo, mayor es la cantidad de agua transpirada por los árboles. La

conveniencia de plantar árboles en tierras áridas se ha puesto en discusión porque los árboles pueden llegar a consumir más agua de la que suministran al ciclo hídrico. En algunos países, como Sudáfrica, se cobra un impuesto sobre el agua consumida por los bosques. En determinadas circunstancias, cuando los árboles consumen el agua pluvial en su totalidad, puede ser más apropiado cosechar esa agua en una cuenca con una predominante presencia de minerales, almacenarla en un embalse y usarla para regar cultivos agrícolas valiosos. Por ejemplo, en Yatir (Israel), donde las precipitaciones promedio son de tan solo 270 mm al año, se plantaron a comienzos del decenio de 1960 más de 3 000 ha de secano con *Pinus halepensis* en el contexto de un gran proyecto de forestación. El bosque consume toda el agua que proviene de las precipitaciones, aunque proporciona beneficios relacionados con la absorción de carbono y los medios de vida de las comunidades vecinas (en especial gracias a la producción de leña y productos forestales no madereros tales como resinas, forrajes y plantas medicinales y aromáticas). Pero además, el bosque ha alterado la biodiversidad de la región, ya que las especies nativas se han visto amenazadas por nuevos depredadores. Rueff y Schwartz (2007) informaron que el agua que la cuenca hubiese podido proporcionar si se hubiera evitado forestarla habría podido servir para mitigar la pobreza en lugar de haberse utilizado en la agricultura. Los autores indicaron que una forestación en escala menor, por ejemplo en parcelas de agricultores, puede proporcionar beneficios comparables con menores inconvenientes porque una combinación de plantaciones de árboles con actividades agrícolas causa menores alteraciones en el

medio ambiente, aumenta los rendimientos agrícolas, conserva el agua y los suelos y suministra leña a los agricultores.

Las poblaciones locales recurren a diferentes métodos de cosecha del agua pluvial con el que riegan sus cultivos y árboles. Una de estas técnicas es la que ha sido adaptada del ejemplo del monte con franjas de maleza en el área de transición entre el rodal de arbustos continuo y la estepa de gramíneas (Malagnoux, 2008). En los lugares donde no cae lluvia suficiente para mantener una cubierta vegetativa continua, la cubierta vegetativa fragmentada se separa mediante fajas de tierra de diferente anchura. La escorrentía de las fajas de tierra desnuda proporciona a la vegetación el agua necesaria, de modo que las fajas constituyen cuencas pequeñas. Técnicas tradicionales como ésta han sido mejoradas por los agrónomos, y los técnicos forestales las han adaptado a las dimensiones y tamaño de sus árboles. Las operaciones de elaboración más rápida y barata de los suelos han permitido aumentar considerablemente la potencia de restauración de tierras gracias al uso de procedimientos mecanizados perfeccionados; al mismo tiempo se ha logrado aumentar la profundidad de las fajas y su capacidad de retención de agua.

Al acometer la plantación de árboles con el propósito de controlar la desertificación, es preciso estimar sistemáticamente el balance hídrico presente y futuro del rodal para cada una de las fases de su evolución. Se han de promover medidas de silvicultura idóneas a fin de que el consumo de agua anual se mantenga por debajo del aforo anual, incluyendo la elección de las especies, la superficie por plantar, la densidad de plantación, el raleo, la poda, la corta de renuevos, el trasmocho y descabezado; y asimismo, si fuese necesario, la conversión en una cubierta vegetativa más sostenible, por ejemplo de un rodal denso en una zona verde o pradera. Todo programa de control de la desertificación o actividad de enverdecimiento se debe considerar a nivel del paisaje. Los árboles solo se deben plantar cuando se precise efectivamente de ellos, y la plantación se debe realizar en los lugares idóneos.

Además de la lluvia, es necesario tomar en consideración otras fuentes de agua tales como las aguas recicladas y los acuíferos profundos. En muchas tierras áridas y desiertos existen acuíferos profundos

*El agua que se extrae de un pozo poco profundo sirve para regar árboles que se han plantado como parte de las medidas para estabilizar las dunas de arena en Níger; una vez que las raíces hayan llegado al acuífero, ya no será necesario seguir regando los árboles*



que se podrían aprovechar. Si bien para algunas actividades de restauración se deba recurrir durante un período breve a los acuíferos fósiles, tales actividades solo serán sostenibles cuando la cantidad de agua recargada exceda o sea igual a la del agua que ha sido retirada. La aceleración de la urbanización en las zonas áridas ha hecho que cobren mayor importancia la silvicultura urbana y otros programas de enverdecimiento urbano con una vegetación que consume menos agua que los árboles (por ejemplo, los arbustos y gramíneas). En esos programas se usa más agua reciclada—en algunos países se usan aguas residuales—, y en el futuro esta práctica será intensificada.

### CONSERVACIÓN Y ORDENACIÓN RACIONAL

La conservación racional y sostenible de las tierras, cubierta vegetal, recursos hídricos y biodiversidad significa que de éstos solo se use la parte renovable, es decir su producción efectiva, y que se asegure el mantenimiento del capital y su capacidad productiva. La ordenación sostenible de las tierras comprende:

- la agricultura de conservación (perturbación mínima de los suelos, evolución máxima de materia orgánica al suelo, capa de suelo permanente y rotación de cultivos);
- manejo racional de las tierras de pastoreo (y ajuste de la presión de pastoreo a la capacidad de carga);
- planificación de una ordenación forestal polivalente.

Primordial importancia reviste la participación de la población y comunidades locales, y el aprovechamiento de sus conocimientos y prácticas tradicionales. Elemento esencial de la ordenación racional de las tierras son los derechos de uso explícitos de la tierra. Cuando se refuerza el control ejercido por las personas sobre los recursos y se garantiza a las personas un acceso seguro y justo a los recursos, se da firmeza y duración al compromiso en la conservación de los recursos. Los programas de control de la desertificación deben ocupar un lugar predominante en los planes y estrategias nacionales de desarrollo para alcanzar, en particular, el objetivo de aliviar la pobreza, eliminar las restricciones institucionales, legislativas o de infraestructuras y facilitar la gestión colaborativa de los proyectos de desarrollo.

### CONCLUSIONES

Los bosques y árboles de tierras áridas juegan un papel importante en la estabilización de las tierras, control de la desertificación, protección de las cuencas hidrográficas, etc., así como en la provisión de madera (en especial de leña) y productos no madereros, incluidos los forrajes para animales domésticos. Estos bosques y árboles proporcionan medios de subsistencia a la población local y se integran en la trama de las sociedades rurales. Sin embargo, la presión humana y los riesgos naturales ponen muchas veces en peligro la función productiva y protectora de los bosques y árboles en las tierras áridas. Pese a su importancia para la economía local y la población, los bosques y productos forestales de tierras áridas por lo general aún no se tienen en cuenta en la política de ordenación de recursos naturales y en la toma de decisiones.

Cuando se considere establecer plantaciones, será preciso evaluar el balance hídrico y estimar su evolución para cada uno de los períodos de la vida del rodal. Todo programa de control de la desertificación o actividad de enverdecimiento deberá planificarse en función del paisaje. El lema que ha de expresar la lucha contra la desertificación ha de ser no solo «plante un árbol», sino «ordene la tierra y los recursos de manera sensata: un árbol tan solo deberá crecer cuando y donde su plantación resulte sostenible». ♦



### Bibliografía

**Avissar, R. y Otte, M.** 2007. The impacts of afforestation in northern Israel on its local and regional hydroclimate. Ponencia presentada en la Conferencia internacional sobre la forestación y los bosques sostenibles como medios de lucha contra la desertificación, Jerusalén, Israel, 16-19 de abril.

**Belaaz, M.** 2003. Le barrage vert en tant que patrimoine naturel national et moyen de lutte contre la désertification. En *Proceedings of the XII World Forestry Congress*, Quebec, Canadá, 21-28 de septiembre de 2003. Disponible en: [www.fao.org/docrep/article/wfc/xii/0301-b3.htm](http://www.fao.org/docrep/article/wfc/xii/0301-b3.htm)

**Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo**

(CNUMAD), 1992. Capítulo 12: Ordenación de los ecosistemas frágiles: lucha contra la desertificación y la sequía. En *Programa 21*. Disponible en: [www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21chapter12.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21chapter12.htm)

**FAO.** 2002. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000 – Informe principal*. Estudio FAO: Montes, N° 140. Roma.

**FAO.** 2006a. *Global Forest Resources Assessment 2005 – progress towards sustainable forest management*. FAO Forestry Paper No. 147. Roma.

**FAO.** 2006b. *Global planted forest thematic study: results and analysis*. Planted Forests and Trees Working Paper FP38E. Roma.

**FAO.** 2007a. *Situación de los bosques del mundo 2007*. Roma.

**FAO.** 2007b. La adaptación de la agricultura, la silvicultura y las pesquerías al cambio climático. Perspectiva, estructura y prioridades. Grupo Interdepartamental de Trabajo sobre el Cambio Climático. Roma.

**Malagnoux, M.** 2007. Aridland forests of the world: global environmental perspectives. Ponencia presentada en la Conferencia internacional sobre la forestación y los bosques sostenibles como medios de lucha contra la desertificación, Jerusalén, Israel, 16-19 de abril.

**Malagnoux, M.** 2008. Restauration des terres arides dégradées pour la production agricole, forestière et pastorale grâce à une nouvelle technique mécanisée de récolte des eaux pluviales. En C. Lee y T. Schaaf, eds. *The future of drylands*, Proceedings of the International Scientific Conference on Desertification and Drylands Research, Túnez, Túnez, 19-21 de junio de 2006. Dordrecht, Países Bajos, Springer. (En prensa.)

**Ratliff, E.** 2003. *The Green Wall of China*. Disponible en: [www.wired.com/wired/archive/11.04/greenwall.html](http://www.wired.com/wired/archive/11.04/greenwall.html)

**Rueff, H. y Schwartz, M.** 2007. The contribution of dryland forests to livelihoods – the case of the Yatir forest. Ponencia presentada en la Conferencia internacional sobre la forestación y los bosques sostenibles como medios de lucha contra la desertificación, Jerusalén, Israel, 16-19 de abril.

**The Amazon.org.** 2007. *Information about the Amazon River*. Documento en Internet. Disponible en: [www.theamazon.org/amazonriver.html](http://www.theamazon.org/amazonriver.html)

**University Corporation for Atmospheric Research (UCAR).** 2005. Informe de prensa: Drought's growing reach: NCAR study points to global warming as key factor. 10 de enero. Disponible en: [www.ucar.edu/news/releases/2005/drought\\_research.shtml](http://www.ucar.edu/news/releases/2005/drought_research.shtml) ♦

## Propuestas de políticas para la integración de los bosques, las aguas y la población en la cuenca del Tigris y el Éufrates

*H.M. Kangarani y T. Shamekhi*

*La ordenación integrada de los bosques y las cuencas hidrográficas, especialmente a través de las fronteras, necesita concentrarse en la población.*

Las aguas de la cuenca del Tigris y el Éufrates han sustentado una civilización por más de 6 000 años. Como abarca 76,6 millones de hectáreas, la cuenca es de gran importancia para el balance hídrico en Iraq, la República Árabe Siria y Turquía, y también se extiende a la República Islámica del Irán.

Más del 90 por ciento de la cuenca es clasificada como tierra árida. Los bosques abarcan 1,2 por ciento de la superficie terrestre total (918 800 ha), a la vez que los cultivos agrícolas abarcan el 25,4 por ciento y los pastizales el 47,7 por ciento (FAO, 2005, 2007; CESPAA de las Naciones Unidas) (véase el mapa). Los bosques que originariamente eran densos y más extendidos, después de siglos de explotación –agravada por las condiciones económicas y ambientales y una historia de disputas– redujeron su extensión y modificaron su composición. Cincuenta especies arbóreas endémicas están en peligro de extinción.

A menudo, los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica se utilizan excesivamente, se

**Hannaneh Mohammadi Kangarani** es estudiante de Doctorado en Política Forestal, Facultad de Recursos Naturales, Universidad de Teherán, Karaj (República Islámica del Irán). **Taghi Shamekhi** es Profesor Asociado de Política Forestal, Instituciones y Legislación de los Recursos Naturales, Facultad de Recursos Naturales, Universidad de Teherán, Karaj (República Islámica de Irán).

desaprovechan y se contaminan. El riego excesivo y la inundación de los campos han elevado las capas freáticas y han contaminado los suelos con agua salina, lo cual puede causar la pérdida de cosechas y alcanzar los ríos. La fuerte dependencia de la agricultura, especialmente en el uso del riego, los fertilizantes y los productos químicos, combinada con suelos en gran medida arenosos y gipsíferos, ha ocasionado la intensa lixiviación de sustancias químicas en las aguas subterráneas. El consiguiente bombeo excesivo de los pozos ha agravado el problema.

Asimismo, la deforestación tiene repercusiones en la calidad del agua que corre desde las cuencas o se almacena en la capa freática.

La presión demográfica sobre la cuenca es relativamente elevada, con un promedio de 57 personas por kilómetro cuadrado. La zona se ve amenazada no sólo por el rápido crecimiento de la población, sino también por los altos niveles de pobreza, el aumento de la migración del medio rural al medio urbano en la cuenca, la inestabilidad política, el alto índice de desempleo y bajo crecimiento económico, la rápida industrialización que no presta suficiente atención al medio ambiente (lo que ocasiona la contaminación de las aguas, el aire y el suelo) y la escasa planificación del aprovechamiento de la tierra.

La combinación de la población en aumento

y el abastecimiento fijo de agua en la cuenca ha significado una menor disponibilidad del agua per cápita. Los países de la cuenca del Tigris y el Éufrates son relativamente ricos en agua respecto a la región del Cercano Oriente donde el agua es escasa en la mayor parte de los países. Sin embargo, la distribución desigual del agua, la insuficiente planificación de construcción de represas y los elevados ritmos de retirada de agua, especialmente para la agricultura, son motivos de conflicto y obstáculos para el desarrollo económico. Con una demanda mayor que el volumen total de agua en los dos ríos, los países de la cuenca han generado disputas; por ejemplo, cuando se consideró que una intervención en un país reducía la disponibilidad de agua del otro. Muchas de las poblaciones de la cuenca dependen de ríos que atraviesan una frontera internacional antes de llegar a los lugares donde aquéllas se encuentran. Algunas no tienen acceso a los ríos y dependen de pozos cuyas aguas están disminuyendo, o de agua marina de costosa desalinización. Los costos de la redistribución de los suministros de agua y de la construcción de nuevas represas, que alcanzan a decenas de millones de dólares, podrían determinar un futuro incierto para algunas ciudades y sus industrias asociadas.

Con el objeto de formular políticas apropia-

**La fuerte dependencia de la agricultura de regadío y el bombeo excesivo de pozos agravan el problema del agua en la región (República Árabe Siria)**



FAO/19100R/PAD/UTTI

**La deforestación y el pastoreo excesivo tienen repercusiones en la calidad del agua que corre desde las cuencas o se almacena en la capa freática (Iraq)**



FAO/21746R/MESSORI

das para la conservación y la ordenación de los bosques y las aguas, es esencial abordar las formas en que los bosques, las aguas y la población se interrelacionan.

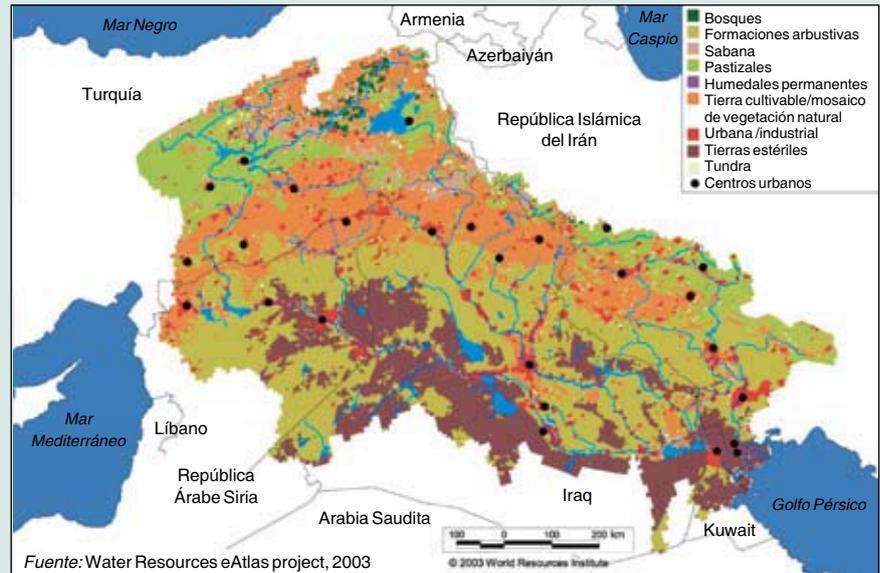
### Recomendaciones

**Cuestiones relacionadas con los bosques y la población.** Puesto que el bosque ejerce influencia en la cantidad de agua y especialmente en su calidad, la ordenación de los bosques se vuelve una meta apropiada para la conservación de las aguas. Las autoridades forestales necesitan promover la incorporación de la ordenación forestal en las estrategias nacionales y regionales, y en planes y programas relacionados con la ordenación de los ríos, las cuencas y las aguas subterráneas; y trabajar en colaboración con organizaciones e instituciones internacionales y nacionales para aumentar los conocimientos de la utilidad de los bosques en el plano hidrológico y ambiental.

Debería atribuirse mayor prioridad a impedir la degradación de los bosques –por ejemplo, limitando el pastoreo en tierras forestales– y fomentando la forestación y reforestación (en particular, los árboles fuera del bosque) para la protección del medio ambiente y la provisión de madera local, especialmente de leña. La condición crítica de los bosques y la dependencia de los bosques de algunas poblaciones para la obtención de medios de subsistencia son factores que conducen a destacar otras funciones económicas de los bosques además de la producción de madera; se deberían promover los productos forestales no madereros (PFNM) así como el ecoturismo por medio de políticas apropiadas. La transferencia de las responsabilidades de la ordenación de los bosques a nivel local puede otorgar a las comunidades los derechos e incentivos para ordenar y utilizar los recursos forestales de manera sostenible.

Los países deberían preparar planes de protección de los recursos naturales basados en la reforestación de cuencas, incluso medidas para controlar las fuentes potenciales de contaminación como los sistemas sépticos y los depósitos de combustible e identificar alternativas para las fuentes de agua potable en el caso de contaminación. Esto daría lugar a un mapeo de las zonas de recarga de las fuentes de agua y a la identificación de las especies apropiadas de rápido crecimiento.

Aunque algunos de los bosques naturales remanentes de la cuenca del Tigris y el Éufrates se hallan preservados en parques nacionales, hasta hoy dichos bosques no han



**Utilización de la tierra en la cuenca hidrográfica del Tigris y el Éufrates**

sido conservados por sus valores respecto de la producción de agua. En la actualidad, sólo el 0,4 por ciento del total de la zona de la cuenca está protegido. La conservación de los bosques será cada vez más importante para garantizar el abastecimiento de agua de esta cuenca, debido a que tanto la población residente como la cantidad de turistas están en aumento. Se debería separar algunas partes de los bosques como zonas protegidas en las que no se permite ningún tipo de explotación, y sería económicamente prudente «adquirir» estos bosques a la industria de aserraderos y a los pastores pagándolos con el dinero generado mediante la venta del agua a usuarios domésticos y a otros usuarios. Ello estimularía a la industria a prestar más atención a los bosques más jóvenes, a las plantaciones de madera y a los productos de madera aserrada de mayor valor agregado.

La información acerca de los efectos de los bosques sobre los recursos hídricos es inadecuada (véase el recuadro, pág. 32). Se necesita un estudio adicional para establecer el valor económico de la ordenación de los bosques para proteger el suelo y la cantidad y calidad de agua, para obtener mayor beneficio de la característica de la cuenca hidrográfica para almacenar agua temporalmente y evitar el daño por inundación de corriente abajo y para realizar mapas de la futura demanda y abastecimiento de agua.

**Cuestiones relacionadas con el agua y la población.** Habida cuenta de que la escasez de agua amenaza superar al petróleo como principal motivo de conflictos en la región, es

necesario un acuerdo para garantizar que las aguas de la cuenca del Tigris y el Éufrates sean utilizadas de manera racional, equitativa y sostenible. Una mejor cooperación en la planificación de las aguas, más allá de los intereses estrictamente nacionales, podría ayudar a los países que son parte interesada en la cuenca a adaptarse a los rápidos cambios demográficos y a sus efectos sobre la disponibilidad del agua.

Para una mayor protección permanente del agua potable, la compra de la zona de protección de la fuente es un método factible, pero costoso. El establecimiento de un fondo rotatorio para el agua potable, como el que se adoptó en los Estados Unidos (Acuerdo de Asociación Económica de los EE.UU., 2007) podría ser un modo de reducir el costo. El programa de los Estados Unidos proporciona préstamos en buenas condiciones a los sistemas de aguas públicas para la mejora de la infraestructura hídrica. Los fondos para protección de las fuentes podrían proveer préstamos con bajo interés para ayudar a los municipios, que ya hayan desarrollado un plan de protección de las fuentes, a adquirir la tierra o los derechos de desarrollo.

Los países de la cuenca se beneficiarían de la formulación y ejecución de un plan en colaboración para la cuenca considerado en su conjunto, orientado a armonizar las demandas de aspecto conflictivo. Ese plan podría ocuparse de las transferencias de aguas entre ríos y reservorios, así como de las aguas comunicantes y los sistemas de energía. Los institutos regionales mixtos de investigación, los centros de capacitación y

las granjas modelo son entidades que permitirían a los países intercambiar conocimientos especializados no sólo con ingenieros y técnicos sino también con los agricultores. La experiencia turca (apoyada por el Banco Mundial) de asociaciones de usuarios de las aguas brinda un modelo interesante para una creciente eficiencia en el uso del agua, la recaudación de ingresos del agua y el ahorro de agua (Beaumont, 1998; Dudley y Stolton, 2003).

Las técnicas para el aumento del abastecimiento de agua (por ejemplo, la captación de agua, el aprovechamiento en común de fuentes superficiales y subterráneas, la reutilización del agua y, si es necesario, la siembra de nubes) y las técnicas de gestión de la demanda deben ser parte de una solución global en la cuenca del Tigris y el Éufrates. Las estrategias potenciales comprenden la mejora de la infraestructura de distribución de la electricidad para reducir las pérdidas, y la construcción de instalaciones energéticas eólicas o fotovoltaicas. El objetivo general del acuerdo sobre las aguas en esta cuenca sería fomentar la utilización sostenible de la tierra de la región y de los recursos hídricos para el bienestar de la población.

### Conclusiones

La planificación integrada de la ordenación de la cuenca debe tomar en consideración la población, los bosques y las aguas – en realidad, la población debe ser el centro de interés. La ordenación sostenible de los bosques y las aguas debe mantener una estrecha relación con el seguimiento de las políticas públicas, las condiciones sociales mejoradas, las estrategias para la mitigación de la pobreza y un crecimiento económico amplio.

Todas las políticas forestales deberían estar estrechamente relacionadas con la naturaleza y ser polivalentes. Para cambiar las políticas forestales anteriores de esta cuenca, es necesario introducir infraestructura adecuada; pero a causa de los elevados índices de pobreza y de la inestabilidad social en la cuenca, los cambios deben hacerse lenta y gradualmente.

La naturaleza no sigue los proyectos gubernamentales, no escucha a los políticos, no reconoce las fronteras políticas y no cambia su esencia por una creencia religiosa o política. Para proteger la naturaleza, deberíamos adaptarnos a ella.

### Necesidades de información para una mejor ordenación de los bosques y las aguas

Además de la necesidad de la voluntad política, la falta de información fiable es uno de los principales desafíos para una ordenación eficaz de la cuenca del Tigris y el Éufrates. Por ello, el primer paso consiste en reunir información práctica y útil en las siguientes áreas:

- **Bosques:** situación actual, capacidad de carga de la tierra forestada (en lo que se refiere a todos los beneficios económicos y ambientales), capacidad para la reforestación con especies nativas o introducidas, características de especies endémicas, tierras con posibilidades para la forestación, principales amenazas a los bosques.
- **Recursos hídricos:** variaciones estacionales y anuales en cada país, principales inundaciones en los últimos cien años y principales factores determinantes, relación entre estas inundaciones y los cambios en la utilización de la tierra, efectos de los bosques en la calidad y cantidad del agua.
- **Población dependiente de los bosques y pobreza rural:** necesidades primarias, niveles de pobreza, oportunidades de trabajo, alcance de la dependencia de los bosques, relaciones con los bosques, compromiso actual con la ordenación de los bosques.
- **Demanda:** de productos forestales (en particular, madera, leña, productos forestales no madereros y servicios forestales) y de agua por parte del medio urbano y rural, la población dependiente de los bosques, la agricultura, etc.
- **Acuerdos institucionales:** instituciones y administraciones locales, nacionales y regionales; organizaciones privadas y gubernamentales y organizaciones no gubernamentales; planes de desarrollo nacionales y regionales; políticas y legislación relativas a los bosques, a la población y a las aguas; estructuras locales y tradicionales relacionadas con la ordenación de los recursos naturales.
- **Opinión pública:** acerca de los bosques y los beneficios forestales, el ecoturismo, la importancia de la conservación forestal, la sustitución de los productos madereros por otros materiales.



### Bibliografía

- Beaumont, P.** 1998. Restructuring of water usage in the Tigris-Euphrates basin: the impact of modern water management policies. En J. Albert, M. Bernhardtsson y R. Kenna, eds. *Transformations of Middle Eastern natural environments: legacies and lessons*. Bulletin Series No. 103, pp. 168–186. New Haven, Connecticut, EE.UU., Yale School of Forestry and Environmental Studies.
- Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia Occidental (CESPAO).** 2002. *Assessment of legal aspects of the management of shared water resources in the ESCWA region*. E/ESCWA/ENR/2001/3. Nueva York. Disponible en: [www.escwa.org.lb/information/publications/edit/upload/enr-01-3.pdf](http://www.escwa.org.lb/information/publications/edit/upload/enr-01-3.pdf)
- Dudley, N. y Stolton, S., eds.** 2003. *Running pure: the importance of forest protected areas to drinking water*. Gland, Suiza, Alianza Banco Mundial/Fondo Mundial para la Naturaleza para el uso sostenible y la conservación de los bosques (ALIANZA BM/WWF).
- FAO.** 2005. *Aquastat, Sistema de Información sobre el Uso del Agua en la Agricultura y el Medio Rural de la FAO*. Roma. Disponible en: [www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm)
- FAO.** 2007. *People, forests and trees in West and Central Asia: outlook for 2020*. Main report of the Forestry Outlook Study for West and Central Asia. FAO Forestry Paper No. 152. Roma.
- United States Environmental Protection Agency (US EPA).** 2007. *Drinking Water State Revolving Fund (DWSRF)*. Documento en Internet, disponible en: [www.epa.gov/safewater/dwsrf.html](http://www.epa.gov/safewater/dwsrf.html)
- Water Resources eAtlas project.** 2003. *Watersheds of the World*. Washington, DC, EE.UU., Instituto de Recursos Mundiales. Disponible en: [www.wri.org/publication/watersheds-world-cd](http://www.wri.org/publication/watersheds-world-cd)

# Los bosques del monte Kulal en Kenya: una fuente de recursos hídricos y de sostén de los medios de subsistencia locales

*T.Y. Watkins y M. Imbumi*

*El Kulal, monte envuelto en brumas que se yergue en medio de una de las zonas más áridas de África oriental, proporciona a toda la región unos servicios hidrológicos indispensables.*

El monte Kulal es un pico volcánico erosionado que en su cima está cubierto de bosque brumoso y en sus partes bajas, de variados tipos de vegetación. Cuenta entre las cumbres más altas del norte de Kenya y constituye un ecosistema único por estar rodeado por todos los lados de tierras áridas y semiáridas. El ecosistema montañoso captura humedad en forma de bruma y lluvia y proporciona servicios hidrológicos importantes a toda la región.

El monte Kulal es el eje de la reserva homónima del Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB), y una de las seis reservas MAB existentes en Kenya. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) la designó como reserva MAB en 1979. Situada en el distrito de Marsabit, en Kenya septentrional, la reserva cubre una superficie de unos 7 000 km<sup>2</sup> y se

extiende desde la parte oriental del lago Turkana, a través flujos lávicos irregulares, hasta la cumbre del monte Kulal, donde se encuentra su área central, que mide 11 km<sup>2</sup>. Por su parte oriental y nororiental, la reserva cae a través de ecosistemas semi-desérticos hasta las tierras bajas cálidas del desierto de Chalbi (véase el mapa).

