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.

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 Oficia 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

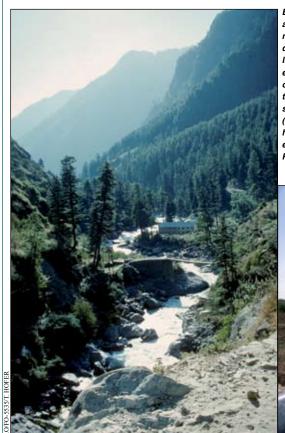
En las zonas aquas arriba v aquas abaio, es necesario considerar de modo más holístico el aqua. los bosques. otros usos de la tierra y los factores socioeconómicos. (En las fotos, cuenca hidrográfica arbolada en la India; riego en la República Árabe Siria.)

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





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



tierras bajas (Hofer y Messerli, 2006). Por consiguiente, aunque hay razones valederas 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.



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)

 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 tampón 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.

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 tampón consiguen reducir considerablemente, o eliminar por completo, las fuentes de contaminación no puntuales originadas por usos domésticos, industriales y agrícolas (Suriname)



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 embosquecidas 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 nevosas 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.

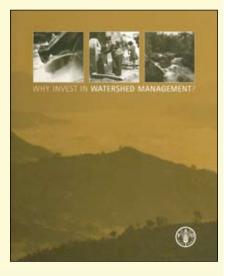
Fuente: IUFRO, 2007

«¿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 intitulado 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. También se puede descargar de la red en: 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 km² en 2005, debería llegar a los 3 500 km² 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 km² 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. (2^a 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 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

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

Martínez, J. 2007. Payment for environmental services in Mexico. Ponencia presentada en un acto colateral del 26° 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

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. ◆