Las tribus Turkana, Samburu, Rendile, El Molo y Gabra, que pueblan este variado paisaje, dependen del medio ambiente para sus actividades ganaderas, pesqueras y agrícolas, las cuales constituyen sus formas de subsistencia, y ejercen, concomitantemente, un impacto innegable sobre el medio ambiente. Estas culturas esencialmente pastorales han adaptado sus prácticas de subsistencia con el fin de incorporar en ellas tanto los bosques de montaña como la vegetación semiárida, y dependen cada vez más de unos y de la otra para la obtención de muchos productos y servicios forestales

**Reserva de la biosfera del monte Kulal**



**Tammy Y. Watkins** es candidata doctoral del Departamento de Antropología de la Universidad de Georgia, Athens, Georgia (Estados Unidos de América).

**Maryam Imbumi** es botánica de los Museos Nacionales de Kenya, Nairobi (Kenya).

tales como la leña, las materias brutas para confección de carbón, la madera de construcción, los alimentos, los medicamentos y los servicios culturales y espirituales. En el monte Kulal y en diversos puntos del lago Turkana, unas pocas personas han emprendido actividades comerciales o han creado cooperativas aprovechando el interés que suscita el ecoturismo en la región.

El Proyecto Integrado sobre Tierras Áridas (IPAL), iniciativa en colaboración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Programa MAB de la UNESCO, llevó a cabo en esta región, desde mediados del decenio de 1970 hasta mediados del de 1980, una investigación para comprender más en profundidad los sistemas bióticos presentes en las montañas que se encuentran en medio de las tierras áridas. El Gobierno de Kenya publicó los resultados de la investigación sobre los bosques en el *Boletín Oficial del Estado* durante aquel período. El Instituto de Investigaciones Forestales de Kenya aseguró la gestión del programa por encargo de la UNESCO, pero no ha desarrollado ningún programa activo durante más de una década. Desde el cese de estos programas, las actividades de conservación y ordenación de los bosques en el monte Kulal, así como en toda la reserva, se han detenido. Los bosques corren el riesgo de sufrir grave deterioro.

Según la ley keniana, los bosques y otras zonas no ocupadas por casas en granjas pertenecen al gobierno, pero de acuerdo con las tradiciones locales, la tierra le pertenece colectivamente a la comunidad. La propiedad de la tierra aún no ha sido objeto de comprobación jurídica en el monte Kulal ni en otras partes de Kenya septentrional (excepto en la reserva de caza de los samburus, donde las medidas de conservación impidieron el acceso de los pastores nómadas a sus pastos tradicionales). La incierta situación de tenencia de la tierra no ha dejado de plantear problemas a la hora de planificar las actividades de ordenación con propósitos de conservación y llevar a cabo la ordenación forestal sostenible.

Este artículo se basa en la labor desarrollada por el IPAL y en las conclusiones de un grupo de trabajo multidisciplinario UNESCO-Kenya que visitó la reserva del monte Kulal en diciembre de 2006 para examinar la situación actual de la reserva y sus pobladores.

## **GEOLOGÍA, TOPOGRAFÍA E HIDROLOGÍA**

Como el monte Kulal es de origen volcánico, los campos de lava caracterizan el paisaje que lo circunda (Herlocker, 1979); los lados del monte son empinados y a menudo están cortados por cañones profundos, especialmente en los flancos oriental y occidental. El lago Turkana se encuentra hacia el oeste a 410 m de altitud, mientras que el piso del desierto de Chalbi, hacia el norte, está entre los 435 y 500 m. El punto más elevado del monte Kulal se sitúa a 2 335 m. Este pico consiste en una de las murallas de lo que queda de un cráter volcánico ubicado en el centro de la cadena montañosa, pero el borde oriental se ha erosionado a lo largo de los milenios formando la magnífica garganta de El Kajarta que divide el Kulal en dos partes (Herlocker, 1979). Las laderas más bajas dan origen a llanuras aluviales en altitudes de 500 a 700 m. Hacia el sur, estas llanuras limitan con las cadenas montañosas de Ndotos y Nyiru (2 752 m), que son incluso más altas.

La ubicación de una cumbre de la altura del monte Kulal en medio de una de las regiones más áridas de África oriental no solo hace de este monte un accidente topográfico único, sino que contribuye también a los particulares servicios del ecosistema que el monte y los bosques brindan a la región. El clima de la región está determinado por los sistemas monzónicos del noreste y del sudeste. El monzón del noreste aporta masas de aire calientes y secas que traen vientos elevados desde el norte o noreste y produce una estación de lluvias breve en octubre y noviembre. El monzón del sureste, que se origina en el océano Índico, es más favorable para la pluviosidad. La larga estación de lluvias es sumamente variable pero su intensidad es por lo general máxima en abril. La topografía del monte Kulal crea lo que se denomina un levantamiento orográfico, fenómeno que ocurre cuando las masas de aire están obligadas a subir de una elevación más baja a una más alta, donde se enfrían y por lo tanto no pueden ya contener la misma humedad, lo cual ocasiona la formación de nubes y precipitación. Este fenómeno, junto con la convergencia de sistemas monzónicos opuestos, produce enfriamiento y precipitaciones (Herlocker, 1979). Los bosques nubosos que se encuentran en el área central de la reserva MAB ayudan a

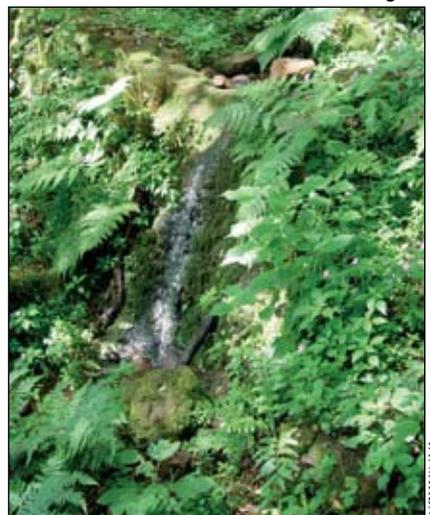
atrapar la humedad derivada de la evapotranspiración que tiene lugar en las tierras bajas pudiendo hacer que la pluviosidad local aumente, pero este hecho no ha sido estudiado adecuadamente.

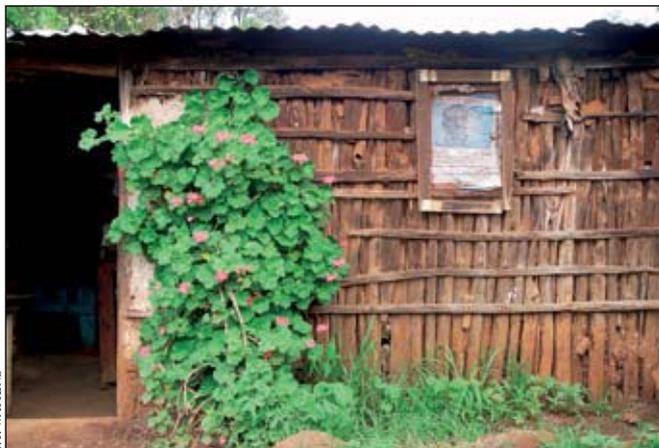
## **SERVICIOS DEL ECOSISTEMA**

Los bosques del monte Kulal contribuyen a contener el agua y a transportarla a las aldeas que se encuentran en la montaña y sus alrededores. El agua mana de vertientes que están en el bosque y en los hombros de montaña, así como de vertientes estacionales y perpetuas en la base de la montaña. Tan solo en la montaña se conocen una docena de manantiales y agujeros de agua (Synnott, 1979). En todos los niveles, los bosques intactos, desde los brumosos y nubosos de la cima, a través de las aldeas de Gatab, Oltrop, Larashi y Arabal, hasta los de *Acacia* en los hombros de montaña, ayudan a retener y absorber unas lluvias a menudo breves e intensas y a impedir las escorrentías rápidas. Estas últimas pueden no solo causar erosión en los suelos y pérdida de cubierta vegetal, sino también pérdidas de ganado y vidas humanas cuando se producen fuertes crecidas aguas abajo.

Los ricos suelos volcánicos, que se usan cada vez más en la agricultura para complementar las prácticas ganaderas tradicionales, no son la única característica geológica importante del monte Kulal. Los antiguos flujos de lava filtran y conducen las aguas a los manantiales que se encuentran a través de la región. El manantial

*El agua de los manantiales del monte Kulal fluye durante todo el año y mantiene una ecología de torrentes que es rica en diversidad vegetal*





*La construcción de casas de madera es la forma de aprovechamiento más común de los productos forestales en las aldeas del monte Kulal*

de Loyangalani proporciona agua dulce durante todo el año en la orilla oriental del lago salado de Turkana y se ha convertido en el elemento clave del asentamiento humano más grande de la región (Fuchs *et al.*, 1935). Originariamente, Loyangalani era un centro comercial y administrativo; la localidad sigue dependiendo del manantial para satisfacer todas sus necesidades de agua dulce (Fratkin y Roth, 2005). En la actualidad se ha convertido en un pequeño centro ecoturístico en la zona de la reserva. El Oasis Lodge, que se encuentra en las afueras del centro de Loyangalani pero cerca del lugar donde nace el manantial de Loyangalani, fue la primera empresa creada específicamente con fines turísticos en la región, y por su ubicación es la primera en acceder al agua de los manantiales. Si bien hoy en día existen muchos campamentos y hospederías, el Oasis Lodge sigue siendo la hospedería ecoturística principal. Además, numerosos otros manantiales estacionales brotan en las cercanías de los fondos de lecho donde hay lavas desparramadas o en medio de los campos de lava. Estos agujeros de agua son importantes para la subsistencia del hombre y los animales.

#### **BOSQUES Y MEDIOS DE VIDA**

El monte Kulal proporciona numerosos recursos tanto a las comunidades que viven en la montaña como a las que residen en zonas de menor altitud. El bosque es la fuente principal de materiales de construcción, leña y medicamentos para los habitantes locales. Las gargantas profundas son usadas por los moranis, jóvenes guerreros samburus, como lugares de entrenamiento y escondites. Los aldeanos samburus refieren que en el pasado muchas cavernas, gargantas e incluso troncos de higuera

cavernosos servían de refugio durante los asaltos y prolongadas batallas con los pastores vecinos.

Los productos forestales más utilizados son las estacas para la construcción de casas locales. Las viviendas de los samburus en las aldeas del monte Kulal adoptan una u otra de las dos formas siguientes: las construcciones de adobe y estacas de troncos de árboles, que pueden tener una duración de decenas de años, especialmente cuando los muros de adobe y los techos metálicos se mantienen con regularidad; y las casas más tradicionales, que se construyen con ramas más pequeñas que se hincan en la tierra y se comban hasta formar un domo que constituye la estructura madre. Dicha estructura se cubre con pasto y malezas y se techa ahora preferentemente con plástico. Estas últimas casas pueden durar solo unos pocos años, y no es raro encontrar construcciones de diferentes edades en un mismo complejo residencial. Las ramas delgadas más pequeñas (por ejemplo, las de *Lippia* sp. y *Lantana* sp.) con que se refuerzan las paredes de adobe se pueden obtener en la sabana arbustiva cercana a la aldea, más bien que en el bosque.

La madera muerta que sirve de combustible se usa probablemente con una intensidad equivalente. Los oficiales administrativos locales tratan de hacer respetar la reglamentación en pro de la conservación que fue establecida durante el período de gestión más activo, con objeto de limitar la tala de árboles vivos para la obtención de leña de los bosques de la montaña. Sin embargo, pareciera no existir reglamentación que prohíba la corta de maleza o de árboles en las zonas arboladas fuera del área central y en las tierras bajas de la reserva. A causa del clima frío y la alta humedad, la leña es en esta región una materia indispensable durante la mayor parte del año. El combustible de madera (leña y carbón de leña) es la principal fuente de energía, pero el carbón de leña se confecciona en pequeña cantidad, especialmente para consumo local. Un residente de Gatab declaró que los hogares llegan a recolectar hasta 40 a 50 kg de leña diarios, pero se estima que esa cantidad constituya probablemente un máximo.

A escala menor, los minerales ocupan un lugar bastante importante en la cultura de los samburus. Los habitantes locales recogen el ocre rojo en el *lorian lolkaria* o «lugar del ocre rojo» del bosque. El ocre se mezcla con grasa de cola de oveja y se usa para untar el cabello a fin de realzar su belleza y estimular su crecimiento. Lo usan principalmente los moranis, pero también las mujeres jóvenes en cantidades pequeñas. Los cultivadores venden el ocre al precio de 10 chelines (\$EE.UU. 0,15) la cucharada grande en las aldeas.

La mayor parte de los residentes encuestados corroboró que el bosque es una fuente rica en medicamentos locales y tradicionales, a pesar de que resulta difícil cuantificar los volúmenes recolectados. Como esta

*En el monte Kulal, se necesita leña la mayor parte del año a causa del clima frío y la elevada humedad*



información proviene de personas no especializadas, cabe suponer que muchos, si no la mayor parte de los hogares, recolectan esos productos periódicamente. Puesto que los productos están disponibles para quien quiera recogerlos en el bosque cercano, su comercio o intercambio en los mercados no es intenso. Con algunas plantas—empleadas sobre todo por los moranis— se preparan sopas cuyo consumo previene las enfermedades; mientras que las mujeres añaden ciertas plantas a la leche que ofrecen a los niños para fortificarlos. Tanto *Clerodendrum myricoides* como *Boerhavia coccinea* se cultivan en las granjas por sus propiedades medicinales.

Durante las prolongadas sequías, los ganaderos llevan a sus animales a pastar a los bosques. Para alimentar a los animales se cortan por lo general las ramas de olivos (*Olea europaea* ssp. *cuspidata* y *Olea capensis* ssp. *macrocarpa*). Durante las sequías extremas, los animales ramonean también la mayoría de las demás plantas del bosque. El alcance y efectos del pastoreo en el bosque aún no son conocidos. Se

suelen ver en el bosque rastros de ramas y a veces árboles pequeños cortados. El uso selectivo de las especies preferidas para determinar los efectos de la merma de la biodiversidad de las especies forestales merecería ser estudiado. Anteriormente, en los proyectos del IPAL se contrataba a un guardia para restringir el pastoreo dentro del bosque (Lewis, 1977), pero ahora es la comunidad misma la que destaca sus propias patrullas de vigilancia. En épocas de sequía extrema, cuando los recursos forestales revisten mayor importancia para el ganado, los ancianos autorizan el pastoreo no controlado en el bosque.

El suministro de agua es el servicio más importante proporcionado por el bosque a las aldeas locales. En la actualidad, se han construido embalses para recolectar el agua de algunos manantiales. El agua se desplaza a través de tubos por flujo gravitacional hasta los estanques de contención que abastecen a las comunidades locales. La construcción, expansión y manutención de este sistema corre a cargo de la misión de la Iglesia Continental Africana en Gatab.

El comité de aguas, que forma parte del consejo aldeano local, es responsable de la gestión del sistema hídrico y de su eventual extensión a las aldeas. A quien estropea las fuentes de agua la administración local aplica una multa de 1 000 chelines (alrededor de 15 dólares EE.UU.) además de otras medidas disciplinarias. En las tierras bajas se han construido tres presas que han sido útiles para los grupos de pastores que las usan principalmente para abreviar su ganado.

#### RECOMENDACIONES PARA UNA CONSERVACIÓN MEJORADA

En combinación con los patrones climáticos regionales, el funcionamiento de la topografía del monte Kulal determina el aprisionamiento de la condensación que da origen a los bosques brumosos. La a menudo exuberante cubierta forestal de las tierras altas mantiene en su lugar el rico suelo volcánico durante las precipitaciones estacionales. Al retardar la escorrentía, la cubierta forestal no solo evita la erosión del suelo, que es evidente en las zonas aclareadas, sino que contribuye también a dirigir las aguas de lluvia hacia los lechos de lava porosos, y a su vez hace fluir el agua de los manantiales hacia los bordes del desierto de Chalbi y las playas rocosas del lago Turkana.

Los variados recursos biológicos proporcionan abrigo, alimento, medicamentos y valores culturales a la población local. Las familias tradicionales de pastores samburus están diversificando sus medios de vida y dependen cada vez más de la agricultura para su subsistencia y sus intercambios comerciales. La agricultura, actividad reciente, está supeditada a las aguas y suelos, que a su vez dependen de los recursos naturales del monte Kulal. Es preciso que las personas que viven en la reserva MAB sepan cómo aprovechar y manejar los recursos de manera sostenible a fin de no comprometer el medio ambiente mismo que asegura su subsistencia.

El grupo de trabajo de la UNESCO encargado de la Reserva de la biosfera del monte Kulal ha agrupado las recomendaciones relacionadas con el futuro de la reserva en tres amplias categorías: creación de capacidad, conservación y desarrollo.

Las comunidades samburus que viven en el monte Kulal desarrollan unas cuantas prácticas conservacionistas tradicionales que por lo general son específicas. Por



*El agua de un embalse construido hace unos 30 años se traslada a través de tuberías hasta los estanques de contención que abastecen a las comunidades locales*



*Los árboles retienen los suelos volcánicos inestables del monte Kulal; la erosión por deslizamiento es común en las zonas aclareadas cercanas a muchos manantiales del bosque*

ejemplo, *Ficus thonningii* se asocia con los rituales y reviste para los samburus un carácter sagrado. A pesar de carecer de significación ritual, *Juniperus procera* también es una especie protegida. La importancia cultural de algunos árboles puede explicar por qué los samburus han mantenido, pese a la estrechez de sus recursos financieros, ciertas prácticas de conservación forestal introducidas por la UNESCO. Este afán no debe ser ignorado y merece ser robustecido. Los administradores y jefes de la comunidad deben trabajar en redes y proseguir la creación de capacidad para llevar a cabo las labores de conservación y desarrollo.

A pesar de la toma de conciencia individual de los problemas relacionados con la conservación y a la vigilancia ejercida por la comunidad para evitar la manifiesta destrucción forestal, las personas que viven en la reserva tienden a invadir los bosques del monte Kulal. La selección continua de algunos árboles con el objeto de su aprovechamiento, y de otros árboles para fines de conservación, afectará a la biodiversidad de los bosques y tendrá consecuencias desconocidas. Además, diversos grupos culturales, y no solo los samburus, viven en el interior de la reserva. Las iniciativas de conservación deberán concentrarse en la importancia de mantener los servicios del ecosistema en beneficio de todos los habitantes de la reserva y de la región. Una educación en ordenación forestal y conservación de recursos que vincule explícitamente los medios de vida con los servicios del ecosistema deberá aclarar la necesidad de conservar la biodiversidad y ordenar los bosques de modo sostenible. Una investigación participativa ininterrumpida deberá conducir a comprender mejor las interacciones entre el medio humano y el ambiente y a orientar la conservación hacia el acceso ininterrumpido a los productos forestales en pro de los medios de vida sostenibles.

El comercio y la integración regional de las comunidades e individuos pueden proporcionar oportunidades para mejorar los medios de vida, la alimentación y la salud. Los aldeanos ya están ampliando la diversidad de sus rebaños e introduciendo los intercambios hortofrutícolas y de mercado en sus medios de subsistencia. Estas actividades pueden ser llevadas a cabo de modo sostenible, pero no siempre se ejecutan de tal manera hoy en día.

En los planes de desarrollo actuales y futuros será menester incorporar, como elementos indispensables, el mantenimiento de la biodiversidad y la conservación. ♦



## Bibliografía

- Herlocker, D.** 1979. *Project 3: Impact of human activities and land use practices on grazing lands*. Nairobi, Kenya PNUMA: Proyecto Integrado sobre Tierras Áridas (IPAL).
- Fratkin, E. y Roth, E.A.** 2005. *As pastoralists settle*. Nueva York, EE.UU., Kluwer Academic Publishers.
- Fuchs, V.E., Wakefield, R.C., Millard, J.F. y MacInnes, D.G.** 1935. The Lake Rudolf rift valley expedition, 1934. *The Geographical Journal*, 86(2):114–137.
- Lewis, J.G.** 1977. *Report of a short-term consultancy on the grazing ecosystem in the Mt. Kulal Region, Northern Kenya*. Project 3: Impact of Human Activities and Land Use Practices on Grazing Lands. IPAL, Informe técnico E-3. Nairobi, PNUMA-MAB.
- Synott, T.J.** 1979. *A report on the status, importance and protection of the montane forests*. IPAL, Informe técnico D-2a. Nairobi, UNESCO. ♦

## Las repercusiones de la escasez de agua en los recursos forestales: el caso de Uganda

F. Kafeero

*En Uganda, la reducción de los recursos hídricos a causa cambio climático ha disminuido la producción de energía hidroeléctrica, lo que ha determinado que la población haya vuelto a utilizar los combustibles de madera para la generación de energía y haya recurrido a la deforestación para el aprovisionamiento de combustible.*

En Uganda, en los últimos años, los efectos del cambio climático se han manifestado con un frecuente aumento de los eventos climáticos extremos, como sequías prolongadas y fuertes tormentas que originan inundaciones y corrimiento de tierras. Tras las sequías extremas y prolongadas de 2004/2005, el nivel del agua del lago Victoria descendió un metro entero en 2006. Este drástico descenso se atribuyó a la elevada evaporación de la superficie del lago, la baja pluviosidad en la cabecera de los ríos que descargan en el lago, y el retiro excesivo de agua para la producción de energía, proveniente de la presa de las cataratas de Owen, para satisfacer la creciente demanda de electricidad del país.

A causa de la escasa disponibilidad de agua para la producción de energía en el lago Victoria (la única fuente hídrica para la presa de las cataratas de Owen), el país experimentó medidas de racionamiento de energía sin precedentes que repercutieron en los sectores industrial y doméstico. La escasez de energía causó la interrupción de las actividades económicas y tuvo efectos globales negativos sobre la economía del país y los medios de vida de su población. A fin de satisfacer la demanda de electricidad, el

gobierno recurrió a la utilización de la costosa energía térmica, un cambio que se tradujo en un aumento de las tarifas eléctricas de 216 a 426 chelines (\$EE.UU. 0,13 a 0,25) por unidad de consumo doméstico.

Un resultado de los altos precios de la electricidad fue una mayor presión sobre los recursos forestales. Casi todas las familias (95 por ciento) del país utilizan el combustible forestal (leña o carbón vegetal) para satisfacer parte de sus necesidades energéticas. Con las tarifas energéticas a un precio exorbitante, la dependencia de los productos arbóreos y forestales para obtener combustible aumentó aún más. La población urbana que normalmente utilizaba electricidad para cocinar sus alimentos volvió a utilizar el dendrocombustible. La demanda de leña superó así la oferta, provocando un aumento vertiginoso del precio del carbón vegetal y la leña.

Una consecuencia de esta dinámica ha sido el aumento de la deforestación en los bosques ordenados de manera no sostenible, en particular, los bosques naturales privados, ya que los proveedores de dendrocombustible procuran satisfacer la creciente demanda obteniendo beneficios del fuerte aumento registrado. Muchas familias rurales han recurrido a la corta de árboles, incluso los árboles frutales para obtener leña, de manera que los bosques se reducen cada vez más. La

corta excesiva de los bosques, junto con las prácticas de tala y quema insostenibles, ha contribuido a la degradación de la tierra y los suelos, que a su vez es responsable de los escasos rendimientos de los cultivos alimentarios. Esto eleva aún más el riesgo de inseguridad alimentaria.

Como en el país se ha registrado una pluviometría extraordinariamente elevada en 2007, sin una estación seca reconocible durante el período de julio a septiembre, los niveles del lago han subido lentamente. Sin embargo, la producción de electricidad no se ha recuperado y la energía hidroeléctrica se sigue complementando con generadores térmicos. Por ese motivo las tarifas de la energía se han mantenido excesivamente altas para los sectores pobres y de clase media ugandeses que conforman la mayor parte de la población. Por ello, la corta de árboles y la deforestación continúan con la misma intensidad en respuesta a la creciente escasez de leña. Además, las fuertes lluvias derrubian los suelos desnudos en el lago y los ríos, aumentando el problema de sedimentación. Se teme que cuando se produzca una serie de condiciones de extrema sequía, el círculo vicioso se acentuará aún más creando, en Uganda, una seria amenaza para la vida de los seres humanos de la generación actual y de la futura.

**La reciente disminución del nivel del agua del lago Victoria ha reducido el abastecimiento hídrico a la estación de Nalubaale (presa de las cataratas de Owen), determinando la escasez de energía**



**En Uganda, a lo largo de la costa del lago Victoria, los pescadores juntan carbón vegetal para ahumar el pescado; la leña y el carbón vegetal son muy utilizados en el país y la producción de dendrocombustible no sostenible, en especial el que proviene de los bosques naturales privados, es una de las causas de la deforestación**



Fred Kafeero es Director Ejecutivo de Alerta Medioambiental, Kampala (Uganda).

© BOARD OF REGENTS OF THE UNIVERSITY OF WISCONSIN SYSTEM

FAO/ITSA/IR. FADUTTI

# Gracias a la ordenación forestal, la población urbana obtiene unos suministros hídricos más limpios

S. Stolton y N. Dudley

*La protección de los bosques contribuye a asegurar suministros de agua inocuos y limpios para la población de algunas de las ciudades más grandes del mundo.*

El acceso al agua limpia cuenta entre los derechos humanos fundamentales; sin embargo, en la actualidad más de 1 000 millones de habitantes de las ciudades carecen de acceso a agua limpia. Esto no se debe por lo general a que los suministros sean insuficientes, sino a que tal situación crítica deriva de la incapacidad de organizar adecuadamente los suministros para satisfacer la demanda. Un tal menoscabo es tanto más frustrante cuanto que la naturaleza dispone de mecanismos necesarios para suministrar agua limpia y saludable, comprendido el efecto de filtración ejercido por los bosques sanos de las cuencas hidrográficas. No obstante, en muchas partes del mundo una gestión medioambiental errada ha conducido a una escasez crítica de agua dulce.

En este artículo se destaca la forma en que algunas de las ciudades más grandes consiguen suministrar agua dulce en cantidades suficientes a sus habitantes, al menos en parte gracias a la protección de los bosques. Se dan a conocer asimismo algunas iniciativas de política esenciales que podrían ayudar a reducir el elevado número de personas cuyas vidas se ven lastradas por la búsqueda diaria de agua limpia y sana.

## OFERTA Y DEMANDA

En teoría, el agua es un recurso esencialmente renovable. El agua cubre la mayor parte de la superficie de la Tierra, y en la mayoría de las zonas cae espontáneamente del cielo. Sin embargo, a causa del descuido y despilfarro con que se han usado los recursos hídricos, la rapidez del crecimiento de la población humana y el aumento de la demanda de agua, el suministro adecuado de agua sana se ha convertido en la actualidad en motivo de gran preocupación, gastos e incluso tensiones internacionales.

Los miembros más pobres de la sociedad,

que carecen de los recursos para obtener agua sana, son quienes más sufren los efectos de su escasez. Uno de cada cinco habitantes en el mundo en desarrollo carece de un suministro de agua fiable. La carencia de agua limpia tiene graves repercusiones a corto y a largo plazo sobre la salud, comprendida una mayor mortalidad infantil y una reducida capacidad de trabajo, que se traducen en una productividad industrial aminorada y presiones sobre unos servicios sanitarios ya puestos a prueba. En cambio, el acceso al agua limpia puede tener efectos positivos considerables en la salud. En Uganda y en Camerún, por ejemplo, se estima que, cuando se dispone de agua limpia, el riesgo de mortandad prematura se reduce en un 23 y un 30 por ciento, respectivamente (PNUD, 2006).

Hoy en día, cerca de la mitad de la población del mundo mora en pueblos y ciudades, y un tercio de esa población vive privada de agua limpia o servicios sanitarios adecuados (Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, 2003). Las autoridades municipales tienen variados medios para suministrar agua potable, según cuál sea su localización, los recursos de que dispongan, los problemas sociales y políticos imperantes y la buena disposición de la población para conservar el agua. La mayor parte de las ciudades depende de la recolección y derivación de los recursos superficiales y subterráneos existentes de agua dulce. A escala mundial, se extraen solo pequeñas cantidades de agua directamente de las lluvias o del mar. Hasta hace poco, el mayor empeño ha consistido en mejorar los suministros de agua de las ciudades dentro del perímetro urbano mismo, por ejemplo mediante sistemas de distribución perfeccionados e instalaciones de depuración y tratamiento de las aguas residuales. Sin embargo, muchas autoridades están interesadas ahora cada

vez más en los sistemas de ordenación de tierras que ayudan a mantener la pureza del agua en los puntos de origen.

### **CALIDAD, CANTIDAD Y REGULARIDAD DE LOS FLUJOS DE AGUA**

Históricamente, las poblaciones se han asentado en zonas ricas en recursos naturales, y hoy en día la mayor parte de la población mundial vive en lugares aguas abajo de las cuencas arboladas (Reid, 2001). Las sociedades han forjado fuertes lazos culturales con los bosques, y se admite generalmente que los bosques ayudan a mantener un suministro constante de agua de buena calidad. En cambio, a la pérdida de bosques se atribuyen problemas que van de las inundaciones a la aridificación.

De hecho, la función hidrológica de los bosques sigue siendo un asunto debatido. Algunas de las suposiciones comunes acerca de los beneficios producidos por los bosques son equivocadas en la mayoría de las situaciones; por ejemplo, la mayor parte de los bosques no hace aumentar el flujo de agua en la cuenca receptora (en realidad, a menudo ocurre lo contrario), ni contiene necesariamente las inundaciones. En cambio, algunos beneficios efectivos, como en particular el potencial de los bosques de suministrar agua relativamente pura, suelen a menudo ignorarse. Muchos factores tales como la edad y las especies de los árboles, la abundancia de las aguas en las cuencas vertientes bajo los bosques, el suelo, el clima y las prácticas de ordenación forestal influyen en las repercusiones que pueda tener la presencia de los bosques.

Un metaestudio llevado a cabo por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) sobre la función de la protección forestal en el suministro de agua potable (Dudley y Stolton, 2003), que comprendía una encuesta de más de un centenar de las ciudades más populosas del mundo, desveló—según se describe más adelante— una clara relación entre los bosques y la calidad del agua que mana de una cuenca, una relación mucho más esporádica entre los bosques y la cantidad de agua disponible, y una relación variable entre los bosques y la constancia de los flujos.

#### **Calidad**

Las cuencas arboladas ofrecen por lo general un agua de mejor calidad que las cuencas en las que las tierras se dedican a usos

alternativos, así sea solo porque prácticamente todos éstos —agricultura, industria y asentamientos humanos— aumentarán probablemente las cantidades de sustancias contaminantes que penetran en el tramo superior del cauce. La calidad del agua también puede ser más elevada porque a veces los bosques ayudan a regular la erosión del suelo y reducir la carga de sedimentos, si bien la importancia y significación de esta función sea variable. Un bosque no deteriorado dotado de piso inferior, hojarasca y suelo enriquecido orgánicamente es la mejor cubierta vegetal de la cuenca para minimizar la erosión producida por el agua. Aunque los bosques tienen menor capacidad de controlar algunos contaminantes (como el parásito humano *Giardia lamblia*, por ejemplo), en la mayoría de los casos la presencia de bosques puede determinar que se reduzca considerablemente la necesidad de tratar el agua potable, y esto se traduce en una disminución notable de los costos relativos al suministro de agua.

La principal motivación de las municipalidades que han protegido los bosques con el objeto de tutelar los recursos hídricos que en ellos se encuentran ha sido por lo general la defensa de la calidad del agua. En Tokio (Japón), por ejemplo, la Oficina Gubernamental Metropolitana de Instalaciones Hídricas se encarga de la ordenación forestal de la parte alta del río Tama con el objeto de aumentar la capacidad de recarga de los recursos hídricos, prevenir la sedimentación del embalse e incrementar la capacidad del bosque de purificar el agua y conservar el entorno natural. En Sydney (Australia), la Autoridad de la Cuenca de Captación ordena alrededor de una cuarta parte de la cuenca como zona de amortiguación con objeto de detener los nutrientes y otras sustancias que podrían afectar a la calidad del agua si llegasen a penetrar en las áreas de almacenamiento.

#### **Cantidad**

La situación respecto al flujo de agua proveniente de las cuencas es más compleja. Pese a que durante años se han llevado a cabo experimentos en el ambiente de cuencas, las interacciones precisas entre diferentes especies de árboles y edades, diversos tipos de suelos y regímenes de ordenación aún son escasamente entendidas, lo que dificulta las predicciones exactas. Contrariamente a cuanto se suele

creer, muchos estudios indican que tanto en los bosques muy húmedos como en los muy secos la evaporación liberada por los bosques es probablemente mayor que la de las tierras cubiertas con otro tipo de vegetación; por consiguiente, la cantidad de agua que fluye de las cuencas arboladas es menor que la que fluye por ejemplo de los pastos o cultivos (Calder, 2000). Las pruebas parecieran indicar sin embargo que los bosques nubosos (Bruijnzeel, 1990) y algunos bosques naturales más antiguos (como los de *Eucaliptus*) pueden hacer aumentar el flujo de agua neto. En algunas ciudades, la ordenación de estos bosques se toma en consideración en el diseño de los planes de mantenimiento de unos suministros hídricos adecuados.

#### **Regularidad de los flujos**

La constancia de los flujos reviste la misma importancia que la calidad total, tanto en cuanto al mantenimiento de los flujos durante la estación seca como en cuanto a la ausencia de inundaciones durante los períodos de pluviosidad intensa. En esta materia las opiniones siguen no concordando, ya que se pueden encontrar ejemplos de respuestas muy diferentes. En algunos casos los flujos durante la estación seca se deprimen debido a la presencia de los árboles, mientras que en otros los flujos aumentan. Los efectos de los bosques naturales y de las plantaciones son muy dispares, y no muestran, una vez más, una tendencia constante. En términos muy generales, los bosques contribuyen a regular las inundaciones relativamente pequeñas, pero pocas veces son capaces de prevenir las inundaciones esporádicas muy grandes. Los bosques inundados —tanto los bosques de las tierras bajas como los bosques de la Várzea en el Amazonas y las zonas pantanosas de las tierras altas— tienen una función más precisa en la regulación de los suministros hídricos. Sin embargo, el debate acerca del papel de los bosques en el mantenimiento de la constancia de los flujos prosigue; en un estudio reciente se da a entender que la función de los bosques naturales en la prevención de las inundaciones es mayor de lo que se habría podido creer últimamente (Bradshaw *et al.*, 2007).

#### **SUMINISTROS URBANOS**

La contribución de los bosques a la provisión de agua limpia depende en gran medida

**Lago Gypsy Trail, cuenca de Croton, estado de Nueva York (Estados Unidos de América) (arriba): sin la protección de los bosques circundantes, la cuenca ya no existiría y el agua escasearía en la ciudad de Nueva York (abajo)**

de las condiciones individuales, especies y edad de los árboles, tipos de suelo, clima, regímenes de ordenación y las necesidades en la zona de la cuenca. No es de sorprender por tanto que la información relativa a las mejores prácticas para los encargados del diseño de políticas siga siendo escasa y que los modelos de predicción de respuestas en cada una de las cuencas sean, en el mejor de los casos, aproximados. Los pueblos y ciudades se encuentran ante una desconcertante diversidad de opiniones a la hora de adoptar difíciles decisiones financieras y decisiones cargadas de consecuencias políticas acerca de los suministros hídricos. Sin embargo, la mayoría de las metrópolis del mundo han optado por depender, en parte al menos, de las zonas boscosas para tratar de mantener sus suministros hídricos.

El metaestudio citado anteriormente (Dudley y Stolton, 2003) indicó que cerca de un tercio (33 de 105) de las ciudades más grandes del mundo se abastecían en agua potable en proporción significativa directamente en las áreas forestales protegidas. Al menos otras cinco ciudades encuestadas obtenían agua proveniente de fuentes cuyo origen eran cuencas arboladas protegidas distantes, y ocho obtenían agua proveniente de bosques que se ordenaban prioritariamente con arreglo a sus funciones de suministro de agua. En un cierto número de casos quedó de manifiesto que los bosques contribuyen a mantener los flujos hídricos, por ejemplo, en Melbourne (Australia) y en algunas ciudades alimentadas por bosques nubosos como el Bosque Nacional del Caribe en Puerto Rico. Sin embargo, en otros casos en los que las ciudades han protegido los bosques con el propósito específico de mantener el suministro hídrico, ha habido pocas pruebas fehacientes de que la protección forestal haya podido surtir este efecto.

Muchas (pero, por cierto, no todas) las municipalidades mencionan el mantenimiento de un suministro de agua pura como la razón que las impulsa a poner en práctica la protección o la repoblación forestal. En los Estados Unidos, la ley federal obliga a todos los estados a efectuar una evalua-



ción de las aguas de manantiales; y con este instrumento se promueve la idea de que la protección del agua potable en la fuente es el modo más efectivo de prevenir la contaminación hídrica (NRDC, 2003). La ciudad de Nueva York se ha hecho célebre por el uso de los bosques protegidos para mantener un suministro hídrico de elevada calidad. Este enfoque fue apoyado por el voto popular, en parte porque resultaba ser una opción más barata que la construcción de nuevas instalaciones de tratamiento. Otras ciudades de los Estados Unidos dependen asimismo de las cuencas de captación arboladas. Alrededor del 85 por ciento del agua potable de San Francisco proviene de la cuenca de Hetch Hetchy que se encuentra en el Parque Nacional de Yosemite. En Seattle, Washington, las fuentes de agua primarias son la cuenca del río Cedar y la cuenca de South Fork Tolt, que juntas abastecen a

una población de 1,2 millones de personas con agua potable sin filtrar.

Se encuentran casos similares en muchas regiones tropicales y subtropicales. La reserva forestal del monte Makiling, al sur de Manila en Filipinas, es un área forestal de 4 244 ha administrada y ordenada por la Universidad de Filipinas. Más del 50 por ciento de la reserva está arbolada, y su sistema de cuencas abastece a cinco distritos hídricos y a diversas cooperativas de aguas que suministran agua a usuarios domésticos, institucionales y comerciales. En República Dominicana, el área de conservación de Madre de las Aguas protege las cabeceras de 17 ríos que proporcionan energía, agua de riego y agua potable a más del 50 por ciento de la población del país. Entre los ejemplos de ciudades que extraen una parte o la totalidad del agua potable que consumen de las áreas protegidas cabe citar Mumbai (India), Yakarta (Indonesia),

Karachi (Pakistán), Singapur, Bogotá (Colombia), Río de Janeiro (Brasil), Quito (Ecuador), Caracas (Venezuela), Madrid (España), Sofía (Bulgaria), Abidján (Côte d'Ivoire), Cape Town (Sudáfrica) y Harare (Zimbabwe).

### ORDENACIÓN DE LOS BOSQUES CON EL PROPÓSITO DEL SUMINISTRO DE AGUA

Diversas son las opciones relativas a la provisión de agua proveniente del bosque, según cual sea el tipo, ubicación y edad de éste y las necesidades de los usuarios. Las ciudades pueden elegir entre diferentes opciones de ordenación que incluyen la protección, la ordenación sostenible y, en los lugares donde sea necesaria, la restauración.

Los encargados del suministro hídrico y de la ordenación forestal deben hacer frente a diversas interrogantes: si las cuencas arboladas ofrecen beneficios reales para el suministro hídrico; y si los ofrecen, la extensión de bosque necesaria para que tales beneficios se materialicen; y la forma en que conviene ordenar los bosques de cuencas para proteger los suministros hídricos. En la mayoría de los casos, las decisiones se deberán tomar en un contexto de competencia entre las demandas; de ese modo, la ordenación que persigue el suministro del agua habrá de ser equilibrada y tener en cuenta cómo compensar otros usos. Será preciso responder a todas las siguientes preguntas antes de tomar cualquier decisión sobre la ordenación forestal con el propósito de suministro de agua.

- **¿Cuáles son las necesidades más imperiosas respecto al suministro hídrico?** ¿Responden las presiones sobre el suministro a la necesidad de conseguir agua en cantidad suficiente, o un suministro constante de agua; o tiene relación esta exigencia prioritaria más bien con la calidad del agua? ¿Cuáles son los problemas más importantes ligados a la calidad? Por ejemplo, la sedimentación será el aspecto más importante en el caso de la energía hidroeléctrica, mientras que los contaminantes tales como las sustancias agroquímicas también serán motivo de preocupación en el caso del agua potable.
- **¿De qué manera podría afectar la vegetación de la cuenca de captación a la calidad y flujo del agua?** Este punto debe ser analizado por especialistas,

pero es posible hacer algunas consideraciones generales. Por ejemplo, lo más probable es que los bosques nubosos hagan aumentar las cantidades de agua; que algunos rodales naturales viejos también hagan aumentar los flujos, y que las plantaciones boscosas jóvenes los hagan disminuir. Es preciso evaluar los casos individuales según las condiciones del suelo, clima, tipos y edad de los bosques y régimen de ordenación.

- **¿Cuál es el tipo de uso de la tierra?** La situación actual es importante, pero también lo son los cambios recientes y las probables tendencias futuras.

Las respuestas a las anteriores tres preguntas ayudarán a determinar qué es lo que la vegetación natural (y quizá otros usos de la tierra) en la zona de la cuenca de captación puede ofrecer en cuanto a suministro hídrico, y si los futuros cambios podrán acrecentar los beneficios o generar problemas. Tras haber adquirido esta información, un análisis más estratégico puede ser de auxilio para planificar las mejores intervenciones de ordenación:

- **¿Qué otras demandas gravan sobre las tierras en la cuenca de captación, y qué porción de tierras queda disponible para la gestión del agua?** ¿Es posible que otros tipos de presión sobre las tierras mejoren o degraden los recursos hídricos? ¿De cuánta tierra se dispone, parcial o totalmente, para la gestión del agua? ¿Es posible mejorar los usos actuales de la tierra desde el punto de vista del agua proveniente de la cuenca? ¿Qué repercusiones tendrían estos cambios sobre la población local y cuáles son las necesidades y ambiciones de esta población? ¿Pueden las zonas de cuenca también servir para otros usos de la tierra como las actividades recreativas o la conservación de la biodiversidad?
- **¿Qué opciones de gestión son realistas?** Se deberán analizar las opciones de ordenación presentes y futuras, comprendido el establecimiento y mantenimiento de las áreas protegidas, la restauración forestal y otras formas de uso de la tierra.

El análisis deberá indicar si los bosques presentes en la cuenca ayudan a suministrar el agua que se precisa, y si se dispone de la información que permite hacer elecciones informadas acerca de un mosaico paisajís-

tico que satisfará tanto las necesidades de agua como otras necesidades relacionadas con la cuenca.

### VALORACIÓN DE LOS BOSQUES

En muchos casos, las motivaciones económicas de la ordenación de los servicios del ecosistema pueden impulsar la ordenación forestal sostenible. Un equipo de investigadores de los Estados Unidos, Argentina y los Países Bajos valoró en un promedio de 33 billones de dólares EE.UU. anuales los servicios fundamentales proporcionados por el ecosistema. Tales servicios por lo general se dan por descontado porque son gratuitos. El valor de la regulación y suministro del agua se estimó en 2,3 billones de dólares EE.UU. (Costanza *et al.*, 1997). A nivel nacional, el valor económico de la función de almacenamiento del agua de los bosques de China se estimó en 7,5 billones de yuanes (aproximadamente 1 trillón de dólares EE.UU.), es decir tres veces el valor de la madera que contienen esos bosques. En otro estudio se calculó que la presencia de los bosques en el monte Kenya representó para la economía keniana un ahorro de más de 20 millones de dólares EE.UU. por efecto de la protección de la cuenca de dos de los principales ríos del país, el Tana y el Ewaso Ngiro (Emerton, 2001).

**Los bosques del monte Kenya protegen las cuencas de dos de los principales sistemas fluviales, el río Tana y el río Ewaso Ngiro (Parque nacional del monte Kenya)**



© WALTER OBERHEIT

Compete a los encargados del diseño de políticas encontrar cómo traducir esos valores para apoyar determinados tipos de ordenación de la tierra. Una de las causas por las cuales ha resultado tan difícil detener e invertir la pérdida global de bosques es que las personas que ordenan los bosques reciben por lo general poca o ninguna compensación por los servicios que los bosques brindan a terceros; y por consiguiente los incentivos de que disponen aquellas personas para llevar a cabo una ordenación sostenible son escasos. Incluso en las zonas protegidas, los valores como el suministro de agua no son a menudo reconocidos por los usuarios. Debido a las graves dificultades financieras con que tropieza la gestión de las áreas protegidas en Venezuela, en 1999 el Instituto Nacional de Parques (Inparques), organismo estatal encargado de las áreas protegidas, decidió cobrar a las empresas hídricas por los servicios directos que éstas obtienen de esas áreas (incluyendo las tres áreas protegidas de donde proviene el agua que alimenta la capital, Caracas). Sin embargo, hasta ahora esta iniciativa no ha sido desarrollada ulteriormente (Courau, 2003).

El reconocimiento de esta cuestión ha fomentado el desarrollo de sistemas en los cuales los usuarios son remunerados por los servicios medioambientales que ellos generan a través de la ordenación. El principio fundamental del «pago por los servicios medioambientales» consiste en que quienes los proporcionan deberían ser compensados por quienes disfrutan de los servicios. Los proyectos en que los recursos de aguas funcionan como un trampolín para los planes de pagos por los mencionados servicios se han diseñado especialmente en América Latina, pero el interés que despiertan se está extendiendo rápidamente a través del mundo. En Quito (Ecuador), por ejemplo, las empresas de suministro hídrico contribuyen al pago por la ordenación de las áreas protegidas de las que proviene gran parte del agua potable consumida en el capital.

## CONCLUSIONES

Uno de los Objetivos de Desarrollo del Milenio es reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y al saneamiento básico. El logro de este objetivo ambicioso requerirá por cierto una amplia gama de iniciativas. El potencial de las acciones



de protección y la adecuada ordenación forestal con el objeto de suministrar agua pura y barata merecen ahora más atención que la que han recibido en el pasado. El reconocimiento de este hecho se vuelve aún más urgente a la luz de la estimación, contenida en la Evaluación del ecosistema del milenio (2005), de que aproximadamente el 60 por ciento de los servicios del ecosistema mundial se están degradando o son usados de manera insostenible. ♦



## Bibliografía

- Bruijnzeel, L.A.** 1990. *Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: a state of knowledge review*. París, Francia, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Programa hidrológico internacional para las zonas tropicales húmedas.
- Bradshaw, C.J.A., Sodhi, N.S., Peh, K.S.-H. y Brook, B.W.** 2007. Global evidence that deforestation amplifies flood risk and severity in the developing world. *Global Change Biology*, 13(11): 2379–2395.
- Calder, I.R.** 2000. Forests and hydrological services: reconciling public and science perceptions. *Land Use and Water Resources Research*, 2: 1–12.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Shahid Naeem, I., O'Neill,**

**R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P. y van den Belt, M.** 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253–260.

**Courau, J.** 2003. Caracas, Venezuela. En N. Dudley y S. Stolton, eds. *Running pure: the importance of forest protected areas to drinking water*, pp. 90–92. Gland, Suiza, Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)/ Alianza para Conservación y Uso Sostenible de Bosques del Banco Mundial.

**Dudley, N. y Stolton, S., eds.** 2003. *Running pure: the importance of forest protected areas to drinking water*. Gland, Switzerland, WWF/ Alianza para Conservación y Uso Sostenible de Bosques del Banco Mundial.

**Emerton, L.** 2001. Why forest values are important to East Africa. *ACTS Innovation*, 8(2): 1–5.

**Millennium Ecosystem Assessment.** 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC, EE.UU., Island Press.

**Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos.** 2003. *Water and sanitation in the world's cities: local action for global goals*. Londres, Reino Unido, Earthscan.

**Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).** 2006. *Informe sobre el desarrollo humano*. Nueva York, EE.UU.

**Reid, W.V.** 2001. Capturing the value of ecosystem services to protect biodiversity. En G. Chichilenisky, G.C. Daily, P. Ehrlich, G. Heal y J.S. Miller, eds. *Managing human-dominated ecosystems*, pp. 197–225. Monographs in Systematic Botany Vol. 84. St Louis, EE.UU., Missouri Botanical Garden Press.

**Secretaría de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura.** 2003. *What's on tap? Grading drinking water in U.S. cities*. Nueva York, EE.UU. ♦

# Herencia forestal, cambio climático, alteración de los regímenes de perturbación, especies invasivas y recursos hídricos

T. Stohlgren, C. Jarnevich y S. Kumar

*El cambio climático es uno de los múltiples agentes impulsores que afectan a la hidrología forestal.*

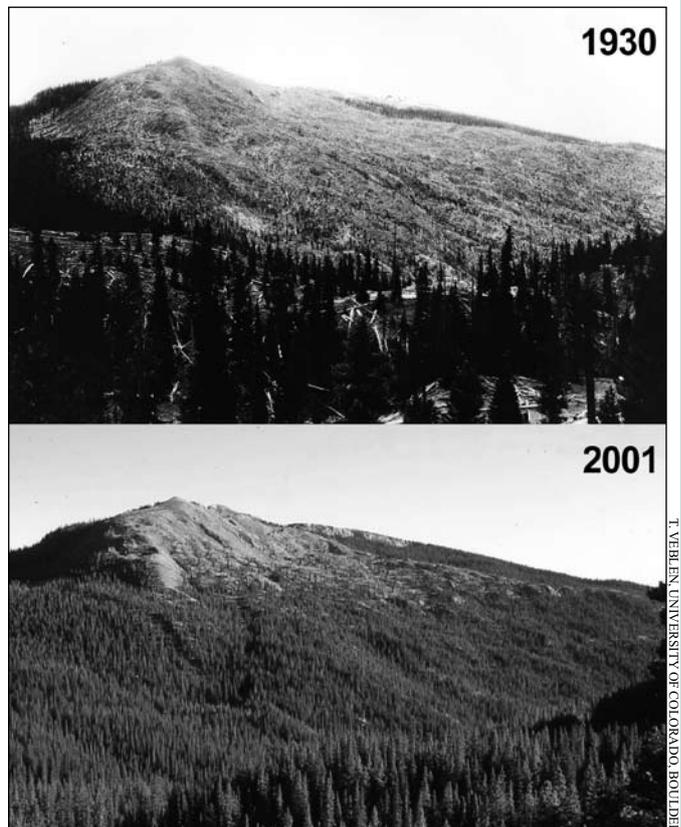
El clima es un importante agente impulsor de la distribución de las especies forestales y del ritmo de crecimiento y estructura de los bosques; y el cambio climático puede por lo tanto tener efectos potenciales significativos en la hidrología de los bosques de montaña y especialmente en el caudal hídrico disponible aguas abajo. Sin embargo, otros muchos factores influyen en la biomasa forestal y en la hidrología de las montañas, y los efectos del cambio climático no pueden desligarse del historial de aprovechamiento previo de la tierra (herencia forestal), de la alternación de los regímenes de perturbación (frecuencia de incendios, brotes de insectos, inundaciones) y de las especies invasivas. El presente artículo, que se basa

en investigaciones realizadas en Colorado (Estados Unidos de América), examina los múltiples factores que es preciso considerar al tratar de predecir los cambios en la disponibilidad de los recursos hídricos.

## LA HERENCIA FORESTAL

Escasos han sido los paisajes de los Estados Unidos de América que en la actualidad no hayan sufrido los efectos de la influencia humana, por ejemplo de resultados de la explotación maderera, la minería, la agricultura, el pastoreo de ganado doméstico, la eliminación de los grandes carnívoros, los incendios de bosques causados por el hombre y/o la contaminación. Muchos paisajes siguen padeciendo las alteraciones que derivan de los usos humanos,

1  
**Registro fotográfico de reiteración de una cuenca hidrográfica subalpina en Colorado (Estados Unidos de América)**



**Thomas Stohlgren** es Jefe de subdivisión y **Catherine Jarnevich** es Ecóloga del Centro de Ciencias Fort Collins del United States Geological Survey, Fort Collins, Colorado (Estados Unidos de América). **Sunil Kumar** es Investigador del Laboratorio de Ecología de los Recursos Naturales de la Universidad del Estado de Colorado, Fort Collins, Colorado (Estados Unidos de América).

mientras que otros están volviendo a su estado natural (Figura 1). Es posible que la calidad y cantidad de los recursos hídricos disponibles aguas abajo se vean afectados por los cambios en la composición, estructura, dosel y biomasa del bosque, en la medida en que este último responde a los usos humanos anteriores y a otras perturbaciones tales como los incendios forestales. Por ejemplo, la minería y el aumento del número de incendios causados por el hombre entre 1850 y 1900 afectaron a muchas cuencas hidrográficas de las Montañas Rocosas (Veblen y Lorenz, 1991). Es probable que los flujos fluviales hayan aumentado tras estas perturbaciones y se hayan mantenido elevados durante el período en que los bosques se recuperaban. Se podría lógicamente suponer que los flujos fluviales actuales han disminuido debido a la mayor intercepción de nieves por los doseles en maduración y el mayor consumo de agua por los bosques. La herencia forestal y paisajística constituye el telón de fondo para medir el cambio climático que ha tenido lugar en las postrimerías del siglo XX.

#### CAMBIO CLIMÁTICO Y FLUJO FLUVIAL

El cambio climático no es un fenómeno nuevo en las cuencas hidrográficas de montaña (Pielou, 1991). Por ejemplo, en la cuenca superior del río Colorado en los Estados Unidos la temperatura media anual ha aumentado significativamente desde el fin de la Pequeña Era Glacial (alrededor de 1850). Según se observa en la Figura 2 (arriba), la temperatura promedio ha aumentado en 1 °C desde que en 1895 comenzaron a efectuarse mediciones sistemáticas. En años recientes, el calentamiento ha sido aún mayor; el ritmo de cambio, acelerado por las actividades humanas, se ha hecho extremadamente rápido en algunas zonas. En las estaciones meteorológicas situadas en las cuencas hidrográficas del tercio occidental del estado de Colorado, se ha observado que las precipitaciones han disminuido ligeramente pero no significativamente durante el mismo período, reduciéndose en menos del 3 por ciento en promedio (Figura 2, centro). Las variaciones anuales de temperatura y precipitaciones han sido significativas (Figura 2, abajo), fluctuando esporádicamente entre años cálidos secos y años fríos húmedos, o entre años cálidos húmedos y años fríos

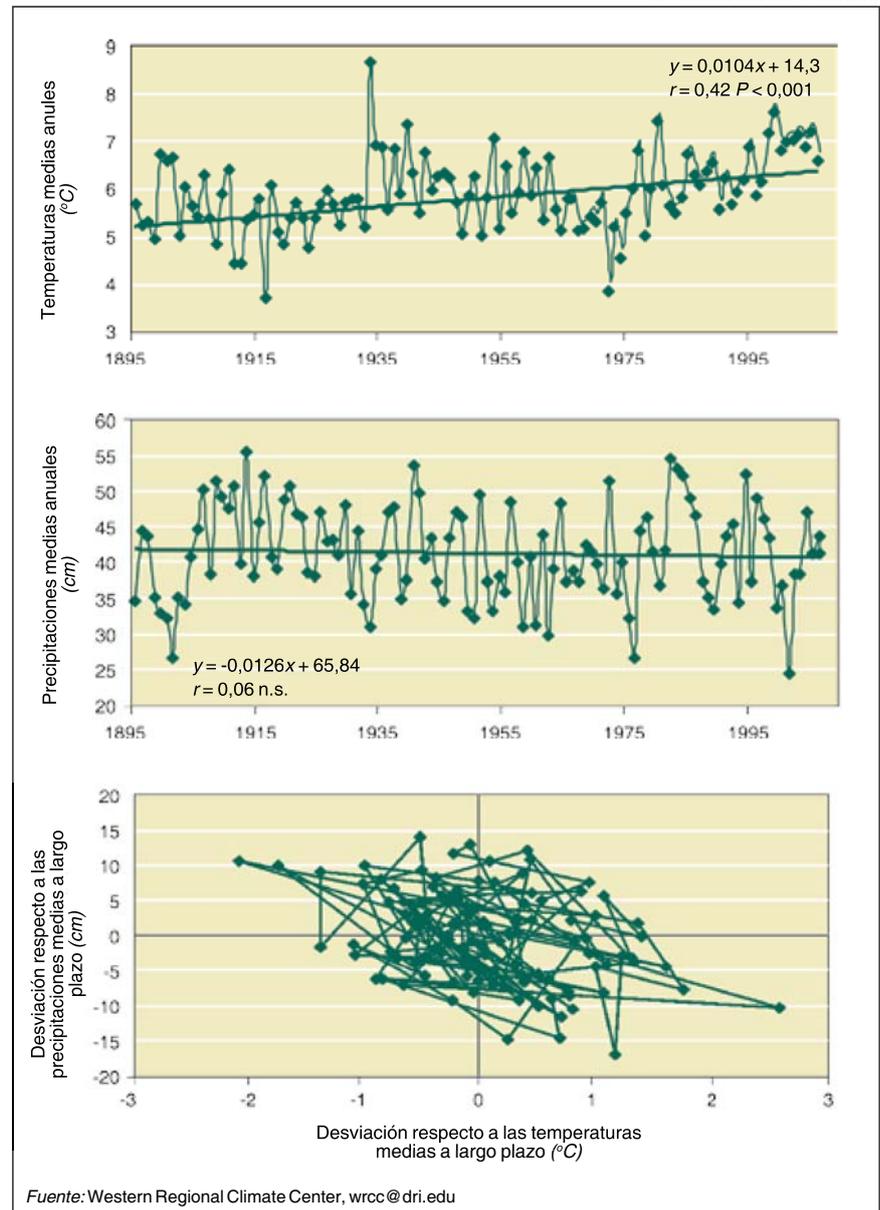
secos, con muchos años en cada cuadrante. (El promedio de largo plazo se encuentra en el centro del diagrama.) Las especies vegetales y animales de los bosques de la cuenca hidrográfica han experimentado fluctuaciones de temperatura media de casi 5 °C y un rango de precipitaciones anuales del 30 por ciento desde el inicio de los registros climatológicos.

Muchas especies longevas de plantas y animales de los bosques han seguido existiendo a pesar de estas fluctuaciones climatológicas anuales; es más, las fluctuaciones pueden haber acrecentado su adaptabilidad a las modificaciones climatológicas a largo plazo. No obstante, las fluctuaciones anuales podrían tener efectos más atenuados en la estructura de los bosques que algunos acontecimientos

extremos como varios años de sequía o repetidos años de inviernos en promedio más cálidos que exacerbaban los principales brotes de insectos de los bosques. Por consiguiente, los fenómenos climatológicos raros pueden tener efectos duraderos en la estructura y biomasa forestal y en los flujos posteriores aguas abajo.

Los flujos fluviales afectan a los tiempos y entrega del agua aguas abajo para usos agrícolas y domésticos. Un análisis de tres cuencas hidrográficas elevadas en Colorado no mostró tendencias significativas en los flujos fluviales pero sí una alta variabilidad

2  
Temperaturas a largo plazo (arriba), precipitaciones (centro) y fluctuaciones anuales (abajo) registradas en la cuenca del río Colorado



Fuente: Western Regional Climate Center, wrcc@dri.edu

anual (Figura 3). Otros investigadores han presentado las tendencias del agua del deshielo temprano y los flujos fluviales máximos de diversas cuencas del oeste de los Estados Unidos bajo las condiciones climáticas presentes y proyectadas (Leung *et al.*, 2003; Stewart, Cayan y Dettinger, 2004, 2005). Las escorrentías de tormenta y la lluvia, sumadas a las nevascas, pueden ser fenómenos más comunes en un clima en recalentamiento. Sin embargo, más perjudiciales aún podrían ser varios años de sequía. Es probable que muchos sistemas de suministro de agua, que se formaron a favor de unas condiciones históricamente

más húmedas, puedan resultar inadecuados en tiempos de sequías excepcionales. Las megasequías, como la sequía que se registró en el río Colorado inferior a mediados de los años 1100 y que se estima duró 60 o más años (Meko *et al.*, 2007), deberían atraer la tención de los planificadores hidrológicos actuales.

Los flujos fluviales dependen mucho de la cantidad, tiempos y forma de las precipitaciones. Por lo general, la nieve permanece en la cuenca por más tiempo que la lluvia. El almacenamiento, pérdida y recarga de aguas subterráneas también ejercen influencia en los flujos fluviales. Otros factores importantes son la periodicidad y la secuenciación de años húmedos y secos en relación con la recarga de aguas

subterráneas y los sistemas de suministro de agua (por ejemplo, los sistemas de riego, canales y diques), que amortiguan los efectos de las sequías.

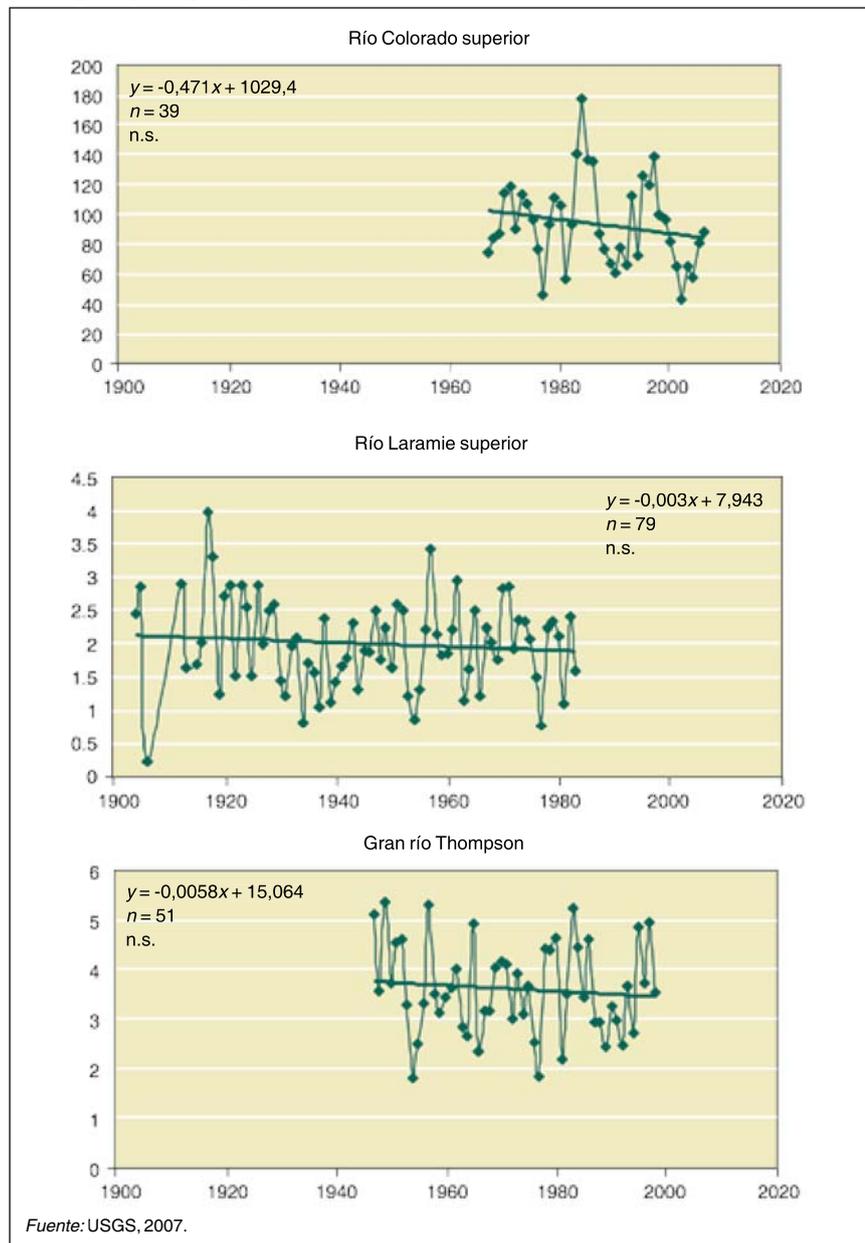
Existen pocas dudas acerca del hecho de que los futuros cambios climáticos afectarán a los suministros hídricos: las fluctuaciones del clima siempre lo han hecho. Sin embargo, esta influencia está interrelacionada con la herencia forestal y paisajística, la alteración de los regímenes de perturbación y las plantas, insectos y patógenos invasivos.

### ALTERACIÓN DE LOS REGÍMENES DE PERTURBACIÓN

El hombre ha causado cambios en muchos sistemas naturales al alterar los regímenes de perturbación tradicionales tales como la frecuencia, intensidad y patrones de los incendios de bosques y brotes de insectos. Análogamente, el control de las inundaciones mediante diques, embalses y canales tiene efectos evidentes en los patrones de flujo de muchas cuencas hidrográficas. La supresión de los incendios ha reducido considerablemente el número de incendios que se declaran cada año en los Estados Unidos (Figura 4, arriba); en cambio, la superficie abarcada por cada incendio parece haber aumentado (Figura 4, abajo). La explotación maderera en gran escala y los incendios de grandes proporciones durante la primera mitad del siglo XX alteraron muchas cuencas receptoras arboladas de las Montañas Rocosas de Colorado, tal como puede apreciarse en centenares de registros fotográficos de reiteración de los lugares interesados (Veblen y Lorenz, 1991). El rebrote ulterior de las masas coetáneas densas contribuyó indudablemente a la homogeneidad de los bosques y a la cantidad de materias actualmente disponible en algunas zonas para la combustión de incendios forestales.

Los brotes de insectos y patógenos autóctonos son fenómenos periódicos que pueden tener efectos locales devastadores en la estructura y biomasa de los bosques, y que a su vez afectan a los suministros hídricos. En años recientes, los grandes brotes de escarabajo del pino de montaña han afectado a superficies de varios millones de hectáreas en los Estados Unidos. El comportamiento de los bosques defoliados puede ser similar al de los bosques que se han quemado, pero los efectos de la defoliación pueden no ser tan extensos

3  
**Datos del flujo fluvial anual de tres cuencas superiores en Colorado (descarga, m<sup>3</sup> por segundo)**



o continuos en muchas zonas. Si bien la coevolución de las especies forestales nativas con los insectos y patógenos autóctonos proporciona al ecosistema un cierto grado de resiliencia, los bosques nativos son en la actualidad blanco de un bombardeo con plagas invasivas no autóctonas contra las cuales las defensas naturales son escasas.

#### ESPECIES INVASIVAS

Las especies de plagas y patógenos forestales invasivos no autóctonos aumentan considerablemente el estrés al que se ven sometidas las cuencas de captación y son capaces de aniquilar grandes extensiones de bosque intacto. Entre los ejemplos de enfermedades más notables en los Estados Unidos—algunas de reciente introducción—están las enfermedades fúngicas y otras enfermedades afines responsables de la muerte súbita de los robles (causada por *Phytophthora ramorum*) (Figura 5), el chancro del castaño (causado por *Cryphonectria parasitica*), la enfermedad holandesa del olmo (causada por *Ophiostoma* spp. y difundida por el barrenillo del olmo, *Scolytus multistriatus*) y la roya vesicular del pino blanco (causada por *Cronartium ribicola*); y las plagas de insectos tales como la lagarta peluda de los encinares (*Lymantria dispar*) y el barrenador esmeralda del fresno (*Agilus planipennis*). La roya vesicular del pino blanco, por ejemplo, ha causado una mortandad del 90 por ciento en algunas formaciones forestales subalpinas del Parque Nacional de los Glaciares de Montana. Las defensas naturales de las especies forestales nativas pueden ser limitadas debido a que dichas especies no han coevolucionado con las plagas.

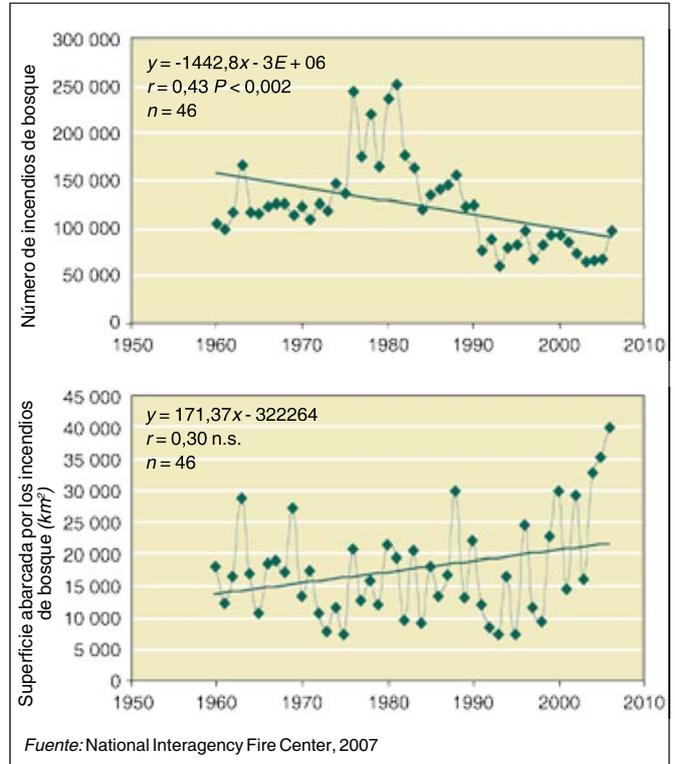
La estructura forestal puede verse afectada indirectamente por otras especies invasivas no autóctonas perjudiciales. Las lombrices de tierra invasivas en los Estados Unidos están modificando la estructura del suelo y el ciclo de nutrientes. Las gramíneas y arbustos no autóctonos, a menudo diseminados por pájaros que esparcen las semillas, pueden alterar la carga de combustible presente en los bosques y por consiguiente el régimen natural de los incendios.

Algunas especies invasivas afectan directa o indirectamente a la calidad y cantidad de las corrientes de aguas. Por ejemplo, la falopia japonesa (*Fallopia japonica*),

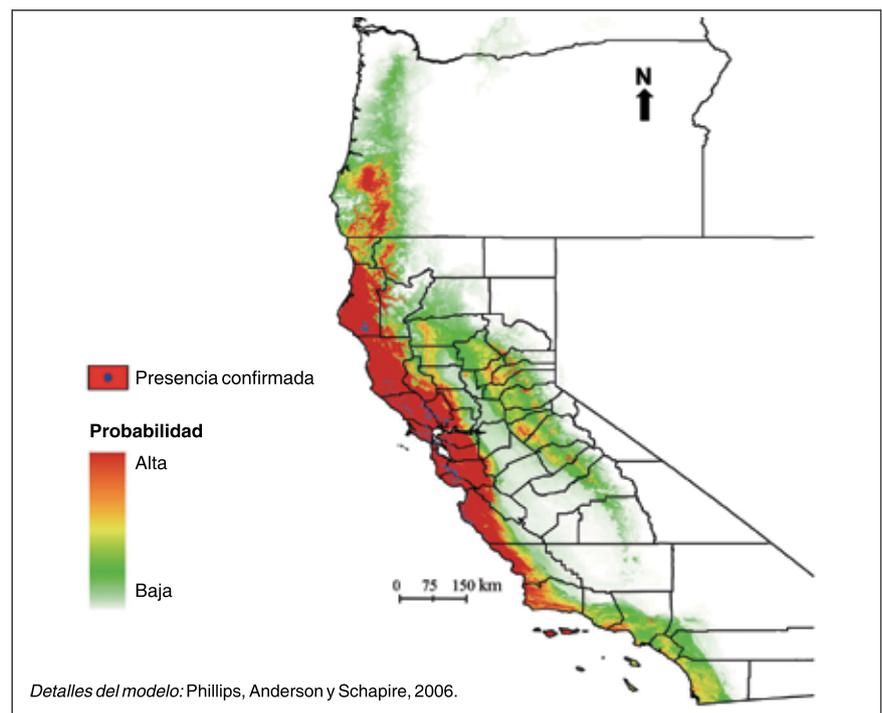
que posee más raíces superficiales que las especies nativas ribereñas, puede afectar a la calidad del agua al incrementar la carga de los sedimentos suspendidos y la turbidez (Talmage y Kiviat, 2002). *Didymosphenia*

*geminata*, una diatomea de agua dulce, está modificando las condiciones físicas y biológicas de los cauces, y puede afectar indirectamente a la calidad del agua de los cauces debido a que forma masas o flora-

4  
**Estadísticas de los incendios de bosque en los Estados Unidos de América, 1960-2006**



5  
**Mapa de los hábitats idóneos potenciales para la distribución de *Phytophthora ramorum*, patógeno causante de la muerte súbita de los robles en el oeste de los Estados Unidos de América, según la técnica de los modelos de distribución entrópica máxima**





**Bosque típico afectado por la muerte súbita de los robles, California (Estados Unidos de América)**

ciones que degradan los hábitats piscícolas, asfixia a las plantas sumergidas y a los invertebrados y reduce el flujo del agua, al tiempo que agota el oxígeno disuelto (Spaulding y Elwell, 2007).

Los efectos acumulados de las plantas, insectos y patógenos invasivos no autóctonos pueden afectar a la estructura y biomasa de los bosques y a la disponibilidad de los recursos hídricos aguas abajo. Este problema se exagera a consecuencia del aumento de los intercambios comerciales, los transportes y el transporte a grandes distancias. Los inspectores de plagas interceptan nuevas plagas de los bosques todos los años.

#### UN ENFOQUE INTEGRADO

Se precisa un enfoque integrado para cuantificar y entender los efectos de los múltiples factores que condicionan la cantidad, los tiempos y la calidad de los recursos hídricos aguas abajo procedentes de las cuencas de captación de montaña. Algunos investigadores han tratado de aislar los efectos en los regímenes de perturbación de los cambios climáticos recientes (por ejemplo, Westerling *et al.*, 2006), pero el caso merecería un enfoque más de conjunto, integrado y de más largo plazo. La herencia paisajística puede afectar directamente a la frecuencia de los incendios de bosque y al tamaño y frecuencia de las plagas de patógenos invasivos, que complican el problema (Figura 6). Las plantas, insectos y patógenos invasivos de los bosques pueden a su vez afectar directamente al régimen de perturbación (por ejemplo, las gramíneas invasivas alteran la frecuencia de los incendios; la roya vesicular del pino blanco mata directamente a

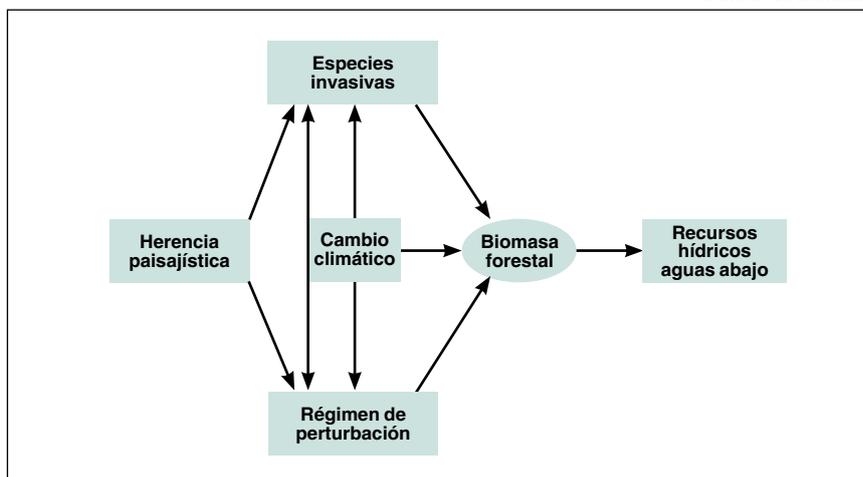
los árboles). Los cambios y fluctuaciones del clima pueden afectar directamente al régimen de precipitaciones (frecuencia, cantidad y forma) y al almacenamiento hídrico, o pueden afectar indirectamente a la disponibilidad de agua en la medida en que influyen en la composición de las especies y en la frecuencia de los patógenos y plagas autóctonos y no autóctonos o en el régimen de perturbación (la frecuencia o intensidad de los incendios o de los brotes de insectos autóctonos). La continuación del cambio del aprovechamiento de la tierra y de los recursos son factores que se añaden a una herencia paisajística en constante transformación (Stohlgren *et al.*, 1998). Un enfoque integrado y una vigilancia acuciosa de los múltiples factores interrelacionados pueden ser el único modo de cuantificar y pronosticar los complejos cambios que se registran en muchas cuencas de captación de montaña.

Los gestores del agua tienen por delante un largo camino por recorrer para configurar una ciencia de los pronósticos. A pesar

de las tendencias generales estudiadas en este artículo, los investigadores no han conseguido construir pronósticos y modelos específicos del sitio respecto de los flujos fluviales. Por ejemplo, en 2002 las precipitaciones en Denver, Colorado fueron inferiores al promedio, pero la prensa de aquel tiempo persistía en pronosticar que las sequías iban a continuar y que habría poca agua de escorrentía para los suministros hídricos de la ciudad. Sin embargo, en los años siguientes (comprendido 2007), la escorrentía fue mucho mayor y se situó incluso por encima del promedio a pesar de la tendencia regional de temperaturas más altas (Denver Water, 2007). Los científicos deben pues aún realizar pronósticos precisos de los flujos fluviales con anticipación de meses y estaciones.

Un enfoque integrado, mediante el que se cuantifica la situación presente y las tendencias pasadas, puede combinarse con modelos espaciales y temporales para diseñar hipótesis probables de los cambios futuros en la estructura de los bosques y el suministro de agua. La clave es forjar un dispositivo de «predicción del ecosistema» que combine las tecnologías del sistema de información geográfica con las hipótesis de la climatología y del aprovechamiento de la tierra, al propio tiempo que se previenen y minimizan los efectos dañinos causados por las especies invasivas. ♦

**6**  
**Factores múltiples que afectan a la cantidad, tiempos y calidad de los recursos hídricos aguas abajo en las cuencas de montaña**





## Bibliografía

- Denver Water.** 2007. *Reservoirs and more. Predicted & actual reservoir supply (three year span)*. Denver, Colorado, EE.UU. Disponible en: [www.water.denver.co.gov/indexmain.html](http://www.water.denver.co.gov/indexmain.html)
- Leung, L.R., Qian, Y., Bian, X.D. y Hunt, A.** 2003. Hydroclimate of the western United States based on observations and regional climate simulation of 1981–2000. Part II: Mesoscale ENSO anomalies. *Journal of Climate*, 16: 1912–1928.
- Meko, D.M., Woodhouse, C.A., Baisan, C.A., Knight, T., Lukas, J.J., Hughes, M.K. y Salzer, M.W.** 2007. Medieval drought in the upper Colorado River Basin. *Geophysical Research Letters*, 34: L10705.
- National Interagency Fire Center.** 2007. *Fire information – wildland fire statistics*. Documento en Internet. Disponible en: [www.nifc.gov/fire\\_info/fire\\_stats.htm](http://www.nifc.gov/fire_info/fire_stats.htm)
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. y Schapire, R.E.** 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231–259.
- Pielou, E.C.** 1991. *After the ice age: the return of life to glaciated North America*. Chicago, EE.UU., University of Chicago Press.
- Spaulding, S.A. y Elwell, L.** 2007. *Increase in nuisance blooms and geographic expansion of the freshwater diatom Didymosphenia geminata: recommendations for response*. Libro blanco. Denver, EE.UU., United States Environmental Protection Agency Region 8. Disponible en: [www.epa.gov/region8/water/didymosphenia](http://www.epa.gov/region8/water/didymosphenia)
- Stewart, I.T., Cayan, D.R. y Dettlinger, M.D.** 2004. Changes in snowmelt runoff timing in western North America under a 'business as usual' climate change scenario. *Climatic Change*, 62: 217–232.
- Stewart, I.T., Cayan, D.R. y Dettlinger, M.D.** 2005. Changes toward earlier streamflow timing across western North America. *Journal of Climate*, 18: 1136–1155.
- Stohlgren, T.J., Chase, T.N., Pielke, R.A., Kittel, T.G.F. y Baron, J.** 1998. Evidence that local land use practices influence regional climate and vegetation patterns in adjacent natural areas. *Global Change Biology*, 4: 495–504.
- Talmage, E. y Kiviat, E.** 2002. *Japanese knotweed and water quality on Batavia Kill in Greene County, New York: background information and literature review*. Report to Greene County Soil and Water Conservation District and New York City Department of Environmental Protection. Disponible en: [www.gcswwd.com/stream/knotweed/reports/litreview/JKandwaterquality.pdf](http://www.gcswwd.com/stream/knotweed/reports/litreview/JKandwaterquality.pdf)
- United States Geological Survey (USGS).** 2007. *USGS surface-water annual statistics for the nation*. National Water Information System: Web interface. Disponible en: [waterdata.usgs.gov/nwis/annual/?referred\\_module=sw](http://waterdata.usgs.gov/nwis/annual/?referred_module=sw)
- Veblen, T.T. y Lorenz, D.C.** 1991. *The Colorado Front Range: a century of ecological change*. Salt Lake City, EE.UU., University of Utah Press.
- Westerling, A.L., Hidalgo, H.G., Cayan, D.R. y Swetnam, T.W.** 2006. Warming and earlier spring increase western U.S. forest wildfire activity. *Science*, 313: 940–943. ♦

# ¿Es posible mitigar los efectos de El Niño mediante un sistema de pagos por servicios medioambientales? Un estudio de la cuenca del río Piura (Perú)

M. Fernández Barrena, N. Grados, M.S. Dunin-Borkowski,  
P. Martínez de Anguita y P. Flores Velásquez

*Los costos estimados que entrañaría la modificación de las prácticas de uso de la tierra se compararon con las cantidades que los usuarios estarían dispuestos a pagar, a fin de predecir la factibilidad de un sistema de pagos por la protección contra las inundaciones y las alteraciones del ciclo hidrológico.*

**Mario Fernández Barrena, Pablo Martínez de Anguita y Pablo Flores Velásquez** trabajan en la Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid (España).

**Nora Grados y María Sofía Dunin-Borkowski** trabajan en la Universidad de Piura, Piura (Perú).

Este artículo ha sido adaptado de un estudio publicado en el número 1, año 4 (2007), de la Revista Electrónica de la Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas (REDLACH).

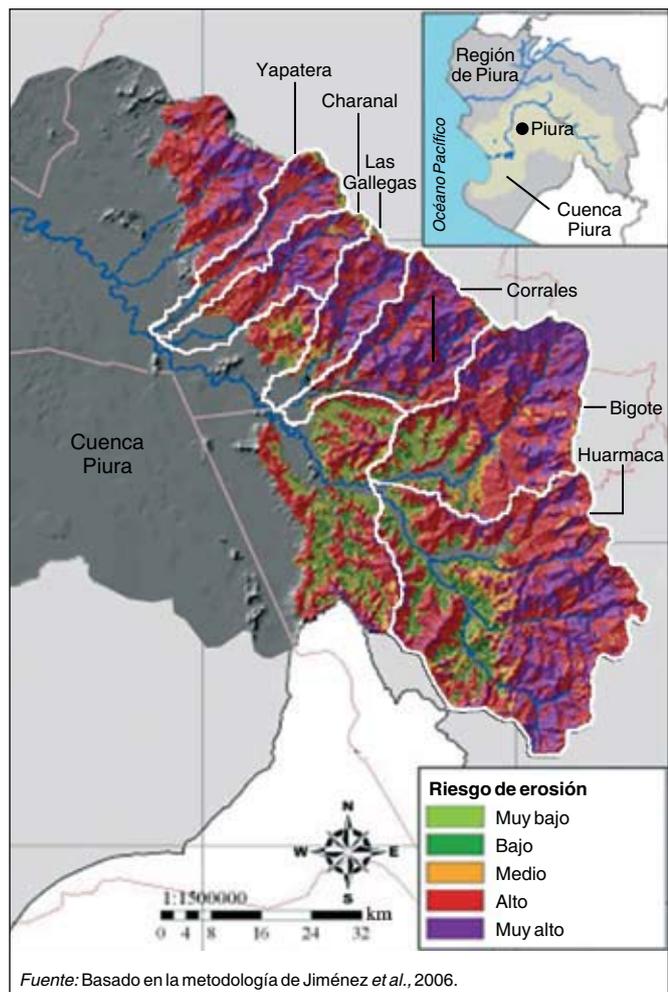
Los bosques de neblina andinos están desapareciendo a consecuencia del continuo avance de la frontera agrícola. La degradación medioambiental, que resulta de unas prácticas de explotación agrícola inapropiadas, ha desestabilizado el ciclo hidrológico y determinado el aumento de las fluctuaciones estacionales de los caudales de los ríos, y producido perturbaciones tales como corrimientos de tierras e inundaciones. En la región norteña de Piura (Perú), estas alteraciones han agudizado la vulnerabilidad al fenómeno de El Niño, una oscilación del sistema oceánico-atmosférico del Pacífico tropical que tiene consecuencias climáticas importantes a través del mundo (INRENA, 2005).

En los últimos decenios, las perturbaciones de El Niño han ocasionado daños costosos a la cuenca hidrográfica del río

Piura, ya que han causado corrimientos de tierras en zonas de pendiente y graves inundaciones aguas abajo. En 1998 las pérdidas fueron valoradas en más de 100 millones de dólares EE.UU. (CTAR, 1998). A causa de la elevada tasa de deforestación que se registra en la zona, en 1983 un fenómeno de pluviosidad incluso más intenso ocasionó daños mayores que los que se produjeron en 1998.

*En la cuenca del río Piura, la erosión ha aumentado a consecuencia de la pérdida de cubierta forestal; el sistema hidrológico podría ser mejorado si se compensara a los pequeños agricultores que se encuentran en las zonas aguas arriba por realizar labores de reforestación y conservación forestal, y por adoptar prácticas agroforestales, silvopastorales y de explotación sostenibles con las que se protegen los suelos*





1  
Riesgo de erosión en las principales zonas de subcuenca de la cuenca del río Piura (Perú)

micas similares, y disponen de un ingreso anual promedio de alrededor de 400 dólares EE.UU. La población que vive aguas abajo cuenta unos 300 000 compradores potenciales de estos servicios cuyo ingreso anual promedio supera los 2 400 dólares.

La cuenca comprende seis subcuencas que podrían ser objeto de mejoras gracias a las cuales sería posible llevar a cabo la regulación del ciclo hidrológico. Todas las márgenes del Piura, desde las desembocaduras de sus principales afluentes hasta las del curso que va a dar al océano Pacífico, son zonas vulnerables a crecidas repentinas.

La casi totalidad de la zona, incluidas las tierras labrantías altas, corre un riesgo de erosión elevado o muy elevado (Figura 1). Los análisis efectuados con sistemas de información geográfica mostraron que la cubierta forestal influye más que el tipo de suelo en el riesgo de erosión. Las soluciones que cabe aportar a este problema son claras: conservar los bosques restantes; recuperar las tierras que se han perdido; reforestar los macizos; adoptar sistemas agroforestales y otros sistemas que protejan los suelos de la erosión, y desarrollar las silvopasturas (López Cadenas de Llano, 1990; Braud *et al.*, 2001).

El caudal del río Piura registra fuertes fluctuaciones estacionales, que van de 5,72 m<sup>3</sup> por segundo, durante alrededor de diez meses al año, a 200 m<sup>3</sup> por segundo durante la época de lluvias. El caudal varía además mucho de un año a otro; por ejemplo en los años de El Niño alcanza puntas de 1 600 m<sup>3</sup> por segundo, mientras que en los de La Niña es mucho menor.

Se consideró que las intervenciones serían mayormente beneficiosas para las subcuencas Yapatera y Charanal, que son las más erosionadas (Figura 2). A pesar de ser las subcuencas más pequeñas y ocupar solo el 15,4 por ciento de la superficie total, juntas representan el 38 por ciento de la producción de sedimentos y suministran el 23 por ciento del agua entregada por las seis subcuencas del río Piura.

Una encuesta a casi 200 compradores potenciales de servicios de la ciudad de Piura, junto con otros estudios, indicó que la población de la cuenca estaba dispuesta a pagar por los servicios medioambientales (Cuadro 1). Más del 80 por ciento de los residentes de la ciudad encuestados confirmó su disposición a pagar. Alrededor del 66 por ciento de los encuestados pre-

Un estudio de la cuenca hidrográfica de Piura indicó que, en vista de la magnitud de las catástrofes, la población estaba dispuesta a pagar por servicios medioambientales tales como la protección contra las inundaciones y el control del ciclo hidrológico (mejora de la cantidad y calidad del agua y reducción de las fluctuaciones de los cauces estacionales). Se examinó en el estudio la factibilidad de un sistema de pagos por servicios medioambientales en el que las sumas recaudadas podrían destinarse a la conservación de los bosques y a la implantación de técnicas de explotación agrícola y ganadera sostenibles (Martínez de Anguita *et al.*, 2006). El sistema sería financiado por la población que vive en las zonas de aguas abajo y padece los efectos de El Niño. Con los pagos se retribuiría el trabajo de conservación de bosques y cauces fluviales de los pequeños agricultores, se crearían incentivos para el uso de técnicas de protección de la tierra en los sistemas de aprovechamiento agrícola y se ayudaría asimismo a mejorar las condiciones de vida de los ganaderos en esta región montañosa.

El estudio comprendió un análisis socioeconómico para determinar los proveedores eventuales de servicios de la zona; una encuesta para saber quiénes serían los posibles usuarios de los servicios medioambientales y conocer su disposición a pagar por tales servicios; y un mapa y análisis hidrológico de la cuenca para determinar las principales zonas en que se podrían implantar los servicios de mantenimiento medioambientales. La comparación entre los costos que entrañarían las medidas de conservación de aguas y los pagos eventuales efectuados por usuarios y otros inversionistas sirvió de base para analizar la factibilidad de diversas opciones alternativas para el sistema de pagos por servicios medioambientales.

#### MODELO DE UN PLAN DE PAGOS POR SERVICIOS MEDIOAMBIENTALES

La cuenca alta del río Piura tiene una población de unos 70 000 proveedores potenciales de servicios medioambientales; estas personas comparten unos sistemas agrícolas y unas condiciones socioeconó-

fería efectuar los pagos a una institución recaudadora independiente. Otro 19 por ciento deseaba, por motivos de comodidad, efectuar los pagos en el momento de cancelar sus facturas por consumo de agua. La elección del 15 por ciento restante se repartía entre pagos a la municipalidad o al gobierno regional o a otras entidades no especificadas.

Dado que algunos grupos socioeconómicos estaban dispuestos a pagar más que otros, se estimó conveniente establecer un plan de pagos diferenciados para maxi-

mizar los ingresos del sistema. Multiplicando las cantidades que cada uno de los grupos estaría dispuesto de pagar por el número de hogares de ese grupo Cuadro 2, se calculó que la recaudación anual del sistema equivaldría a una suma superior a los 10 millones de nuevos soles, o 3,2 millones de dólares EE.UU.

Los oferentes de servicios determinados eran propietarios de tierras situadas en la parte alta de la cuenca del río Piura que estarían en condiciones de mantener o mejorar la calidad de las aguas mediante

prácticas idóneas o un uso de la tierra diferente. Estos oferentes serían remunerados por servicios varios de reforestación y ordenación de zonas reforestadas, conservación de bosques o adopción de prácticas agroforestales. El territorio en que se encontraban los oferentes se dividió en diversas zonas de acuerdo con un modelo de planificación física diseñado según la metodología de Jiménez *et al.* (2006) (Figura 3), a saber:

- **zona de máxima protección medioambiental:** terrenos de gran pendiente en donde el riesgo de erosión es mayor; estos terrenos se subdividen en dos subzonas:

- **zona de máxima protección 1:** terrenos de pendientes mayores del 60 por ciento (40 728 ha);

- **zona de máxima protección 2:** terrenos de pendientes comprendidas entre el 40 y el 60 por ciento (63 070 ha);

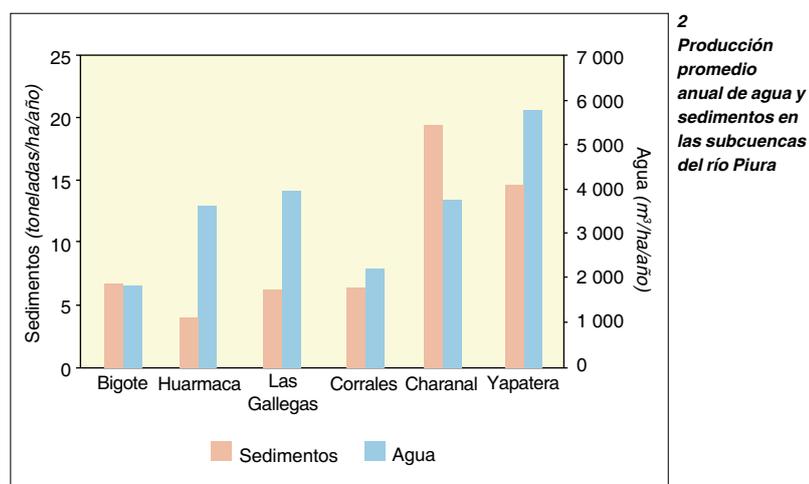
- **zona de protección hidrológica:** terrenos situados a 150 m de los cauces y manantiales y dotados de una cubierta vegetal que ofrece protección a los cauces y sirve también de hábitat y corredor para una gran diversidad de especies de flora y fauna (35 333 ha);

- **zona de conservación del servicio medioambiental:** zona de bosque natural o primario que es fundamental proteger tanto para preservar la calidad de los servicios proporcionados por la cuenca como para conservar la biodiversidad (16 091 ha);

- **zona de explotación sostenible:** tierras utilizadas para la agricultura y la ganadería (71 696 ha).

Se ha propuesto diferentes tipos de contratos de servicios medioambientales a los oferentes con el objeto de maximizar las superficies de protección no obstante se disponga de unos recursos financieros limitados (véase el recuadro). Para conservar y mejorar los servicios medioambientales y la calidad de vida de las familias que residen en las zonas de montaña –aumentando sus ingresos–, se han creado incentivos que fomentan la adopción de prácticas idóneas para cada zona.

Basándose en los ingresos de los compradores de servicios que viven en la ciudad de Piura, y suponiendo que todas las propiedades de la cuenca han sido adscritas al sistema de pagos por servicios medioambientales, se calculó la cantidad promedio



**CUADRO 1. Compradores potenciales de servicios medioambientales en la zona de la cuenca hidrográfica del río Piura**

| Comprador determinado  | Servicio medioambiental solicitado   | Motivo de la compra del servicio  |
|--|--|---|
| Gobierno regional de Piura, habitantes de la ciudad de Piura y de otras ciudades más pequeñas (Tambo Grande, Morropón, Chulucanas) | Mitigación de los riesgos de inundación                                    | Catástrofes causadas por el fenómeno de El Niño de 1983 y 1998, con pérdidas por un total de más de 100 millones de dólares EE.UU. (CTAR, 1998) |
| Agricultores de las partes bajas de las montañas   | Calidad y cantidad del agua, y reducción de las fluctuaciones estacionales | Mejora de los cultivos destinados a la exportación a mercados nacionales e internacionales  |
| Empresa eléctrica Enosa  | Cantidad de agua y reducción de las fluctuaciones estacionales             | Producción reducida las pequeñas empresas hidroeléctricas   |
| Empresas o industrias  | Algún servicio o mejora de la imagen social                                | Mejoras o reducción de riesgos  |

**CUADRO 2. Estructura demográfica de la ciudad de Piura, por grupos socioeconómicos y la disposición de éstos a pagar por los servicios medioambientales**

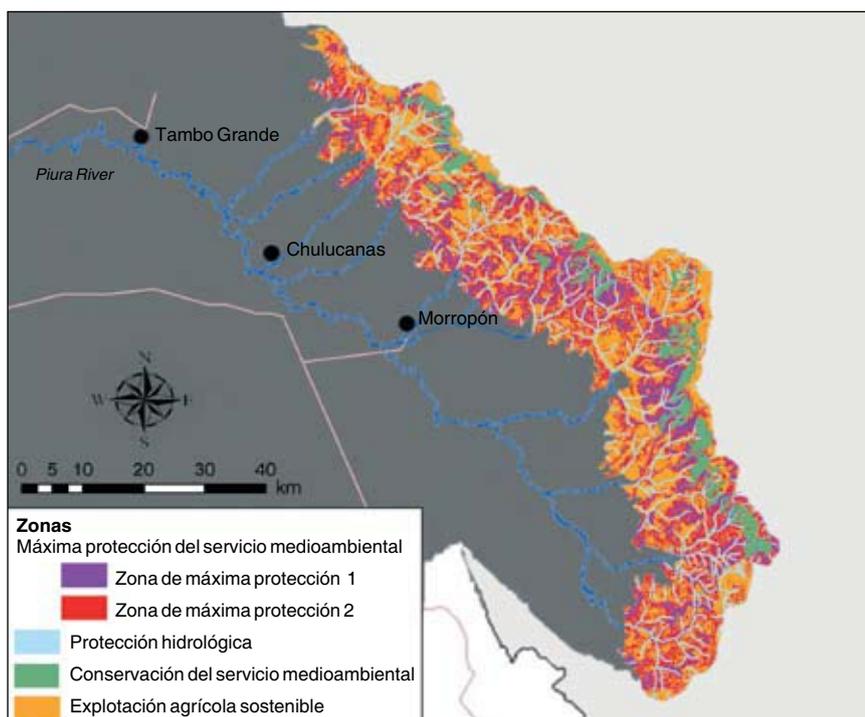
| Gastos mensuales (S./) | Disponibilidad de pago mensual promedio (S./) | Hogares |                      | Habitantes |                      |
|------------------------|---|---------|----------------------|------------|----------------------|
|                        |   | Número  | Porcentaje del total | Número     | Porcentaje del total |
| >920                   | 29,9  | 7 000   | 9,7                  | 39 000     | 10,8                 |
| 636–920                | 17,8  | 20 400  | 28,1                 | 97 700     | 27                   |
| 457–636                | 9,4   | 28 000  | 38,6                 | 128 100    | 35,4                 |
| <457                   | n.d.  | 17 100  | 23,6                 | 96 900     | 26,8                 |

Nota: S./1 = \$EE.UU. 0,3194 (3/8/2007).

Fuentes: Encuesta de los autores; APOYO Opinión y Mercado, 2003; INEI, 2005.

3

Plano de la zona de los oferentes de servicios



CUADRO 3. Opciones alternativas

| Opción | Superficies comprendidas en el plan  | Superficie total (ha) | Retribución promedio (soles/ha/año) |
|--------|--|-----------------------|-------------------------------------|
| 1      | La totalidad de la zona, para el mejor servicio medioambiental posible y beneficios para el mayor número de habitantes   | 195 945               | 51,2                                |
| 2      | La totalidad de la zona, excepto la subcuenca de Huarmaca, que recibió menor prioridad en el modelo hidrológico porque su grado de degradación era menor   | 130 846               | 76,7                                |
| 3      | Todas las subcuencas excepto Huarmaca  | 115 419               | 86,9                                |
| 4      | Unidades de respuesta hidrológica prioritarias de los cultivos de tierras altas con la mayor producción de sedimentos por hectárea, y zonas que no requieren desembolsos iniciales (bosques y zonas de protección hidrológica) | 82 579                | 121,5                               |

que podía pagarse por hectárea en concepto de coste de oportunidad. Se establecieron cuatro opciones alternativas con arreglo a las porciones decrecientes de superficie de cuenca (Cuadro 3). La suma promedio por pagarse por hectárea se ajustaría de acuerdo con los diferentes contratos firmados por los propietarios y dependería del tipo de tierras en su posesión y de los intereses específicos de cada propietario.

Con arreglo a la Opción 1, se estimó que se necesitaría una inversión inicial de 28,7 millones de dólares (Cuadro 4); y con arreglo a las Opciones 2 y 3 se necesitaría un desembolso análogo. Esta suma se destinaría al suministro de los materiales requeridos por los oferentes, sin que éstos deban invertir

capital inicial alguno ya que ellos mismos aportarían la mano de obra necesaria para llevar a cabo los cambios en el uso de la tierra. Una aportación de 10,9 millones de dólares del gobierno local (estimando el costo de la mano de obra a su valor de mercado) y otros 3,2 millones de dólares anuales provenientes de los compradores de servicios de la ciudad de Piura no serían suficientes para financiar la propuesta. Este costo sería también demasiado alto para atraer la ayuda internacional o un préstamo.

Las alternativas más factibles serían sin embargo la Opción 4, que consiste en las unidades de respuesta hidrológica prioritarias (definidas por el tipo de suelo, la cubierta vegetal y las condiciones meteo-

## Tipos de contrato propuestos

### TIPO I: PROPIETARIOS FORESTALES

- *Bosque primario.* La cantidad de dinero recibida por unidad de superficie debe ser igual o superior a la que un agricultor percibiría mediante el sistema de pagos por servicios medioambientales. Algunas actividades quedan restringidas.
- *Bosque secundario o reforestado.* La cantidad de dinero recibida debe ser menor que la que reciben los propietarios de bosques primarios, pero mayor que la de las demás categorías.

En cada uno de estos casos, se añade un incentivo suplementario cuando la propiedad se encuentra en una de las zonas de protección definidas en el plan físico.

### TIPO II: PROPIETARIOS DE RIBERAS DE RÍO SIN VEGETACIÓN NATURAL

Los propietarios de tierras situadas a 150 m de ríos y fuentes de agua (zona de protección hidrológica) recibirán pagos similares a los indicados en el contrato de Tipo I para compensarles por los costos de oportunidad de mantener esos terrenos con una cubierta vegetal natural.

### TIPO III: PROPIETARIOS DE TIERRAS AGRÍCOLAS

La cantidad de dinero recibida se debe ajustar para que, combinada con las ganancias de la producción, el beneficio obtenido por el propietario que ha suscrito el contrato sea mayor que el que habría obtenido eliminando el bosque.

### TIPO IV: PROPIETARIOS DE TERRENOS DE PASTOS

La cantidad de dinero ofrecida debe constituir un aliciente suficiente para inducir al propietario a adherirse al sistema. El pago se recibirá una vez que el modelo de explotación silvopastoral ha sido completado.

### TIPO V: BOSQUES Y TIERRAS COMUNALES

Los contratos anteriores se deben ajustar según se trate de tierras forestadas o de tierras forestables. El pago deberá ser percibido por el consejo municipal, el cual deberá utilizar los fondos para la conservación y ordenación de estos bosques.

**CUADRO 4. Costo inicial estimado de la Opción 1, con una aportación del gobierno local en pago por la mano de obra**

| Zona                              | Superficie (ha) | Costo inicial |                            | Costo de la mano de obra |                            |
|-----------------------------------|-----------------|---------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
|                                   |                 | (S/. per ha)  | (S/.)                      | (S/. per ha)             | (S/.)                      |
| Máxima protección 1               | 28 931          | 792           | 22 913 252                 | 173.5                    | 5 019 507                  |
| Máxima protección 2               | 49 954          | 792           | 39 563 873                 | 173.5                    | 8 667 086                  |
| Conservación del servicio         | 16 091          | 0             | 0                          | 0                        | 0                          |
| Protección hidrográfica           | 35 333          | 0             | 0                          | 0                        | 0                          |
| Actividades agrícolas sostenibles | 71 696          | 382.5         | 27 421 710                 | 283.5                    | 20 325 757.3               |
| <b>Total</b>                      |                 |               | <b>89 898 835</b>          |                          | <b>34 012 350</b>          |
|                                   |                 |               | <b>\$EE.UU. 28 714 387</b> |                          | <b>\$EE.UU. 10 863 787</b> |

Fuente: Elaborado en base a los modelos agrícolas y costos propuestos por la Universidad de Piura para el Programa de Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña del Perú.

**CUADRO 5. Costos de implementación por etapas del sistema de pagos por servicios medioambientales, atendiendo a las zonas prioritarias hasta alcanzar el ideal propuesto en la planificación física**

| Zona  | Superficie (ha) | Costo inicial |                            | Costo de la mano de obra |                            |
|---|-----------------|---------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
|   |                 | (S/. per ha)  | (S/.)                      | (S/. per ha)             | (S/.)                      |
| <b>Año 0: Opción 4 (49% de servicios medioambientales)</b>  |                 |               |                            |                          |                            |
| Máxima protección 1   | 3 446           | 792.0         | 2 729 559                  | 173.5                    | 597 953                    |
| Máxima protección 2   | 9 651           | 792.0         | 7 643 727                  | 173.5                    | 1 674 478.0                |
| Protección hidrológica                                      | 35 333          | 0             | 0                          | 0                        | 0                          |
| Conservación  | 16 091          | 0             | 0                          | 0                        | 0                          |
| Agricultura sostenible                                      | 18 058          | 382.5         | 6 906 792                  | 283.5                    | 5 119 512                  |
| <b>Total</b>  |                 |               | <b>17 280 078</b>          |                          | <b>7 391 943</b>           |
|   |                 |               | <b>\$EE.UU. 5 514 855</b>  |                          | <b>\$EE.UU. 2 361 042</b>  |
| <b>Año 2: Opción 3 (68% de servicios medioambientales)</b>  |                 |               |                            |                          |                            |
| Máxima protección 1   | 14 004          | 792.0         | 11 091 133                 | 173.5                    | 2 429 686                  |
| Máxima protección 2   | 18 235          | 792.0         | 14 441 802                 | 173.5                    | 3 163 703                  |
| Protección hidrológica                                      | 0               | 0             | 0                          | 0                        | 0                          |
| Conservación  | 0               | 0             | 0                          | 0                        | 0                          |
| Agricultura sostenible                                      | 26 265          | 382.5         | 10 045 716                 | 283.5                    | 7 446 173                  |
| <b>Total</b>  |                 |               | <b>35 578 651</b>          |                          | <b>13 039 562</b>          |
|   |                 |               | <b>\$EE.UU. 11 354 757</b> |                          | <b>\$EE.UU. 4 164 934</b>  |
| <b>Año 4: Opción 2 (75% de servicios medioambientales)</b>  |                 |               |                            |                          |                            |
| Máxima protección 1   | 2 045.9         | 792.0         | 1 620 376                  | 173.5                    | 354 968.6                  |
| Máxima protección 2   | 4 818.6         | 792.0         | 3 816 363                  | 173.5                    | 836 034.1                  |
| Protección hidrológica                                      | 0               | 0             | 0                          | 0                        | 0                          |
| Conservación  | 0               | 0             | 0                          | 0                        | 0                          |
| Agricultura sostenible                                      | 5 337.7         | 382.5         | 2 041 509.0                | 283.5                    | 1 513 225.0                |
| <b>Total</b>  |                 |               | <b>7 478 248</b>           |                          | <b>2 704 228</b>           |
|   |                 |               | <b>\$EE.UU. 2 386 647</b>  |                          | <b>\$EE.UU. 863 751</b>    |
| <b>Año 5: Opción 1 (100% de servicios medioambientales)</b> |                 |               |                            |                          |                            |
| Máxima protección 1   | 10 227          | 792.0         | 8 099 665                  | 173.5                    | 1 774 358                  |
| Máxima protección 2   | 17 696          | 792.0         | 14 015 443                 | 173.5                    | 3 070 302                  |
| Protección hidrológica                                      | 0               | 0             | 0                          | 0                        | 0                          |
| Conservación  | 0               | 0             | 0                          | 0                        | 0                          |
| Agricultura sostenible                                      | 21 350          | 382.5         | 8 165 962                  | 283.5                    | 6 052 845                  |
| <b>Total</b>  |                 |               | <b>30 281 070</b>          |                          | <b>10 897 506</b>          |
|   |                 |               | <b>\$EE.UU. 9 664 060</b>  |                          | <b>\$EE.UU. 3 480 745</b>  |
| <b>TOTAL</b>  |                 |               | <b>\$EE.UU. 28 920 319</b> |                          | <b>\$EE.UU. 10 870 471</b> |

rológicas); o un enfoque por etapas que comenzaría por las zonas de prioridad más alta (Cuadro 5); o las Opciones 2 y 3. La Opción 2 sería la más eficiente, ya que proporcionaría el 75 por ciento de los servicios medioambientales a un costo de 19,2 millones de dólares.

## CONCLUSIONES

La puesta en práctica de un sistema de pagos por servicios medioambientales para mitigar los daños causados por el fenómeno de El Niño podría ser factible. A pesar de los altos costos iniciales, que harían descartar la posibilidad de implantar un plan óptimo de conservación, unas opciones menos completas podrían ejecutarse mediante aportaciones del gobierno o de donantes internacionales además de los pagos de los usuarios de los servicios medioambientales. Otros compradores potenciales de servicios, especialmente los agricultores de las partes bajas, que pagarían por un suministro regular de una cantidad suficiente de agua de buena calidad –y cuya aportación sería no obstante menor que la de los pobladores de la ciudad de Piura–, podrían añadir su contribución a la suma total requerida. La diferenciación de los pagos, en base a la capacidad de pago de los compradores de servicios, aumentaría los ingresos del sistema y contribuiría a la equidad social. Especialmente en los países andinos, donde las desigualdades sociales constituyen un problema común, la relación entre compradores y oferentes ayudaría a nivelar las disparidades sociales. El método que se describe aquí, pese a ser específico de la zona de cuenca del río Piura, podría también extrapolarse a otras situaciones.

Se necesitaría la asistencia del gobierno, o en su defecto la asistencia internacional, para la realización de este plan, y tal asistencia estaría justificada. Baste recordar que en 1998 el fenómeno de El Niño causó en la región de Piura daños a las infraestructuras por un valor de más de 100 millones de dólares EE.UU., cantidad mayor que la que se precisaría para ejecutar el plan propuesto. ♦



## Bibliografía

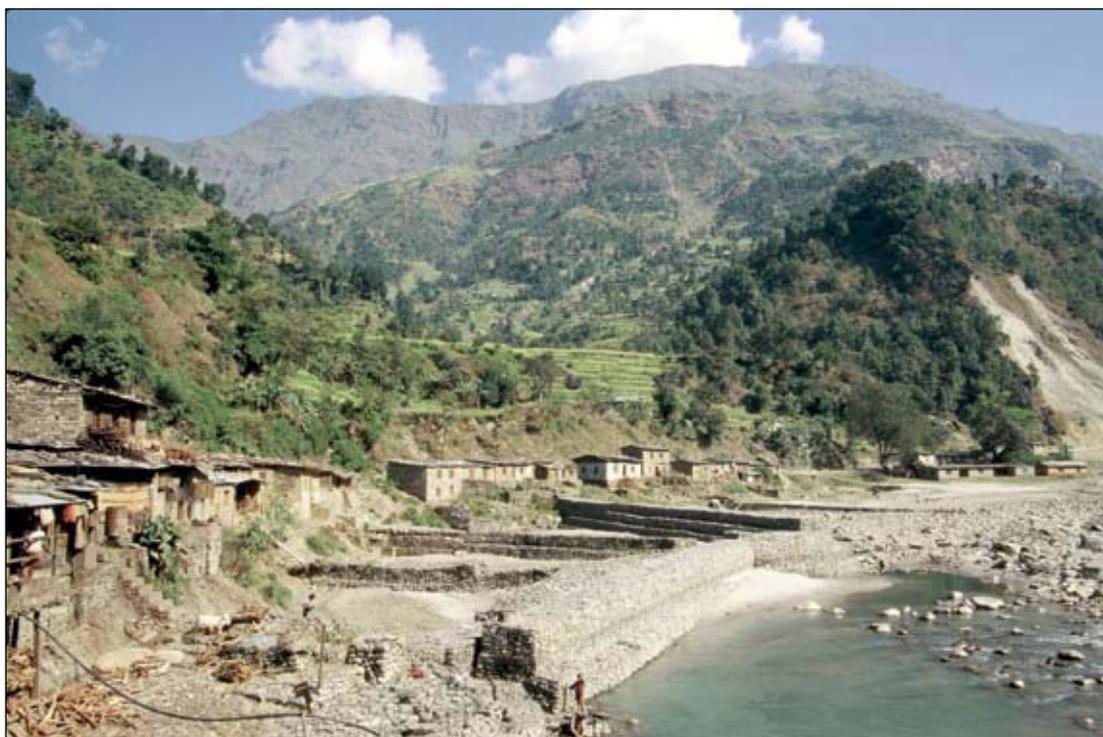
- APOYO Opinión y Mercado.** 2003. *Informe Jefes de Hogar*. Miraflores, Perú.
- Braud, I., Vich, A.I.J., Zuluaga, J., Fornero, L. y Pedrani, A.** 2001. Vegetation influence on runoff and sediment yield in the Andes region: observation and modelling. *Journal of Hydrology*, 254: 124–144.
- Consejo Transitorio de Administración Regional (CTAR).** 1998. *Evaluación de los daños ocasionados por el fenómeno El Niño (período de emergencia 1998)*. Piura, Perú, Dependiente del Ministerio de Economía y Finanzas. Disponible en: [www.mef.gob.pe](http://www.mef.gob.pe)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del Perú.** 2005. *Censo de 2005*. Lima, Perú. Disponible en: [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA).** 2005. *Evaluación de la vulnerabilidad física natural futura y medidas de adaptación en áreas de interés en la cuenca del río Piura*. Lima, Perú. Disponible en: [www.conam.gob.pe](http://www.conam.gob.pe)
- Jiménez, L., Martínez de Anguita, P., Gómez, I., Romero, R., Ruiz, M.A., Dunin-Borkowski, M.S. y Guerrero, D.** 2006. Metodología para la zonificación del riesgo de erosión en cuencas andinas. Estudio de caso en el río Chalaco, Piura. En *Ordenación territorial y medio ambiente*. Madrid, España, Dykinson.
- López Cadenas de Llano, F.** 1990. El papel del bosque en la conservación del agua y del suelo. *Ecología*, 1: 141-156.
- Martínez de Anguita, P., Rivera, S., Beneitez, J.M. y Cruz, F.** 2006. Establecimiento de un mecanismo de pago por servicios ambientales sobre un soporte GIS en la cuenca del río Calan, Honduras. *Geofocus*, 6: 152-181. ♦

# Cinco años después de Shiga: acontecimientos recientes e implementación de las políticas relativas a los bosques y el agua

*P.C. Zingari y M. Achouri*

*Progreso desde el hito de la Reunión Internacional de Expertos sobre los Bosques y el Agua, celebrada en Japón en 2002.*

**El cambio climático, la escasez de agua, la degradación ambiental, la inseguridad alimentaria y los desafíos relacionados con los medios de subsistencia y la salud humana requieren medidas urgentes de gestión y de políticas que centren la atención en las interrelaciones entre los bosques y el agua (asentamiento a la orilla de un río, Nepal)**



FAO/HS-5675/P-DURST

La periodicidad de los sucesos climáticos extremos, el cambio climático y la necesidad de estrategias de adaptación están centrando la atención nacional e internacional en el agua, los ecosistemas relacionados con el agua y las cuencas hidrográficas. Además, los problemas cada vez mayores causados por la escasez de agua, la degradación ambiental, la inseguridad alimentaria y los insuficientes medios de subsistencia y las malas condiciones de la salud humana requieren medidas urgentes de gestión y de políticas, que centren la atención en las interrelaciones entre los bosques y el agua.

Los temas relativos al agua y a las cuencas hidrográficas han sido tomados en consideración por varios mecanismos de cooperación relacionados con los bosques, como los criterios regionales y los indicadores de procesos para supervisar

la ordenación forestal sostenible y las convenciones mundiales sobre el medio ambiente jurídicamente vinculantes acerca de la biodiversidad, la desertificación y el cambio climático. Al mismo tiempo, el creciente número de iniciativas en el mundo, relacionadas con el agua, como la Red Internacional de Organismos de Cuenca (RIOOC, véase [www.inbo-news.org](http://www.inbo-news.org)) o el Consejo Mundial del Agua (CMA, véase [www.worldwatercouncil.org](http://www.worldwatercouncil.org)), cada vez más toman en consideración la función de los árboles, los bosques, los ecosistemas ribereños y su ordenación a fin de lograr los objetivos de calidad, cantidad, oportunidad y prevención de riesgos acerca del agua potable. La Alianza Mundial en favor del Agua, como un ejemplo más entre muchos, ha elaborado un compendio de buenas prácticas que identifica ejemplos de campo de los bosques que proveen beneficios a los

**Pier Carlo Zingari** es Director del Observatorio europeo de los bosques de montañas, Chambéry (Francia).

**Moujahed Achouri** es Jefe del Servicio de Conservación Forestal, Departamento Forestal, FAO, Roma.

recursos hídricos y a la ordenación equilibrada de las cuencas hidrográficas (Alianza Mundial en favor del Agua, 2007).

En varios países, las políticas, la legislación y la administración sobre los bosques y el agua han estado por largo tiempo creando programas forestales de rehabilitación; este ha sido el caso en los países europeos como Francia, Italia y Suiza desde el siglo XVIII. Sin embargo, sólo en las últimas décadas, se ha reemplazado la atención a la teoría y práctica de la hidrología por un enfoque más general que abarca los temas ambientales, la utilización de la tierra y las cuencas hidrográficas. Las iniciativas más recientes han insistido nuevamente en la búsqueda de la integración de los diferentes sectores y la participación de las partes interesadas en un enfoque más amplio de protección ambiental con una base sólida en la ciencia forestal.

La Reunión Internacional de Expertos sobre los Bosques y el Agua en Shiga (Japón), realizada en noviembre de 2002 en el marco del Tercer Foro Mundial del Agua en Kyoto (Japón), puede considerarse como un significativo paso adelante hacia una mejor comprensión de la implementación eficaz de políticas, planificación e iniciativas mundiales de ordenación relacionadas con los bosques y el agua. Acordada conjuntamente por la FAO, la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Agencia Forestal de Japón, la reunión de expertos centró su atención en los nuevos desafíos y perspectivas con respecto a las interacciones entre los bosques y el agua, por ejemplo la necesidad de un mejor entendimiento de los servicios ambientales e hidrológicos provistos por los ecosistemas forestales, instrumentos de gestión más eficaces en la interacción de los bosques y los recursos forestales y estrategias y políticas nacionales más claras para orientar a las partes interesadas en el campo (Agencia Forestal de Japón, 2002). En la reunión también surgieron cuestiones acerca de la función y servicios de los bosques en la crisis mundial de agua potable que amenaza los medios de subsistencia—en particular, la seguridad alimentaria y la salud—y la conservación de la biodiversidad. Estas cuestiones fueron reunidas de la siguiente manera:

- ¿Cuál es la exacta naturaleza, las posibilidades y los límites de la contri-

bución de los bosques a la crisis del agua en distintas condiciones climáticas y respecto al cambio climático general?

- ¿De qué manera se pueden incorporar los servicios forestales a los enfoques de mayor envergadura de la ordenación de cuencas hidrográficas, entre ellos, el pago por los servicios ambientales?
- ¿En qué medida y con qué base debiera participar cada parte interesada en una acción eficaz y equitativa?

El presente artículo examina algunos de los avances realizados durante los últimos cinco años (2002-2007) en los principales temas surgidos y provee algunas pruebas prácticas y ejemplos de todo el mundo. Se ocupa de cuatro importantes áreas consideradas en Shiga:

- enfoques integrados, participativos e intersectoriales para la planificación y gestión;
- comprensión de los procesos biofísicos;
- aspectos económicos de los servicios de la cuenca hidrográfica;
- acuerdos de colaboración y asociaciones efectivos entre las partes interesadas.

#### PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN INTEGRADAS

Se reconoce ampliamente la necesidad de métodos y prácticas intersectoriales en la actividad forestal, y se solicitó la elaboración de planes de gestión integrada y aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en 2002 (Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, 2003). Las instituciones y los individuos deberían dar pasos concretos para integrar las consideraciones relativas al agua y a la ordenación de los recursos hídricos a los diversos sectores que los afectan e influyen, entre ellos, el sector forestal. La recomendación principal de la reunión de Shiga sobre este punto fue que las políticas y los acuerdos institucionales deberían definirse para facilitar la colaboración entre los órganos de decisión y entre los órganos de decisión y los usuarios de los recursos.

Un ejemplo de instrumento normativo que integra el sector forestal con el agua es la «contabilidad social» establecida por la administración forestal de la Provincia Autónoma de Trento (Italia) (2006). Este instrumento tiene por objeto establecer el valor de los beneficios sociales, económi-

cos y ambientales del trabajo de campo de ordenación de la cuenca hidrográfica implementado anualmente en función de la calidad, el control de cantidad, sostenibilidad y vigilancia del agua. El recuento abarca 5 600 km de torrentes y ríos en una superficie terrestre de 6 400 km<sup>2</sup>, una zona forestal de 3 500 km<sup>2</sup> (55 por ciento de esta superficie), el trabajo de 333 empleados y un presupuesto de más de 34 millones de euros en 2005.

La Comisión del Río Mekong (véase [www.mrcmekong.org](http://www.mrcmekong.org); [www.mekonginfo.org](http://www.mekonginfo.org)) en Asia sudoriental es uno de los ejemplos más complejos y de mayor escala de los programas integrados transfronterizos de ordenación forestal y de aguas. Se ocupa de 795 000 km<sup>2</sup> en seis países ribereños y de más de 60 millones de personas. El 90 por ciento de la población de la zona vive en zonas rurales en donde complementan los cultivos alimentarios con pescados provenientes de los bosques y marismas, en particular, las grandes zonas forestales inundadas. Uno de los tres objetivos principales del plan estratégico actual para el período de 2006 a 2010 es la implementación de un método integrado para la ordenación de cuencas hidrográficas en el cual la conservación forestal desempeña una función central con relación a la biodiversidad; la calidad del agua, su disponibilidad, su distribución, la utilización y vigilancia y la creación de capacidades a nivel individual e institucional. La Comisión del Río Mekong es parte de la mencionada Red Internacional de Organizaciones de Cuenca (RIOC), que reúne a todas las autoridades mundiales de la ordenación de cuencas.

El proceso de ejecución de la Directiva Marco de la Unión Europea sobre el Agua aplica el principio dominante de «restauración del buen estado ecológico de las aguas mediante un enfoque integrado de la cuenca hidrográfica y con una planificación a largo plazo» (Comunidades Europeas, 2000). La aplicación de la Directiva Marco de la Unión Europea sobre el Agua se articula de la siguiente manera:

- estudios de cada situación de cuenca (en 2004) y establecimiento de redes de normalización de control (en 2006);
- planes maestros participativos de la ordenación en gran escala de cuencas y planes específicos de acción operacional (en 2009);
- análisis y comunicación de los logros



FAO/FO-5941/J. BROADHEAD

*La Comisión del Río Mekong en Asia sudoriental es uno de los ejemplos más complejos y de mayor escala de los programas integrados transfronterizos de ordenación forestal y de aguas (el río Ou, un afluente del Mekong, en la República Democrática Popular Lao)*

y elaboración de un segundo plan de acción (en 2015).

Este instrumento regional jurídicamente vinculante también capta el interés fuera de la Unión Europea y puede ser un interesante modelo para otras regiones. Un estudio sobre temas de cuencas hidrográficas y prioridades en 31 países llevado a cabo por la FAO en 2003, en colaboración con el Observatorio europeo de los bosques de montaña (FAO, 2006a), indicó que las instituciones forestales nacionales consideran la Directiva Marco de la Unión Europea sobre el Agua una combinación equilibrada entre las medidas de planificación, administrativas, financieras, metodológicas y las prácticas que ayudan a lograr metas concretas.

La cuenca del río Motueka y la comunidad de la bahía de Tasmania brindan un buen ejemplo de ordenación integrada y participativa de las cuencas hidrográficas (Programa de Investigación Motueka, 2007). La cuenca total abarca una superficie de alrededor de 2 200 km<sup>2</sup> y está ubicada en la parte noroeste de la Isla Sur de Nueva Zelanda. Dos tercios de su superficie es tierra empinada cubierta con bosques nativos de hayas del sur (*Nothofagus* spp.), podocarpos (*Podocarpus* spp.), pinos de Monterrey (*Pinus radiata*) y plantaciones de abeto Douglas (*Pseudotsuga menziesii*). El río aumenta su altitud desde el nivel del mar hasta 1 600 m en los tramos superiores alpinos y aporta 95 por ciento de agua potable a la bahía de Tasmania, una costa de poca profundidad y productiva de suma importancia cultural, económica y ecológica. La consideración de las interacciones de aguas arriba y aguas abajo en

la planificación e implementación de las actividades de ordenación de las aguas garantiza y refuerza la práctica de enfoques integrados y participativos.

#### **LA COMPRENSIÓN DE LOS PROCESOS BIOFÍSICOS**

Las cuencas hidrográficas boscosas son sistemas hidrológicos excepcionalmente estables (FAO, 2003). En comparación con otros usos de la tierra, los bosques sanos:

- influyen fuertemente la cantidad y calidad del agua aportada por las cuencas;
- contribuyen a reducir las crestas de las corrientes producidas por las tormentas de determinado volumen de precipitación;
- moderan la variación en el flujo de corriente durante el año;

- estabilizan el suelo y evitan la erosión superficial y en cárcavas;
- contribuyen a reducir la erosión del suelo y la consiguiente sedimentación río abajo.

La Reunión de Shiga destacó que aunque se sabía mucho sobre los procesos hidrológicos en los bosques en pequeña escala, muchos aspectos de la relación entre el bosque y el agua a una escala mayor esperan aún ser dilucidados en las diferentes zonas climáticas del mundo. Además, la reunión señaló que, a pesar de los conocimientos básicos sobre los procesos biofísicos (véase Bonell y Bruijnzeel, 2005), existían discrepancias entre las opiniones de los encargados de la formulación de políticas, el público en general y la comunidad científica, por ejemplo, sobre los efectos de la reforestación en el curso de agua. El debate de Shiga sobre estos aspectos específicos fue proficuo y estimuló ulteriores preguntas para trabajos futuros.

*Las cuencas hidrográficas boscosas son sistemas hidrológicos excepcionalmente estables (Canadá)*



FAO/FO-5868/J. BATT

La iniciativa «Ordenación Forestal y Ciclo del Agua», que comenzó en 2007 en el marco de la Cooperación Europea intergubernamental en el campo de la red de Investigación Científica y Técnica (COST) (véase [www.cost.esf.org/index.php?id=142](http://www.cost.esf.org/index.php?id=142)), se ocupa de algunas de estas cuestiones. El objetivo principal de COST Action es potenciar el conocimiento sobre las interacciones del bosque y el agua y elaborar directrices científicas para mejorar la ordenación de los bosques principalmente destinados para la producción, almacenamiento y provisión de agua. En la actualidad, se están estudiando los temas de bosques y aguas templadas. Las cinco esferas de investigación prioritaria son:

- influencias de los diferentes tipos de bosques, especies y prácticas de ordenación sobre el agua;
- importancia de la escala en las relaciones de ordenación del bosque y el agua;
- efectos generales de los bosques sobre el estado del agua (calidad, cantidad, aguas subterráneas);
- función protectora de los bosques (flujo máximo y bajo, mitigación de las inundaciones, erosión);
- efectos del cambio climático en los bosques y el agua.

Tratando temas similares, un taller internacional sobre «Gestión de las aguas mediante la ordenación forestal», celebrado en noviembre de 2007 en Beijing (China), examinó los avances realizados durante el siglo pasado en los conocimientos científicos de los procesos hidrológicos forestales y las repercusiones en la escala de rodales y pequeñas cuencas hidrográficas [Ndr: véase este número, pág. 68].

#### ASPECTOS ECONÓMICOS DE LOS SERVICIOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA

Una de las principales recomendaciones de la reunión de Shiga fue evaluar el valor económico total de los recursos forestales e hídricos con el objeto de ubicar los incentivos apropiados a fin de apoyar la ordenación de los recursos naturales para la provisión sostenible de servicios – que también depende del recurso seguro y de los derechos de tenencia de la tierra. La evaluación económica permitirá una mayor concienciación de la importancia de los servicios ambientales y la distribución equitativa de los costos y beneficios entre

los usuarios de los recursos y sus proveedores. La reunión de Shiga debatió las asociaciones construidas en las interacciones de aguas arriba y aguas abajo, puesto que la ordenación o mala ordenación de los bosques ribereños de las tierras altas afecta a todos aquellos que habitan aguas abajo. El pago de servicios medioambientales es una forma de tales asociaciones.

Desde la reunión de Shiga, se ha realizado un considerable trabajo para desarrollar el concepto y las prácticas relativas al pago de servicios medioambientales, definidas por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE) (2006) como una «transacción contractual entre un vendedor y un comprador de servicio de ecosistema o de una práctica de ordenación o utilización de la tierra con la probabilidad de garantizar ese servicio». Estudios de caso y directrices reunidas en el marco de la Convención sobre la protección y utilización de los cursos de agua transfronterizos y lagos internacionales de la CEPE documentan los métodos, planes de pagos y medidas adjuntas (muchas de ellas relacionadas con los bosques) de las experiencias exitosas en el mundo (CEPE, 2006; Grupo de trabajo sobre la ordenación integrada de los recursos hídricos, 2006). Se han implementado planes de pago de servicios medioambientales relacionados con los bosques y el agua en muchos países, especialmente en América Latina. Los planes varían desde las iniciativas locales con financiación externa o sin ella hasta los programas nacionales financiados mediante subvenciones intersectoriales.

Siguiendo la misma pauta, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo

Económicos (OCDE) recientemente ha reiterado su apoyo a la política sobre los bosques y el agua que recompensa la provisión de servicios en lugar de las subvenciones al sector forestal (Bonnis, 2007).

#### ACUERDOS DE COLABORACIÓN Y PARTICIPACIÓN

La reunión de Shiga, en concordancia con el Plan de implementación de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, 2003), recomendó la promoción de acuerdos de colaboración y asociaciones eficaces y equitativas entre las partes interesadas y a todos los niveles para una mejor y más coordinada ordenación de los recursos hídricos.

Los acuerdos de colaboración entre las organizaciones nacionales e internacionales incluyen al Consejo Mundial del Agua (véase [www.worldwatercouncil.org](http://www.worldwatercouncil.org)) y la Asociación de Colaboración en materia de Bosques (véase [www.fao.org/forestry/cpf](http://www.fao.org/forestry/cpf)). En la vinculación de los bosques y el agua, la FAO colaboró con países y asociados institucionales para dar forma a una nueva generación de programas y proyectos de ordenación de cuencas hidrográficas. El libro de recursos resultante para los profesionales y autoridades locales (FAO, 2006b) agrupa a más de 80 instituciones, reunidas por medio de un estudio mundial y cuatro talleres regionales [Ndr: véase el recuadro, pág. 22].

Otras alianzas a nivel mundial son las actividades de intercambio y hermanamiento. Los ejemplos comprenden el Proyecto de Brahmatwinn (2007), una colaboración entre la cuenca superior del río Brahmaputra

*La necesidad de evaluar el valor económico total de los recursos forestales e hídricos se reconoce cada vez más (en México, el agua de surgente es embotellada por las comunidades rurales para ser vendida en las ciudades cercanas – un producto forestal no maderero de creciente importancia)*



en Asia meridional (Tíbet, Bhután y el Estado de Assam en el noroeste de India) y la cuenca superior del río Danubio en Europa, y la iniciativa «Twinbasin» (2007) que promueve el hermanamiento de las cuencas de ríos en el mundo para el desarrollo de prácticas de ordenación integrada de los recursos hídricos.

Muchas cuencas hidrográficas boscosas en el mundo se reúnen en el Programa de Hidrología para el Medio Ambiente, la Vida y las Políticas (HELP) de la UNESCO y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) (véase [www.unesco.org/water/ihp/help](http://www.unesco.org/water/ihp/help)). Esta iniciativa apoya la ordenación integrada de cuencas hidrográficas mediante los marcos que permiten que los expertos, los encargados de la gestión y los científicos trabajen en colaboración sobre los problemas relacionados con el agua. Una red mundial de cuencas hidrográficas (que miden hasta 106 km<sup>2</sup>) facilita el intercambio de las experiencias de campo. La cuenca del río Motueka y la comunidad de la bahía de Tasmania mencionada antes es una de las cuencas de la red del HELP.

## CONCLUSIONES

La reunión de Shiga ofreció una plataforma internacional para crear consenso e identificar el camino a seguir en la ordenación y conservación de los bosques y el agua. Después de sólo cinco años, es pronto para evaluar la aplicación de sus recomendaciones; sin embargo, han existido logros importantes a nivel nacional e internacional. El Año Internacional del Agua Dulce 2003, junto con el Decenio Internacional para la Acción 2005-2015, cuyo lema es «El agua, fuente de vida» (véase [www.un.org/waterforlifedecade](http://www.un.org/waterforlifedecade)), contribuyeron aún más al reconocimiento de las interrelaciones del agua y los ecosistemas terrestres y a la urgente necesidad de acciones para protegerlos a ambos si se ha de lograr una provisión sostenible de servicios medioambientales. Los debates en materia de políticas indicaron tendencias claras hacia las fuertes vinculaciones entre la ordenación de los recursos hídricos y los bosques.

No hay duda de que estas vinculaciones deberán ser más reforzadas en la práctica. Los esfuerzos ulteriores se requieren en la investigación interdisciplinaria, en la mejora de la calidad y disponibilidad de información y en el uso más amplio de los planes equitativos del pago de servi-

cios medioambientales. Los problemas cada vez mayores de la escasez de agua y la creciente degradación ambiental y sus efectos sobre la seguridad alimentaria hacen de la demanda y abastecimiento del agua una cuestión apremiante, además de una fuente potencial de conflictos y piden una mayor atención para favorecer el desarrollo de enfoques apropiados y políticas globales que logren una exitosa ordenación integrada de los recursos hídricos.

Basándose en los principales logros y en las necesidades identificadas desde la reunión de Shiga, las autoridades locales y nacionales deberían mejorar aún más las prácticas y las políticas relativas a los bosques y el agua considerando, adaptando y adoptando de modo total las siguientes acciones:

- leyes específicas intersectoriales, planes, medidas y reorientaciones institucionales;
- programas para aumentar de manera eficaz la concienciación, vincular la ciencia y las políticas y la creación de capacidades para variados grupos de beneficiarios, desde los habitantes de la cuenca hidrográfica hasta los encargados de la formulación de políticas de alto nivel;
- actividades para mejorar los conocimientos científicos de las interacciones entre los bosques y el agua, los conocimientos locales y el seguimiento para apoyar las intervenciones basadas en las pruebas;
- vinculación armonizada de los niveles macro y micro de las experiencias, iniciativas y mecanismos en el contexto de la ordenación sostenible de los bosques y el agua;
- evaluación extendida de los proyectos basados en los cambios reales y avances;
- mecanismos adaptados a nivel local para la evaluación de los servicios y para su pago, y financiación a largo plazo de los procesos en colaboración de la ordenación de la cuenca hidrográfica;
- foros regionales e intercambios de experiencias identificando intereses y responsabilidades comunes y negociando acuerdos, especialmente en las cuencas hidrográficas transfronterizas.

Las organizaciones internacionales como la FAO y sus asociados pueden ayudar eficazmente a promover las acciones dirigidas

a una mejor ordenación de los recursos hídricos mediante actividades normativas y de programas de campo a nivel nacional, regional y mundial. A este respecto, es importante destacar que para optimizar las políticas y los instrumentos generales de la ordenación sostenible de los recursos naturales, finalizados a aumentar el bienestar de la población, se debe valorizar la concienciación y el respeto por los recursos culturales, técnicos y humanos de cada zona (UNESCO, 2005). Con la importancia actual de los temas relativos al agua en el mundo, ha llegado la hora de promover y aplicar las interrelaciones entre la ordenación de los recursos hídricos y la conservación y ordenación de los ecosistemas forestales. ♦



## Bibliografía

- Alianza Mundial en favor del Agua.** 2007. *Integrated Water Resources Management ToolBox*. Disponible en: [www.gwptoolbox.org](http://www.gwptoolbox.org)
- Bonell, M. y Bruijnzeel, L.A.** 2005. *Forests, water and people in the humid tropics – past, present and future hydrological research for integrated land and water management*. International Hydrology Series. París, Francia, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- Bonnis, G.** 2007. Economic incentives towards sustainable water management. Ponencia presentada en la 7ª Asamblea General Mundial de la Red internacional de organismos de cuenca, Debrecen, Hungría, 7-9 de junio. Disponible en: [www.inbo-news.org/ag2007/comms/OECDDebrecen-abstract.pdf](http://www.inbo-news.org/ag2007/comms/OECDDebrecen-abstract.pdf)
- BrahmatwinnProject.** 2007. Twinning European and South Asian River Basins to enhance capacity and implement adaptive management approaches. Disponible en: [www.geogr.uni-jena.de/index.php?id=5314&L=2](http://www.geogr.uni-jena.de/index.php?id=5314&L=2)
- Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE).** 2006. *Draft code of conduct on payments for ecosystem services in integrated water resources management*. Meeting of the Parties to the Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes, Working Group on Integrated Water Resources Management, second meeting, Ginebra, Suiza, 26 y 27 de junio de 2006. ECE/MP.WAT/

WG.1/2006/3. Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas. Disponible en: [www.unece.org/env/documents/2006/wat/wg.1/mp.wat.wg.1.2006.3.e.pdf](http://www.unece.org/env/documents/2006/wat/wg.1/mp.wat.wg.1.2006.3.e.pdf)

**Comunidades Europeas.** 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*, L 327 (22 de diciembre). Disponible en: [ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html)

**Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible.** 2003. Chapter IV. Protecting and managing the natural resource base of economic and social development. Paragraph 26. Develop integrated water resources management and water efficiency plans. Disponible en: [www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD\\_POI\\_PD/English/POIChapter4.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/English/POIChapter4.htm)

**FAO.** 2003. *Sassari Declaration on Integrated Watershed Management: Water for the Future*. Disponible en: [www.fao.org/forestry/site/36420](http://www.fao.org/forestry/site/36420)

**FAO.** 2006a. Towards a new generation of watershed management programmes and projects. Ponencia presentada en el 25º período de sesiones del Grupo de Trabajo sobre Ordenación de Cuencas Hidrográficas de Montaña, Salzburgo, Austria, 24-26 de abril. Disponible en: [www.fao.org/forestry/site/36263](http://www.fao.org/forestry/site/36263)

**FAO.** 2006b. *Lanueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas*. Estudio FAO: Montes N° 150. Disponible en: [www.fao.org/docrep/009/a0644e/a0644e00.htm](http://www.fao.org/docrep/009/a0644e/a0644e00.htm)

**Forestry Agency of Japan.** 2002. *Shiga Declaration on Forests and Water*. International Expert Meeting on Forests and Water, Shiga, Japón, 20-22 de noviembre de 2002. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan. Disponible en: [www.rinya.maff.go.jp/faw2002/shiga.html](http://www.rinya.maff.go.jp/faw2002/shiga.html)

**Integrated Catchment Management (ICM) Motueka Research Programme.** 2007. *Integrated catchment management for the Motueka River*. Documento en Internet. Disponible en: [icm.landcareresearch.co.nz](http://icm.landcareresearch.co.nz)

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).** 2005. *Global Network of Water Anthropology for Local Action (NETWA)*. París, Francia. Documento en Internet: [unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145948E.pdf](http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145948E.pdf)

**Twinbasin Initiative.** 2007. *Promoting twinning of river basins for developing integrated water resources management practices*. Documento en Internet. Disponible en: [www.twinbasin.org](http://www.twinbasin.org)

**Working Group on Integrated Water Resources Management.** 2006. *Draft code of conduct on payments for ecosystem services in integrated water resources management – technical annexes*. Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes. Working Paper 1. Disponible en: [www.unece.org/env/water/meetings/wgiwrm/2006\\_secondmeeting/working%20paper1.pdf](http://www.unece.org/env/water/meetings/wgiwrm/2006_secondmeeting/working%20paper1.pdf) ◆

## El agua, los bosques y el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos

*D.G. Donovan*

*Conceptos para ulteriores debates sobre silvicultura en las futuras ediciones del informe periódico ONU-Agua sobre la situación mundial de los recursos de agua dulce.*

La relación entre bosques y recursos hídricos sigue siendo un asunto controvertido y a menudo rodeado de mitos, interpretaciones equivocadas y extrapolaciones provenientes de ejemplos inapropiados. Los campesinos han formulado quejas ante la disminución de los niveles de las aguas de pozo que es consecuencia de los proyectos de forestación con los que se persigue mejorar la situación de las cuencas hidrográficas. Para conservar las aguas, las autoridades han decidido talar árboles. La explotación maderera y la deforestación se reconocen como las causas más difundidas de las inundaciones. Es indudable que la necesidad de comprender mejor las relaciones entre bosques y recursos hídricos sigue plantando problemas.

Las organizaciones del sistema de las Naciones Unidas han acometido la tarea de poner en orden sistemático los conocimientos y pericias mundiales en materia de recursos hídricos con objeto de preparar un examen y evaluación periódicos de las condiciones mundiales relativas a los recursos de agua dulce, llamados el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. El informe es la publicación principal de ONU-Agua, el mecanismo interorganismos establecido para promover la coherencia y coordinación de todas las actividades de las Naciones Unidas relacionadas con el sector del agua dulce. El informe, que es producido por el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, acopia los conocimientos de expertos de 24 organismos de las Naciones Unidas que trabajan en relación estrecha con gobiernos, organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil. El Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos pretende ofrecer un cuadro fidedigno de la situación mundial de los recursos de agua dulce y ecosistemas afines, y dar a conocer los problemas principales, vigilar los progresos y documentar las lecciones aprendidas –informaciones éstas que son determinantes para la formulación informada de políticas y planes en materia de recursos hídricos. El lanzamiento oficial de la segunda edición, intitulada *El agua, una responsabilidad compartida*, tuvo lugar el Día Mundial del Agua, el 22 de marzo de 2006, durante el 4º Foro Mundial del Agua en Ciudad de México (México).

### Evaluación mundial de los recursos de agua dulce

Articulada en cinco secciones, la publicación *El agua, una responsabilidad compartida*

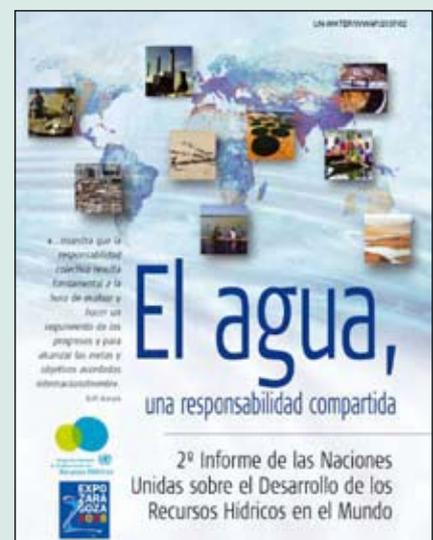
comienza destacando los problemas críticos que afectan al aprovechamiento y gestión del agua en la actualidad, entre los que revisten particular importancia el buen gobierno de los recursos hídricos mediante una gestión integrada y las presiones que se ejercen sobre tales recursos, resultantes de la rápida urbanización y las condiciones climáticas cambiantes.

A continuación se examinan los problemas por el lado de la oferta y se establecen conexiones entre la situación de los recursos de agua dulce y la condición de los sistemas afines. Se puntualiza que el mantenimiento de unos ecosistemas saludables significa no solo preservar la diversidad paisajística y los hábitats para que en ellos prosperen otras formas de vida, sino también asegurar un suministro regular de agua limpia para todos los organismos vivos.

La tercera sección enuncia las preocupaciones de los principales sectores responsables de la demanda de agua, a saber el de la salud, la agricultura, la industria y la energía, e incluye problemas relativos a la desalinización y al aprovechamiento de la energía cinética del agua para la producción de electricidad.

En su penúltima sección, el informe vuelve sobre los asuntos de buen gobierno asociados con los cambios en las condiciones medioambientales, políticas y económicas y se concentra en la gestión de los riesgos durante los desastres ocasionados por el agua, la distribución de los recursos hídricos, y el desarrollo de los conocimientos y la capacidad en materia de recursos hídricos, así como en otros asuntos como la valoración del agua y los pagos por el consumo de agua. Para terminar, se ponen ejemplos

**Deanna G. Donovan** es Consultora forestal y ex Oficial de programas, Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, División de Ciencias de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), y autora de aportaciones al Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos.



sacados de diferentes países y regiones que ilustran tentativas para resolver problemas hídricos específicos, mientras que las conclusiones proporcionan recomendaciones para el camino por recorrer.

### **Por el lado de los bosques**

El Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos menciona solo brevemente la función de los bosques y de la silvicultura. Advierte que las prácticas de gestión forestal deficientes pueden conducir a la sedimentación. Ante el desafío que representa el suministro de agua potable a las zonas urbanas en rápido crecimiento de muchos países en desarrollo, es significativo que se reconozca que «un tercio de las 100 ciudades más grandes del mundo dependen de los bosques (...) para la obtención de una proporción considerable del agua potable que consumen». Si bien el análisis de la relación del agua con la producción de alimentos, la agricultura y los medios de subsistencia rurales trata mayormente la agricultura de regadío, la producción de cultivos alimentarios usa en realidad solo una pequeña fracción de las precipitaciones que caen sobre las tierras labrantías en comparación con la vegetación no domesticada, comprendidos los bosques y los pastizales. El capítulo sobre la valoración del agua plantea el problema del pago por los servicios medioambientales, como la ordenación de las cuencas hidrográficas.

La mejora de la gobernanza medioambiental es esencial para alcanzar un aprovechamiento más eficiente, equitativo y sostenible de los recursos de agua dulce. En las observaciones conclusivas se reconoce que «los ecosistemas sanos son un elemento integrante del funcionamiento adecuado del ciclo hidrológico» y que la protección del medio ambiente debe por ende ocupar un lugar central en la gestión integrada de los recursos hídricos. Una mejor gestión medioambiental requiere sin embargo una comprensión amplia de los sistemas ecológicos y de los procesos hidroecológicos, incluidos los de los ecosistemas forestales.

Muy útiles serían para los encargados del diseño de políticas, los planificadores y el público una discusión más en profundidad sobre las relaciones entre bosques y recursos hídricos en futuras ediciones del Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Más allá del reconocimiento de los efectos perjudiciales de una gestión forestal deficiente (la sedimentación, por ejemplo), sería conveniente notar que una gestión

apropiada de las cuencas arboladas puede ser fuente de abundantes beneficios tanto económicos como medioambientales, como lo atestigua el desarrollo de la hidroecología, un estudio interdisciplinario de las relaciones funcionales entre hidrología y biota a nivel de la cuenca hidrográfica. Se podría por ejemplo investigar ulteriormente la función de las cuencas forestales y los bosques higrofiticos nubosos en el suministro regular de agua potable y la función de los manglares y otros bosques de litoral en la protección de las poblaciones costeras contra los desastres provocados por las aguas. La fitorrecuperación (eliminación de sustancias contaminantes por efecto de la absorción vegetal) podría ser considerada como una alternativa cada vez más aceptada a las soluciones de eliminación mediante métodos de ingeniería de las aguas industriales contaminantes. Se podría examinar la dependencia de los planes hidroeléctricos, tanto grandes como pequeños, de una sólida gestión de las tierras altas. Mediante el buen gobierno de los recursos hídricos se podría prestar mayor atención a los problemas relacionados con la gestión medioambiental en las cuencas transfronterizas y a la necesidad de ofrecer capacitación y realizar investigaciones multidisciplinarias para apoyar verdaderamente la gestión integrada de los recursos hídricos. Es de esperar que ahora que la FAO ha accedido a la dirección de ONU-Agua pueda brindarse a los lectores, en la próxima edición, una información más cabal que reconozca el papel y el potencial de los bosques y la silvicultura.

El segundo Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos está disponible en: [www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index\\_es.shtml](http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index_es.shtml)



## ACTIVIDADES FORESTALES DE LA FAO

### El futuro de los bosques en Asia y el Pacífico

Los cambios económicos, sociales y medioambientales sin precedentes que se observan en la región de Asia y el Pacífico están alterando significativamente la forma en que se consideran y aprovechan los bosques de dicha región. El panorama venidero fue el tema de una conferencia regional intitulada «El futuro de los bosques de Asia y el Pacífico: perspectivas para 2020», celebrada en Chiang Mai (Tailandia) del 16 al 18 de octubre de 2007. La conferencia reunió a más de 250 participantes de más de 40 países.

La conferencia fue organizada por la Comisión Forestal de Asia y el Pacífico (CFAP), en el ámbito del actual Estudio de las perspectivas del sector forestal en Asia y el Pacífico (APFSOS II), y representó tanto la ocasión de exponer las conclusiones preliminares del estudio como de celebrar un foro para recoger las opiniones de diferentes partes interesadas acerca de los cambios emergentes y sus implicaciones para los bosques y las actividades forestales de la región. Además de los puntos focales nacionales del APFSOS, los participantes incluían ingenieros forestales, estudiantes, docentes, investigadores, oficiales de gobierno, gestores de proyectos y representantes del sector privado, organizaciones no gubernamentales (ONG) y organizaciones multilaterales. Invitados especiales fueron los cinco ganadores de un concurso de ensayos para jóvenes profesionales, que habían expuesto de manera elocuente sus opiniones sobre el futuro de los bosques de la región.

Los participantes en la conferencia analizaron las principales dinámicas de cambios que se han observado en Asia y el Pacífico, y la manera probable en que tales fuerzas conformarán la percepción y el aprovechamiento de los bosques en los años venideros. Los temas tratados comprendieron las perspectivas macroeconómicas, los cambios medioambientales, la transición institucional, la urbanización, la evolución y aplicaciones de la tecnología, el comercio internacional, las tendencias en el uso de la tierra, la mitigación de la pobreza y la importancia creciente de los bosques plantados. También se expusieron las perspectivas del sector privado y de la sociedad civil.

En el discurso de apertura de la conferencia, Jagmohan Maini, ex coordinador del Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques, se refirió a la importancia de los procesos de planificación de ancha repercusión. Las ponencias siguientes consideraron la situación actual de los bosques de la región e hicieron proyecciones respecto a muchos de los factores de presión que influirán presumiblemente en los bosques en los próximos años. Numerosas opiniones contrastantes –en distinta medida pesimistas y optimistas– condujeron a debates encendidos acerca del futuro de los bosques de Asia y el Pacífico y el modo más apropiado de hacer frente a los nuevos retos. Durante una sesión de presentación de 55 carteles se pusieron de relieve las perspectivas en el plano nacional, ofreciéndose a los participantes la oportunidad de entablar discusiones informales sobre asuntos específicos.

La conferencia aseveró que, en general, el futuro de los bosques y de las actividades forestales en la región seguirá estando impulsado por factores en gran parte ajenos al sector forestal. La expansión demográfica, la transformación de las economías de subsistencia en economías de consumo, el aumento de la riqueza y de la actividad económica y los nuevos mercados intensificarán la demanda relacionada con los bosques, al propio tiempo que la presión medioambiental creciente exigirá que la sociedad en general llegue a ser receptora de los beneficios de unos valores forestales renovados. Se pronostica que conforme aumente la intensidad y la índole de la demanda de que son objeto los bosques, aumentarán asimismo los agentes de diverso tipo que tienen intereses en la diferente ordenación de los bosques; y este hecho subraya el gran desafío de equilibrar demandas varias que compiten entre sí.



FAO/FO-5973K/CHUANKEU

A menos que se tomen medidas correctivas drásticas en todos los sectores, la corrupción –que no es privativa del solo sector forestal– seguirá entorpeciendo probablemente los esfuerzos encaminados a llevar a cabo una ordenación forestal sostenible. La conferencia fue unánime en puntualizar la importancia de unas estructuras de buen gobierno flexibles y de la colaboración activa con otros sectores y regiones.

Para hacer frente con éxito a los desafíos, se precisa una línea de pensamiento más elaborada y nuevas asociaciones. Las soluciones viables exigirán una orientación matizada e interdisciplinaria, además de la cooperación internacional. La conferencia marcó un paso importante en el avance hacia este tipo de intercambios y colaboraciones tan necesarios.

Las actas de la conferencia se publicarán a comienzos de 2008; el programa, las ponencias y los artículos están disponibles en: [www.fao.org/forestry/site/33592/en](http://www.fao.org/forestry/site/33592/en)

### Evento especial sobre los bosques y la energía

Un Evento Especial de Alto Nivel: los bosques y la energía, convocado por el Director General de la FAO, Jacques Diouf, fue celebrado el 20 de noviembre de 2007 con ocasión del período de sesiones bienal de la Conferencia de la FAO. El discurso de apertura fue pronunciado por Pedro Verona Rodrigues Pires, Presidente de Cabo Verde; la sesión fue presidida por el Ministro de Bosques del Congo y el Ministro de Agricultura de Letonia.

En el evento participaron 275 delegados pertenecientes a alrededor de 90 Estados Miembros de la FAO. En las declaraciones de los países se reconoció el hecho de que la bioenergía se ha convertido en una cuestión estratégica mundial que repercute cada vez más en las condiciones económicas, sociales y medioambientales; y que gracias a la bioenergía es posible mitigar el cambio climático. La madera es el más importante de los biocombustibles, y puede constituir un sustituto eficiente y económico de los combustibles fósiles. Sin embargo, en especial en los países en desarrollo, la escasa información sobre los usos de la madera como combustible representa un impedimento para la toma de decisiones de los países respecto del aprovechamiento sostenible de este recurso; y ello determina que los países suelen desperdiciar oportunidades de mitigar el cambio climático y de recurrir mayormente a fuentes energéticas mixtas. Más aún, el aumento demográfico y la mayor extensión de tierras que se siguen asignando a la producción de energía plantean que se deba examinar cuidadosamente las concesiones que es preciso hacer en relación con los bosques, la energía y los usos agrícolas.



## XIII Congreso Forestal Mundial, 2009: invitación para la presentación de ponencias



La comunidad forestal internacional se reunirá del 18 al 25 de octubre de 2009 en Buenos Aires (Argentina) para celebrar el XIII Congreso Forestal Mundial, la reunión forestal mundial más importante. Durante una semana, los representantes del sector público y privado, la comunidad científica, los especialistas forestales, los profesionales y otras partes interesadas tendrán la oportunidad de analizar y debatir toda la gama de asuntos relacionados con las actividades forestales.

Bajo el lema de «Desarrollo forestal, equilibrio vital», el congreso abordará la ordenación forestal sostenible desde una perspectiva global e integrada. El congreso abarcará los siete campos temáticos siguientes:

- Bosques y biodiversidad;
- Produciendo para el desarrollo;
- Los bosques al servicio de la gente;
- Cuidando de nuestros bosques;
- Sector forestal: oportunidades de desarrollo;
- Organizando el desarrollo forestal;
- Gente y bosques en armonía.

La estructura temática completa del congreso se puede consultar en el sitio Web del congreso ([www.wfc2009.org](http://www.wfc2009.org)).

Una parte importante del congreso serán las presentaciones voluntarias y las sesiones de carteles. Unas y otras deberán expresar ideas nuevas y proporcionar información sobre investigaciones actuales, experiencias de campo, proyectos de desarrollo, modelos teóricos o aplicaciones prácticas. El congreso procurará conseguir una representación equilibrada de las regiones geográficas y los puntos de vista.

Se invita a todas las personas interesadas a presentar ponencias antes del 30 de junio de 2008. Las ponencias no deberán superar las 4 500 palabras, incluyendo los cuadros, y deberán contener un resumen no más largo de 250 palabras. El autor deberá identificar el tema del congreso al que corresponde su ponencia, y justificar su inclusión bajo ese tema mediante tres a cinco palabras clave.

Todas las ponencias que se presenten serán examinadas por un grupo colegiado que las evaluará con arreglo a los siguientes criterios:

- **Pertinencia:** ¿Es pertinente el asunto para las sesiones temáticas? ¿Será de interés para un amplio número de personas?
- **Calidad:** ¿Es coherente el argumento, está correctamente estructurado y resulta comprensible?
- **Originalidad:** ¿Se ha tratado el tema de manera novedosa y original? Las ponencias ya publicadas no serán aceptadas.

De acuerdo con la categoría que se les haya asignado, las ponencias serán publicadas integralmente o en parte en el sitio Web del congreso.

Algunas ponencias serán seleccionadas para su presentación por sus autores durante las sesiones del congreso, y algunos autores pueden ser invitados a preparar carteles. Para que una ponencia pueda ser considerada para una presentación, su contenido deberá revestir un interés considerable para las deliberaciones del congreso y ofrecer un análisis exhaustivo del asunto tratado. La ponencia deberá ser pertinente para un gran número de países o por lo menos para una ecorregión; tener relación con problemas actuales o emergentes; y tratar vinculaciones intersectoriales e interdisciplinarias. Los autores deberán admitir que, sin que se les advierta previamente, sus ponencias puedan ser objeto de elaboración editorial y ser traducidas a los idiomas oficiales del congreso: español, inglés y francés.

Las personas que tienen la intención de participar en el congreso, incluidas las que han sido invitadas a hacer presentaciones, deberán registrarse pagando una cuota de registro y cubrir sus propios gastos.

Las instrucciones para las presentaciones se pueden descargar del sitio Web del congreso ([www.wfc2009.org](http://www.wfc2009.org)), o se pueden solicitar por correo postal o fax (véase más abajo) o por correo electrónico a: [info@wfc2009.org](mailto:info@wfc2009.org)

Se recomienda encarecidamente a los autores presentar sus ponencias introduciéndolas en el sitio Web del congreso. Como alternativa, los artículos y sus resúmenes se pueden enviar, antes del 30 de junio de 2008, a la dirección siguiente:

Oficial de documentación  
XIII Congreso Forestal Mundial  
Departamento Forestal  
FAO  
Viale delle Terme di Caracalla  
00153 Roma, Italia  
Tel: +39 06 5705-2198  
Fax: +39 06 5705-5137  
Correo electrónico: [WFC-XIII@fao.org](mailto:WFC-XIII@fao.org)

Las personas o colectividades que deseen recibir informaciones ulteriores por correo electrónico pueden inscribirse en: [www.wfc2009.org](http://www.wfc2009.org)



Los delegados mencionaron que los siguientes asuntos representan necesidades que es preciso satisfacer para afrontar los desafíos presentes y futuros que se manifiestan en este campo:

- las estrategias relativas a la dendroenergía, basadas en los conceptos de ordenación forestal sostenible;
- la creación de capacidad con el objeto de integrar las estrategias nacionales relativas a la bioenergía en los programas y planes forestales nacionales;
- la consideración de la bioenergía como asunto intersectorial, y su integración en las políticas forestales, agrícolas y en otras políticas de aprovechamiento de la tierra;
- la coordinación de las estrategias relativas a la bioenergía con la erradicación de la pobreza y con las políticas de reducción de la pobreza;
- una capacidad potenciada para el uso de las nuevas fuentes energéticas alternativas renovables, comprendida la hidroenergía, la energía solar y el biogás;
- la mayor eficiencia energética obtenida en el hogar y en la industria gracias a la combustión de materias ligneeas;
- el mejor aprovechamiento de la madera reutilizada;
- el estudio del valor de la madera para otros usos finales previos a su uso para la generación de energía;

- la difusión efectiva de los resultados de la investigación y desarrollo, y de las tecnologías y pericias con el fin de utilizar la energía de modo eficiente e inocuo;
- la evitación de las distorsiones del mercado en la promoción de las bioenergías;
- la implantación de procedimientos de verificación y balance continuos en la producción de biocombustibles, con el objeto de evitar las repercusiones perjudiciales en el medio ambiente y asegurar el bienestar de las comunidades locales;
- una atenta consideración de la seguridad alimentaria y de los efectos perjudiciales en otros sectores a la hora de diseñar e implementar los incentivos para estimular la producción de biocombustibles.

### Vinculación de los programas forestales nacionales a las estrategias de reducción de la pobreza en África

Entre noviembre de 2005 y julio de 2007, la FAO llevó a cabo un estudio en diez países de África (Kenya, Malawi, Namibia, Níger, Nigeria, República Unida de Tanzania, Sudán, Túnez, Uganda y Zambia), en colaboración con el Mecanismo para los programas forestales nacionales, con el objeto de

## Presentación de los comentarios relativos a la nueva estrategia forestal de la FAO

En marzo de 2007, el Comité Forestal (COFO) pidió que, en consulta con los Estados Miembros de la FAO y otros asociados, se elaborara una nueva estrategia forestal de la FAO. El proceso consultivo ha comenzado. En la primera etapa de la consulta, se han pedido comentarios relativos a un documento de debate, publicado en línea (véase más abajo), sobre una estrategia posible. En el documento se presentan los siguientes eventuales objetivos estratégicos para el sector forestal:

- La toma de decisiones es un proceso informado, armonizado entre los sectores y participativo.
- Los beneficios producidos por los árboles, los bosques y las actividades forestales están aumentando, se están distribuyendo equitativamente, y están siendo ampliamente reconocidos y apreciados.
- Los recursos forestales están aumentando, y los servicios proporcionados por el ecosistema son cada vez más valorados.

En el documento de debate se bosquejan asimismo algunos elementos potenciales de las estrategias con las que se pretende conseguir los objetivos; entre estos elementos se incluyen los que se enumeran a continuación:

- refuerzo de la capacidad de los países para una toma de decisiones adecuada en materia de bosques mediante un proceso participativo;
- refuerzo de la información para respaldar la formulación de las políticas;
- mejora de las prácticas forestales mediante orientaciones sobre mejores prácticas y un proceso de participación entre múltiples partes interesadas;
- promoción de redes para compartir los conocimientos y poner en ejecución las prácticas mejoradas;
- realización de labores intersectoriales con el propósito de ayudar a los países a incorporar las actividades forestales en los procesos de desarrollo nacional;
- realización de actividades en asociación con sujetos pertenecientes a los sectores público y privado para llevar a cabo negociaciones respecto a los recursos y evitar duplicaciones;
- mejora de los vínculos verticales para facilitar el intercambio de conocimientos entre los niveles local, nacional, regional y mundial;
- intensificación de las actividades de promoción para despertar conciencia y crear compromisos de inversión en una silvicultura mejorada;
- prosecución de la función de foro neutral para el intercambio de conocimientos sobre los árboles y la silvicultura.

Los comentarios que se reciban durante el primer semestre de 2008 –incluyendo los debates que tendrán lugar durante las sesiones de las comisiones forestales regionales– servirán para preparar un borrador de estrategia, el cual será objeto de ulteriores desarrollos. El borrador será difundido para que los interesados formulen opiniones durante la segunda fase de la consulta, que tendrá lugar a mediados de 2008. El objetivo es someter al COFO una nueva estrategia con ocasión de su próxima reunión, en marzo de 2009.

Se invita a los lectores de *UnasyIva* a emitir comentarios acerca del documento de debate. El documento se puede consultar en: [www.fao.org/forestry/strategy](http://www.fao.org/forestry/strategy)

Los comentarios se pueden escribir directamente en la hoja contenida en el sitio Web, o enviar por correo electrónico a: [FO-Strategy@fao.org](mailto:FO-Strategy@fao.org)



examinar los nexos entre los programas forestales nacionales y las estrategias nacionales de reducción de la pobreza. El estudio reveló que ambos procesos no estaban adecuadamente conectados, porque las autoridades centrales no están a menudo al tanto de las múltiples formas en que los bosques y los árboles fuera del bosque contribuyen a la reducción de la pobreza, y asimismo porque los oficiales forestales no suelen estar involucrados en los debates sobre la pobreza. El estudio indicó también que una escasa capacidad en el ámbito forestal frena las iniciativas de colaboración que puedan surgir dentro o fuera del sector, comprendida la colaboración con los organismos centrales de planificación y los ministerios pertinentes.

En Nairobi (Kenya) se celebró, del 20 al 22 de noviembre de 2007, un taller regional para intercambiar ideas sobre las formas de reforzar la presencia e influencia de las actividades forestales en los procesos de toma de decisiones a nivel central. Con este propósito, los diez países participantes en el estudio analizaron los métodos prácticos para integrar los programas forestales nacionales en los planes nacionales de desarrollo y en las estrategias de reducción de la pobreza. El taller, organizado por la FAO en asociación con el Servicio Forestal de Kenya y el Mecanismo para los programas forestales nacionales, congregó a más de 40 participantes procedentes de gobiernos y organizaciones internacionales, incluyendo ministerios fuera del sector forestal – hacienda, planificación y desarrollo económico, estadísticas nacionales, medio ambiente y agricultura, entre otros.

Tras un fructífero intercambio de puntos de vista acerca de cómo mejorar la colaboración para reducir la pobreza –intercambio que convalidó los principales hallazgos y conclusiones del estudio–, cada país preparó una lista de asuntos prioritarios para acciones de seguimiento y determinó los campos en que se necesitaba contar con la ayuda del Mecanismo y de otros asociados internacionales. Los participantes de Kenya demostraron su compromiso y voluntad de implementar las propuestas contenidas en los informes de los países estableciendo durante la celebración del taller un grupo de acción multidisciplinario que programó su primera reunión para la semana siguiente.

### Los primeros Acuerdos de silvicultura comunitaria son firmados en Camboya

Los proyectos de la FAO financiados por Bélgica y Nueva Zelanda, que tienen un historial de actividades de varios años, han culminado en un acontecimiento capital para el desarrollo de la silvicultura comunitaria en Camboya: la firma de los diez primeros Acuerdos de silvicultura comunitaria pactados en ese país. El 19 de noviembre de 2007 tuvo lugar, en la aldea de Tbeng Lech, provincia de Siem Reap, una ceremonia oficial para el acto de la firma, en la que participaron el Jefe de la Administración Forestal del Acantonamiento de Siem Reap y los presidentes de los diez comités de ordenación forestal comunitaria. Estaban presentes también el Secretario de Estado en representación del Ministerio de Agricultura, Bosques y Pesca, el Gobernador Provincial de Siem Reap y el Director General de la Administración Forestal.

Se remonta a comienzos del decenio de 1990 la creación de un marco jurídico para la silvicultura comunitaria en Camboya, en el que las funciones y responsabilidades del Estado y de las comunidades resultan claramente definidas. El fruto de esos esfuerzos es la Ley Forestal de 2002, que reconoce la silvicultura comunitaria como una de las modalidades de la ordenación forestal comunitaria del país. Otros elementos del marco jurídico incluyen el Subdecreto sobre Ordenación Forestal Sostenible de 2003 y las Orientaciones sobre Silvicultura Comunitaria de 2006.

En conjunción con las comunidades forestales interesadas, numerosos proyectos apoyados por donantes han desarrollado simultáneamente la silvicultura comunitaria sobre el terreno. Existen en la actualidad en el país más de 264 bosques comunitarios en diversas fases de desarrollo, que cubren aproximadamente 179 000 ha y en los cuales participan más de 57 000 familias que están comenzando a obtener ganancias directas. La mayor parte de estas comunidades está tramitando el reconocimiento oficial de sus bosques comunitarios y colabora con la administración forestal y sus asociados en dar cumplimiento a las demás etapas contempladas en las Orientaciones.

El proyecto de la FAO «Bosques comunitarios del noroeste de Camboya», que tiene un historial de 12 años de actividades y es uno de los proyectos forestales de mayor antigüedad en el país, ha apoyado a lo largo de los años el desarrollo de 37 bosques comunitarios y seis áreas de protección comunitaria en la provincia de Siem Reap. El Acantonamiento de Siem Reap fue el primero en presentar una lista de bosques comunitarios potenciales al Ministerio de Agricultura, Bosques y Pesca, y el primero en recibir la aprobación ministerial para esos bosques. La firma de los Acuerdos de silvicultura comunitaria marca la etapa conclusiva de la oficialización de los bosques comunitarios, en los que ahora se podrán poner en ejecución los planes de ordenación forestal comunitaria oficiales. El proyecto seguirá brindando su apoyo para que otros bosques comunitarios puedan acceder al mismo rango de oficialización.

### La FAO producirá un informe sobre la situación mundial de los recursos genéticos forestales

En su 11º período de sesiones en junio de 2007, la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura solicitó a la FAO la preparación de un informe sobre la situación mundial de los recursos genéticos forestales, que deberá ser examinado durante su 12º período de sesiones en 2009. La comisión reafirmó la urgencia de conservar, manejar y aprovechar los recursos genéticos forestales de forma sostenible con el fin de respaldar la seguridad alimentaria, la mitigación de la pobreza y la sostenibilidad medioambiental, y aprobó la inclusión de los recursos genéticos en su Programa de trabajo multianual.

Las labores relacionadas con el informe se desarrollarán en estrecha colaboración con asociados internacionales, tales como Bioversity International, y en coordinación con los programas regionales y mundiales en curso, como los que se llevan a cabo en el ámbito del Convenio sobre la Diversidad Biológica. El informe se concentrará en los recursos genéticos de árboles y arbustos que tienen en el presente una importancia para el bienestar humano, o que puedan tenerla en el futuro, y constituirá el fundamento de un marco de acción para los adelantos en materia de conservación y uso sostenible a nivel nacional, ecorregional y mundial.

El informe hará uso de los datos de la Evaluación de los recursos forestales mundiales (FRA) 2005 y de estudios sobre recursos genéticos nacionales y regionales llevados a cabo con el apoyo de la FAO desde mediados del decenio de 1990. Sin embargo, los conocimientos actuales no permiten utilizar la mayor parte de las variables cuantitativas y cualitativas registradas en los inventarios forestales para determinar la situación y tendencias de los recursos genéticos en cuanto a especies de árboles, proveniencias, poblaciones y genes. Por consiguiente, será necesario definir variables para evaluar la diversidad biológica y elaborar unos indicadores genéticos fácilmente mensurables que permitan controlar los cambios que tienen lugar a lo largo del tiempo.



### La ordenación de los bosques y la gestión de aguas: un taller celebrado en China

El presupuesto hídrico de los ecosistemas forestales depende mayormente del clima, del sitio y de la estructura de los bosques. Las medidas de ordenación forestal, tales como la selección de las especies de árboles, la estructura de los rodales y el manejo de la densidad de las masas, y los métodos de cosecha, influyen en la estructura de los bosques. Aunque el ciclo hídrico de los rodales es un asunto conocido, la función de los bosques en la gestión sostenible de los recursos hídricos y la atenuación de las inundaciones constituye un tema respecto al cual las opiniones no son concordantes. Igualmente debatida es la estrategia de desarrollo que propugna la forestación.

Para contribuir a fundamentar los debates en conceptos científicos certeros, la Academia Forestal China hospedó, del 12 al 16 de noviembre de 2007 en Beijing (China), el taller «Gestión de las aguas mediante la ordenación forestal». El taller fue organizado conjuntamente con el Centro de Investigación sobre los Ecosistemas Forestales de la Universidad de Gotinga (Alemania) en el ámbito de la División 8.01.04 – ‘Suministro y calidad del agua’ de la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO). Participaron en el taller 77 personas provenientes de 11 países.

En el taller se analizó la relación entre la ordenación forestal y dos aspectos importantes del suministro hídrico: la provisión de un agua de calidad para el consumo humano, y el suministro de agua al bosque mismo. Un asunto menos investigado es el equilibrio entre el agua disponible y la demanda hídrica del bosque, y su importancia estriba en que muchos países han intensificado la plantación de bosques con el propósito de fijar carbono, suministrar energía y madera y restaurar el medio ambiente.

Las exposiciones se agruparon en cinco sesiones: repercusiones de la ordenación forestal en la calidad y en la cantidad del agua; uso del agua del suelo y aprovechamiento hídrico; ordenación forestal y gestión de aguas bajo las condiciones del cambio climático; aplicación de modelos ecohidrológicos, incluyendo su uso eventual en apoyo de la toma de decisiones; estrategias e investigación en materia de ordenación forestal y gestión de aguas.

Los rápidos cambios que se observan en el clima y en los bosques pueden poner en peligro las funciones hídricas de estos últimos. El estrés creciente provocado por la sequía puede menoscabar la estabilidad del bosque mismo. Si bien se buscan aún respuestas adecuadas a la forma de integrar la ordenación forestal en la gestión de aguas para resolver los problemas que se plantean en las diferentes regiones, ha resultado posible determinar, gracias a este taller, algunas lagunas que es necesario colmar en las investigaciones futuras sobre la mencionada cuestión de integración.

### Los ministros encargados de los bosques de Europa adoptan resoluciones sobre dendroenergía y aguas

La quinta Conferencia Ministerial sobre la Protección de Bosques en Europa, «Los bosques en beneficio de la calidad de la vida», concluyó con una declaración ministerial y unas resoluciones acerca de la promoción de la madera como fuente de energía renovable y la función de los bosques en la protección de los recursos hídricos en el contexto del cambio climático.

La conferencia, que se celebró en Varsovia (Polonia) del 5 al 7 de noviembre de 2007, fue organizada conjuntamente por Polonia y Noruega. Asistieron a la conferencia delegaciones de más de 40 países de Europa, incluyendo 16 ministros encargados de los bosques y actividades forestales. Las discusiones subrayaron el papel de los bosques ante los retos del desarrollo socioeco-



FAO FORESTRY KASHIRO

nómico, la presión ejercida por las actividades humanas sobre los recursos naturales y las consecuencias del cambio climático.

Lech Kaczyński, Presidente de Polonia, abrió las labores de la conferencia llamando la atención sobre la necesidad de reconciliar el desarrollo económico con la protección del entorno natural.

En la conferencia se presentó el informe *Situación de los bosques de Europa 2007*, que había sido preparado conjuntamente por la dependencia de enlace de Varsovia de la Conferencia Ministerial sobre la Protección de Bosques en Europa, la FAO y la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE). El informe indica que está en aumento en Europa tanto la superficie forestal como el potencial productivo de los bosques. Durante los últimos 15 años, la superficie forestal de la región se ha incrementado en 13 millones de hectáreas, es decir una superficie equivalente a la de Grecia. El volumen de los recursos madereros ha registrado asimismo un incremento constante.

Cuarenta signatarios de la Conferencia Ministerial sobre la Protección de Bosques en Europa adoptaron dos resoluciones que serán puestas en ejecución en el plano nacional. La Resolución de Varsovia N° 1, «Bosques, madera y energía», obliga a los Estados a intensificar la función del sector forestal en la producción de energía y el uso de la biomasa forestal para la producción de energía renovable, con el objeto de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Al notar el crecimiento de la competencia por la demanda de madera para usos energéticos e industriales, la resolución hace un llamamiento a una asociación más firme entre propietarios de bosques públicos y privados, la industria de la madera y los productores de energía.

La Resolución de Varsovia N° 2, «Los bosques y el agua», hace hincapié en la función de los bosques en la protección de la calidad y la cantidad del agua, la prevención de las inundaciones, la atenuación de los efectos de las inundaciones y la contención de la erosión del suelo. Los países se comprometen a ordenar los bosques de manera sostenible en cuanto al agua; a coordinar las políticas en materia de bosques y recursos hídricos; a desarrollar conocimientos y diseñar estrategias relacionados con las repercusiones del cambio climático en los bosques y el agua; y a fortalecer la valoración económica de los servicios forestales relacionados con el agua.

En la Declaración de Varsovia, los países se comprometen a emprender ulteriores actividades encaminadas a implementar la ordenación forestal sostenible, considerada como un elemento indispensable del desarrollo sostenible. En la declaración se reconoce la importancia de los bosques en el mejoramiento de la calidad de la vida, y se solicita que los países se comprometan a potenciar la ordenación forestal sostenible como medio para luchar contra el cambio climático. Asimismo, se subraya la importancia de la colaboración, a



través de acciones mancomunadas, entre la Conferencia Ministerial sobre la Protección de Bosques en Europa y otros procesos regionales, con el objeto de hacer aportaciones coherentes de alcance paneuropeo a las iniciativas nacionales.

Además, los delegados adoptaron las declaraciones sobre los incendios forestales en Europa meridional, y acordaron celebrar en octubre de 2008 una Semana paneuropea de los bosques, que será organizada conjuntamente por la FAO, la CEPE, la Unión Europea y la Conferencia Ministerial sobre la Protección de Bosques en Europa.

Las anteriores Conferencias Ministeriales tuvieron lugar en Estrasburgo (1990), Helsinki (1993), Lisboa (1998) y Viena (2003).

### Los bosques se ponen de relieve en las reuniones sobre el cambio climático que tuvieron lugar en Bali

El cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), publicado en 2007, señaló que en el decenio de 1990 casi un quinto de las emisiones de gases de efecto invernadero fueron el resultado del cambio del uso de la tierra, y especialmente de la deforestación. La toma de conciencia relativa a este hecho ha permitido poner de relieve la conservación forestal y a la ordenación forestal sostenible en las discusiones sobre el cambio climático global, y particularmente en las recientes negociaciones celebradas en el ámbito de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que incluyó la celebración de las sesiones de la Conferencia de las Partes (COP-13) del CMNUCC, sus órganos subsidiarios y la Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto, tuvo lugar en Bali (Indonesia) del 3 al 14 de diciembre de 2007. Asistieron al conjunto de las reuniones más de 10 000 personas. La COP-13 culminó con la adopción del Plan de Acción de Bali, que resume las acciones por emprender hasta 2012 y años posteriores.

#### Decisiones concernientes a los bosques

El Plan de Acción de Bali comprende «Enfoques de política e incentivos efectivos sobre asuntos conexos con la reducción de las emisiones que son consecuencia de la deforestación y la degradación de los bosques en los países en desarrollo; y funciones de la conservación, ordenación sostenible de los bosques y aumento de las existencias forestales de carbono en los países en desarrollo».

La Conferencia de las Partes adoptó también una decisión específica sobre la reducción de las emisiones que son consecuencia de la deforestación y la degradación, en la que se hace hincapié en la urgencia de llevar a cabo ulteriores acciones destinadas a reducir las emisiones que resultan de la deforestación y la degradación de los bosques en los países en desarrollo. Se anima a las partes a examinar diferentes formas de acción para enfrentar las causas de la deforestación, incluso mediante la convocación de manifestaciones. Se solicita al Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico de la CMNUCC llevar a cabo un programa de trabajo sobre asuntos metodológicos relacionados con los enfoques de política y los incentivos específicos.

La COP tomó la decisión de revisar el límite fijado para los proyectos de forestación y reforestación en pequeña escala en el ámbito del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL). (El MDL es una iniciativa mediante la cual se persigue aumentar el número de pequeños proyectos de este tipo.) Gracias a esta decisión, el límite superior de reducción anual de emisiones

de gases de efecto invernadero para la obtención de créditos pasa de 8 a 16 kilotoneladas.

La conferencia aprobó el establecimiento de un fondo de adaptación destinado a mejorar los mecanismos de defensa de los países pobres y vulnerables ante los efectos del cambio climático. El propósito es financiar proyectos de adaptación tales como los sistemas perfeccionados de suministro de agua para las zonas propensas a la sequía; y la conservación y restauración de los manglares para protección de las costas. El fondo será administrado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y estará supervisado tanto por representantes de países industrializados como no industrializados. El financiamiento provendrá de un impuesto del 2 por ciento sobre los ingresos generados por el MDL, y por lo tanto no dependerá de la ayuda.

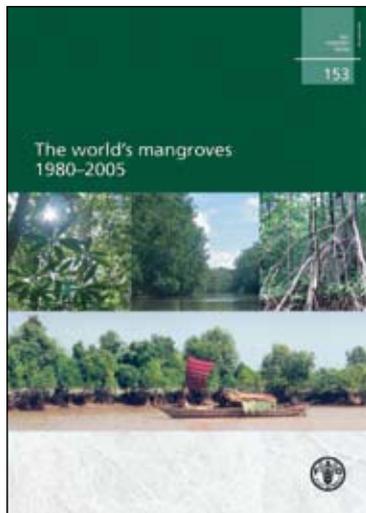
#### Día del Bosque

El Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR) organizó el 8 de diciembre de 2007 –conjuntamente con los miembros de la Asociación de Colaboración en materia de Bosques (ACB)– un Día del Bosque para llamar la atención acerca de los asuntos forestales y aportar informaciones a las negociaciones sobre los bosques en curso en la COP 13. En cuatro sesiones especiales se trataron las dificultades metodológicas de la estimación del volumen de carbono forestal; el mercado y la gobernanza; la equidad en oposición a la eficacia; y los problemas de adaptación. Además, se celebraron 25 actos colaterales en los que se examinaron diversas cuestiones relacionadas con el cambio climático; entre ellas, los costos de la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> resultantes de la disminución de la deforestación; el futuro del sector del aprovechamiento de tierras en los mercados de carbono; el financiamiento destinado a la reducción de las emisiones que son consecuencia de la deforestación y la degradación de los bosques; el uso de los biocombustibles para favorecer la mitigación del cambio climático; y las experiencias nacionales relacionadas con el análisis de referencia de la deforestación. Asistieron al Día del Bosque científicos, encargados del diseño de políticas y representantes de organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales.

#### Iniciativas en apoyo de la reducción de las emisiones que son consecuencia de la deforestación y la degradación de los bosques

El Banco Mundial lanzó el fondo del Banco Mundial para reducir las emisiones de carbono mediante la protección de los bosques, una iniciativa que tendrá una duración de diez años y cuyo propósito es establecer un mercado para el carbono forestal que favorece económicamente las iniciativas de conservación forestal y beneficia a los países en desarrollo. En un primer momento, nueve países industrializados han hecho una promesa de contribución de 155 millones de dólares EE.UU. En la actualidad, los países en desarrollo no tienen la facultad de vender créditos de emisión de carbono obtenidos por la evitación de la deforestación o la degradación de los bosques. Sin embargo, el fondo del Banco Mundial pretende apoyar, mediante acciones piloto, la adopción de decisiones informadas respecto al régimen relativo al cambio climático, que entrará en vigor a partir de 2012, estableciendo un eventual mecanismo para la creación de un mercado de emisiones de carbono.

Asimismo, el Gobierno de Noruega anunció en Bali su intención de apoyar, mediante un financiamiento de 3 000 millones de coronas (aproximadamente 570 millones de dólares EE.UU.) anuales, durante un período de cinco años, las acciones de reducción de las emisiones que son consecuencia de la deforestación y la degradación.



### Dos nuevos libros de la FAO sobre los manglares: una evaluación mundial...

*The world's mangroves 1980-2005*. 2007. FAO Forestry Paper 153. Roma, FAO.

Los manglares son bosques costeros que crecen en estuarios protegidos y en riberas de ríos y lagunas de zonas tropicales y subtropicales. Con el término de «manglares» se describe tanto el ecosistema como las familias de plantas que se han adaptado mediante mecanismos especializados a vivir en este ambiente marismoso. Los manglares desempeñan importantes funciones socioeconómicas y medioambientales: proporcionan madera y productos forestales no madereros, ofrecen protección a los litorales contra la acción de los vientos, olas y corrientes; conservan la diversidad biológica; protegen los arrecifes de coral, las praderas submarinas y los carriles marítimos contra la sedimentación; y proporcionan hábitat, lugares de desove y nutrientes a diferentes peces y crustáceos, incluyendo muchas especies comerciales. Sin embargo, las fuertes presiones demográficas que se registran en las áreas costeras han determinado la conversión de muchos manglares en zonas dedicadas a otros usos, por ejemplo construcción de infraestructuras, acuicultura y producción de arroz y sal.

Esta publicación, que ha sido preparada como un estudio temático en el marco de la Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005, ofrece una información completa sobre la extensión presente y pasada de los manglares en los 124 países y territorios en donde existen. Presenta tanto una visión de conjunto regional como mundial de la vegetación de manglares, composición de especies y distribución, junto con indicaciones sobre los principales usos y las amenazas de que son objeto los manglares en cada una de las regiones.

La obra fue preparada por la FAO en colaboración con especialistas en manglares a través del mundo, y se funda en los datos de una evaluación llevada a cabo en 1980 por la FAO y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); en la Evaluación de los recursos forestales mundiales de la FAO 2000 (FRA 2000) y 2005 (FRA 2005), y en una amplia investigación de la literatura existente. Se recolectaron durante el proceso de elaboración del estudio alrededor de 2 900 conjuntos de datos nacionales y subnacionales sobre las extensiones ocupadas por los ecosistemas de manglares.

Los resultados del estudio indican que la superficie cubierta por los manglares en todo el mundo es en la actualidad de alrededor de 15,2 millones de hectáreas, y que la mayor parte de tal extensión se encuentra en Asia y en África, seguidas de América del Norte y Central. Es motivo de alarma el

hecho de que el 20 por ciento de la superficie cubierta por los manglares, o 3,6 millones de hectáreas, se haya perdido desde 1980. En tiempos más recientes, el ritmo de pérdidas netas parece haber disminuido, y ello refleja la mayor conciencia que existe acerca del valor de los ecosistemas de manglares; sin embargo es todavía motivo de preocupación el que la tasa de pérdidas anuales siga siendo alta.

La extracción de madera y de productos forestales no madereros pocas veces es la causa principal de las pérdidas sufridas por los manglares. Las causas fundamentales de las pérdidas notificadas son la presión humana sobre los ecosistemas costeros y la competencia por una tierra que se destina a otros usos. Las tasas de variación negativa relativamente altas que se observaron en Asia, el Caribe y América Latina durante el decenio de 1980, por ejemplo, reflejan principalmente el proceso de conversión en gran escala de las superficies cubiertas por manglares en zonas que han sido destinadas a la acuicultura y la construcción de infraestructura turística.

La información que se presenta en el informe, así como las lagunas que se han encontrado en la información disponible, ayudarán a los encargados de la ordenación de los manglares y a los encargados del diseño de políticas y de la toma de decisiones en todo el mundo a asegurar la conservación, ordenación y uso sostenible de los ecosistemas de manglares que aún subsisten en el mundo.

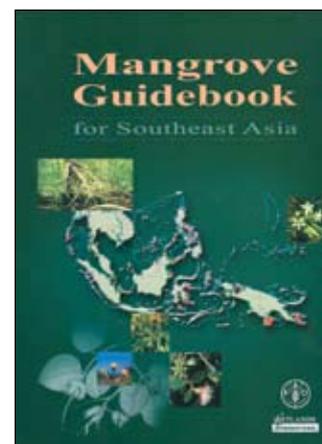
### ... y una guía sobre especies para el sudeste de Asia

*Mangrove guidebook for Southeast Asia*. W. Giesen, S. Wulffraat, M. Zieren y L.

Scholten. 2006. RAP Publication 2006/07. Bangkok, Tailandia, Oficina Regional de la FAO para Asia y el Pacífico y Wetlands International. ISBN 974-7946-85-8.

En el sudeste de Asia se encuentran los manglares más extensos del mundo, que al mismo tiempo son los más biológicamente diversificados y los de más variada estructura del mundo. En las últimas décadas, sin embargo, gran parte de esta superficie de manglares ha sido degradada y destruida. En años recientes se han lanzado muchos programas de conservación y rehabilitación. El personal encargado de tales programas no ha cesado de tropezar en el curso de sus actividades con dificultades para identificar las especies de plantas que crecen en el terreno. Este guía de campo sobre los mangles y las especies vegetales afines presentes en la subregión se ha preparado para colmar este vacío importante.

La voluminosa guía, de alrededor de 800 páginas, constituye la primera tentativa de abarcar todas las especies de mangles del sudeste de Asia.



La primera parte de la obra consiste en una exposición introductiva sobre los mangles en general y los del sudeste de Asia en particular. La segunda parte ofrece descripciones de 268 especies de plantas, que se han dividido en siete grupos, a saber: helechos; gramíneas y plantas análogas; otras hierbas geófilas; plantas epifíticas; vitáceas y trepadoras; palmeras, cícadas y pandanos; y árboles y arbustos. Unas muy buenas ilustraciones en blanco y negro acrecientan el valor del libro.

La obra ayudará a muchas personas, especialmente estudiantes, a conocer mejor los manglares del sudeste de Asia, y apoyará los progresos en la conservación de estas especies y los programas de rehabilitación. Ordenadores forestales, ingenieros forestales, ordenadores de recursos costeros, investigadores, docentes, estudiantes y las personas interesadas no especialistas, no solo en los países del sudeste de Asia sino en todos los países donde crecen los manglares, apreciarán esta publicación como una herramienta muy útil.

### Evaluación mundial de los recursos de bambú

*World bamboo resources.* M. Lobovikov, S. Paudel, M. Piazza, H. Ren y J. Wu. 2007.

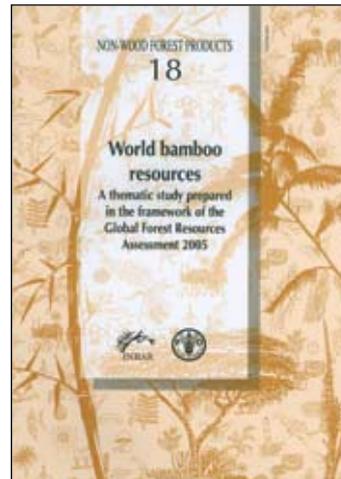
Non-Wood Forest Products No. 18. Roma, FAO. ISBN 978-92-5-105781-0.

El bambú es una gramínea leñosa ampliamente distribuida en las zonas tropicales, subtropicales y templadas de todas las regiones del mundo. Considerado como uno entre los principales productos forestales no madereros, y sucedáneo de la madera, el bambú siempre ha desempeñado una importante función económica y cultural a través de Asia. En la actualidad, el uso del bambú está aumentando rápidamente también en América Latina y en África. En algunos países, en lugar de los productos elaborados rudimentarios del bambú, tales como las artesanías y utensilios, se producen ahora productos de alto de gama con valor agregado, por ejemplo, casas, pasta, papel, paneles, tableros, chapas, entarimados, techados, telas, aceite, gas y carbón (combustible y excelente sustancia natural absorbente). Los brotes de bambú son también un alimento vegetal muy nutritivo. El bambú representa un bien económico cada vez más importante para las actuaciones de erradicación de la pobreza y el desarrollo económico y medioambiental.

El bambú es una planta forestal, pero está difundida también fuera de los bosques, por ejemplo en las tierras agrícolas y riberas de ríos, a lo largo de caminos y en zonas urbanas. Los taxónomos aún no concuerdan respecto al número total de especies y géneros de bambú, estimándose que existen alrededor de 1 200 especies que pertenecen a unos 90 géneros.

El presente estudio, que ha sido preparado por la FAO junto con la Red internacional del bambú y el ratán, es uno de los siete estudios temáticos llevados a cabo en el ámbito del proceso de la Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005 (FRA 2005), y constituye una primera tentativa de acopio sistemático de una información de calidad sobre los recursos de bambú y su utilización en todo el mundo. El estudio es el resultado de un proceso de tres años de recolección de datos y validación, realizado en conformidad con la orientación de asociación mundial de la FRA 2005, en el que intervinieron muchos asociados de países participantes y organizaciones internacionales. Pese a que los datos disponibles eran escasos y de calidad a menudo insuficiente, el valor del estudio reside en el establecimiento de una metodología sistemática y en la realización de la evaluación más completa que haya sido llevada a cabo hasta ahora sobre los recursos de bambú.

Dieciséis países de Asia notificaron la existencia de un total de 24 millones de hectáreas de recursos de bambú. Cinco países de África notificaron la existencia de de 2,8 millones de hectáreas. Se estima que diez países de América Latina



poseen más de 10 millones de hectáreas de recursos de bambú. El total mundial se cifra por lo tanto en unos 37 millones de hectáreas o aproximadamente el 1 por ciento de la superficie forestal mundial. Sin embargo, estas cifras son solo estimaciones aproximadas. Las cifras también incluyen las mezclas de bambú con otras especies (mezclas en las que no necesariamente predomina el bambú) y el bambú en tierras no forestales (incluyendo el que está mezclado con otros árboles o cultivos).

La publicación también aporta información sobre la diversidad de especies, existencias en formación, biomasa, talas, propiedad y estado de salud del recurso, y sobre los productos y el comercio de bambú.

Se espera que la información y los conocimientos generados por este estudio puedan ser útiles para los procesos nacionales de política, y que los comentarios de los usuarios puedan ayudar a mejorar las futuras evaluaciones de los recursos mundiales.

### Rastreo de las causas de la explotación forestal ilegal

*Illegal logging: law enforcement, livelihoods and the timber trade.* L. Tacconi, ed. 2007.

Londres, Reino Unido, Earthscan. ISBN 978-1-84407-348-1.

La explotación forestal ilegal es un fenómeno muy difundido—en algunos países representa más del 50 por ciento de toda la madera extraída— que produce daños considerables. Una vez cortadas ilegalmente, las trozas de frondosas exóticas se destinan al abastecimiento de una vasta demanda que proviene tanto de países desarrollados como de países en desarrollo. Esta práctica ilícita se ha traducido en enormes pérdidas económicas y de recursos forestales. El problema ocupa por consiguiente un lugar preponderante en los programas forestales mundiales, ya que representa una de las principales amenazas que se ciernen sobre los bosques. Los donantes y los gobiernos nacionales están comenzando a emprender iniciativas para combatir la explotación ilegal. Sin embargo, si se considera la magnitud del problema, sorprende cuán poco se sabe acerca de sus causas y de sus repercusiones en la biodiversidad, en los medios de vida de la población y en las economías nacionales.

Resulta paradójico que, pese a sus efectos negativos, la explotación ilegal pueda beneficiar a muchas partes interesadas, e incluso a algunas comunidades marginadas. ¿Cómo se puede combatir la extracción ilegal sin empobrecer a las comunidades locales? En este libro —que es una publicación conjunta con el Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR)— se examinan los problemas relativos a la reglamentación y la observancia de la legisla-



ción, la oferta y la demanda, la gobernanza y la corrupción, la certificación forestal, la pobreza, los medios de vida locales, el comercio internacional y las repercusiones de la extracción ilegal en la biodiversidad. La obra presenta estudios de caso claves de regiones ricas en bosques de las Américas, África ecuatorial y Asia.

La explotación ilegal solo puede combatirse enfrentando sus causas económicas, políticas y sociales subyacentes. Si bien no hay por cierto soluciones sencillas a los problemas planteados, el libro describe los múltiples aspectos de las causas, repercusiones y consecuencias de la explotación ilegal en los bosques, la población, los medios de vida y la política forestal. A pesar de lo mucho que queda por conocer acerca del asunto, el libro se suma a una ya abundante literatura, e ilustra problemas esenciales que es preciso comprender para elaborar una política gracias a la cual las cosas puedan cambiar.

### Una nueva apreciación de la situación del medio ambiente

GEO-4: *Global environment outlook – environment for development*. 2007. Nairobi (Kenya), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). ISBN 978-92-807-2836-1 (en rústica), 978-92-807-2872-9 (de tapa dura).

Se debe mayormente al informe de 1987 de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo: *Nuestro futuro común* (también llamado Informe Brundtland) la toma de conciencia por parte del público del concepto de desarrollo sostenible. La cuarta edición de *Perspectivas del medio ambiente mundial* (GEO-4) hace una evaluación del camino recorrido por la sociedad en cuanto a los asuntos medioambientales durante los veinte años transcurridos desde la publicación del informe. El cuadro que se desprende de tal evaluación es poco alentador y evidencia un declive en casi todos los sectores: un aumento de los gases de efecto invernadero, una contaminación mayor en todos los lugares, una menor disponibilidad de agua dulce, la deforestación, la degradación de las tierras agrícolas, el agotamiento de los recursos naturales y la acidificación de los océanos.

GEO-4, publicación compilada y escrita por centenares de investigadores de muy variadas disciplinas, proporciona una visión de conjunto de las tendencias sociales y económicas mundiales y de la situación y tendencias del medio ambiente mundial y regional durante las últimas dos décadas, así

como de las dimensiones humanas de los cambios que han tenido lugar. Se vuelve a presentar ante la atención del lector la idea de que los problemas forestales, los suministros de agua dulce, la agricultura, la biodiversidad y la desertificación están interconectados y se vinculan con el cambio climático. Se estudian también los nexos entre la evolución de las sociedades y el declive del medio ambiente, y se examina cómo influye en el medio ambiente la creciente presión demográfica y las diferencias cada vez mayores que dividen a ricos y pobres, las cuales son factores que conducen por ejemplo a una deforestación en aumento.

En *Nuestro futuro común* se define el desarrollo sostenible como el desarrollo que satisface «las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades». GEO-4 observa sin embargo que las sociedades actuales se concentran en satisfacer sus necesidades presentes y que por consiguiente comprometen la capacidad de las generaciones futuras de atender sus propias necesidades.

La publicación, de cerca de 600 páginas, se divide en seis secciones. En la primera se resume la evolución de los problemas que han surgido desde 1987. La segunda describe la situación y tendencias del medio ambiente desde 1978 hasta 2007, con capítulos independientes que tratan de la atmósfera, la tierra, el agua y la biodiversidad. La situación de los bosques se estudia ampliamente en el capítulo sobre la tierra.

En la Sección C se presenta la situación y tendencias del medio ambiente desde una perspectiva regional. La Sección D analiza las dimensiones humanas. En uno de los capítulos se indaga acerca de la vulnerabilidad y se indican cuáles son las oportunidades que permiten mejorar el bienestar humano, mientras que en otro se examinan las interconexiones medioambientales y las necesidades relativas a la gobernanza. En la quinta sección se hacen proyecciones hasta 2015 y años ulteriores; y en la última se resumen las opciones de acción, con arreglo a una categorización de soluciones posibles según una línea continua que va de los hechos comprobados a los emergentes.

GEO-4 presenta una perspectiva para el futuro y las opciones de política que pueden permitir hacer frente a los problemas medioambientales actuales y a los que están apareciendo. La publicación será de interés para los encargados del diseño de las políticas, los profesionales y los académicos de muchos sectores, así como para un público más amplio.

