

¿Qué significa el Protocolo de Kyoto para los bosques y la silvicultura?

D. Schoene y M. Netto

Los tratados internacionales sobre el cambio climático tratan de proteger los bosques contra los efectos del cambio climático mundial haciendo uso de sus poderes especiales para mitigarlo.

Cuando la FAO publicó su primera evaluación de los recursos forestales mundiales en esta revista (FAO, 1948), definió los bosques como «vegetación predominante constituida por árboles de cualquier tamaño, capaces de producir madera u otros productos forestales, o bien influir sobre las condiciones climatológicas o el régimen de aguas». Aunque el efecto invernadero ya se había descubierto y ya se había predicho el calentamiento mundial, los autores de esta definición histórica no pretendían probablemente referirse a un papel de los bosques en la mitigación del cambio climático. Sin embargo, que el cambio climático terminaría por afectar a la silvicultura era ya obvio en 1989, cuando los ministros de medio ambiente de 68 naciones propusieron la forestación de 12 millones de hectáreas cada año en la Declaración Ministerial de Noordwijk sobre Cambio Climático (IUCC, 1993). Hoy se reconoce que los bosques pueden contribuir a mitigar el cambio climático, necesitan adaptarse a él y pueden ayudar a la humanidad a resistir a sus efectos.

En este artículo se examinan los vínculos entre bosques y cambio climático y su incorporación a los correspondientes acuerdos internacionales, y se destacan algunos de los problemas que se plantean al promover el papel de los bosques en la mitigación del cambio climático mundial.

LOS BOSQUES PUEDEN CONTRIBUIR A MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Propiciando el almacenamiento de carbono en los bosques y en sus productos

Plantar nuevos bosques para absorber el exceso de CO₂ en la atmósfera es la opción en que primero se suele pensar cuando se trata de utilizar los bosques para contener el cambio climático. La idea de plantaciones compensatorias de

carbono, propuesta originalmente por Dyson (1977), se aplica actualmente en todo el mundo con arreglo al Protocolo de Kyoto (véanse los artículos de Oyhançabal y Masripatin en este número) o incluso al margen de ese acuerdo (véase el artículo de Tuttle y Andrasko en este número). No obstante, además de plantar árboles en plantaciones productivas o protectoras, en sistemas agroforestales o en bosques urbanos, existe toda una gama de opciones silviculturales y administrativas para favorecer la absorción y el almacenamiento de carbono en los ecosistemas forestales, tales como restauración de bosques degradados, plantaciones de enriquecimiento, extensión de las rotaciones en bosques de edad uniforme, aclareo ligero, preferencia por especies con altos índices de absorción, plantación bajo cubierta de bosque abierto, y fertilización o riego de rodales. Los bosques inmaduros, extendidos por Europa, América del Norte y Asia oriental, actúan como «sumideros» de carbono sin intervención humana deliberada; la mitad de la biomasa que acumulan es carbono.

Fuera del bosque, los productos de la madera pueden almacenar carbono durante decenios e incluso siglos. En los países industrializados, la acumulación de carbono en productos madereros asciende a unas 20 ó 40 toneladas de carbono por hectárea de superficie forestal (Dewar, 1990). En ciertas circunstancias, los bosques bien administrados y sus productos pueden almacenar más carbono que los bosques no ordenados o naturales (Dewar y Cannell, 1992).

Conservando el carbono almacenado en los bosques

Comparando el calentamiento mundial a una fiebre del planeta, los bosques no solo funcionan como una medicina potencial,

Dieter Schoene es Oficial Forestal Superior (Bosques y cambio climático) en el Servicio de Conservación Forestal, Departamento Forestal, FAO, Roma.

Maria Netto es Oficial de Programa en el Programa de Apoyo a la aplicación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Bonn (Alemania).

Las opiniones expresadas en este artículo son las de los autores y no corresponden necesariamente a la posición de las Naciones Unidas o de la Secretaría de la CMNUCC.



Las opciones de ordenación como el aclareo ligero (véase el rodal a la derecha) pueden contribuir a la absorción de carbono en los ecosistemas forestales

sino que su destrucción agrava la enfermedad. La deforestación y la degradación forestal contribuyen en un 24 por ciento a las emisiones antropogénicas de carbono y en un 18 por ciento al total combinado de las emisiones de gases de invernadero (IPCC, 2000; Baumert, Herzog y Pershing, 2005) al eliminar la capacidad de los bosques para absorber carbono en el futuro, se agrava mucho más la pérdida. En los países en desarrollo, la mayor parte de las emisiones no se originan en chimeneas ni tubos de escape, sino que proceden del cambio en el uso de la tierra. De ahí que algunos hayan propuesto, como opción para reducir las emisiones, incentivos financieros para una ordenación más sostenible de los bosques y para frenar su conversión a otros usos.

Además de reducir la deforestación, hay otras opciones para conservar el carbono de los bosques, como la reducción de las extracciones excesivas (Marsh *et al.*, 1996), la lucha contra incendios forestales (Goldammer, Seibert y Schindele, 1996), la sustitución cuando sea posible de rodales de edad uniforme por otros de edad no uniforme, la reducción al mínimo de la pérdida de carbono al transformar la madera en productos forestales (Muladi, 1996), la práctica de sistemas distintos del de corta y quema y la reducción de la podredumbre de los árboles.

Substituyendo por madera los combustibles fósiles y los productos fuertemente energéticos

En los países que obtienen energía de combustibles fósiles, su sustitución

en lo posible por leña producida de modo sostenible dejaría una cantidad aproximadamente equivalente de carbono fósil bajo tierra y eliminaría las emisiones correspondientes. El uso de leña producida sosteniblemente no da lugar prácticamente a emisiones, porque el carbono liberado por la combustión quedará compensado por una cantidad equivalente absorbida por el crecimiento del bosque. Los residuos de explotación forestal pueden ser el complemento de la leña recogida en plantaciones destinadas a ese fin. Por cada metro cúbico de existencias en formación extraído como madera industrial de los bosques mundiales, alrededor de 1 tonelada de biomasa queda sobre el terreno forestal como posible fuente de bioenergía (FAO, 2006). Cada tonelada de leña o de biomasa producida por la corta de madera podría sustituir a unos 400 litros de petróleo e impedir 0,3 toneladas de emisiones de carbono (Grammel, 1989).

La extracción de productos madereros requiere menos energía (normalmente de combustibles fósiles) que la fabricación de productos competidores de acero o de aluminio. Por término medio, cada metro cúbico de madera de construcción en sustitución de acero o aluminio evita 0,3 toneladas de emisiones de carbono (Burschel, Kürsten y Larsen, 1993).

LOS BOSQUES DEBEN ADAPTARSE AL CAMBIO CLIMÁTICO

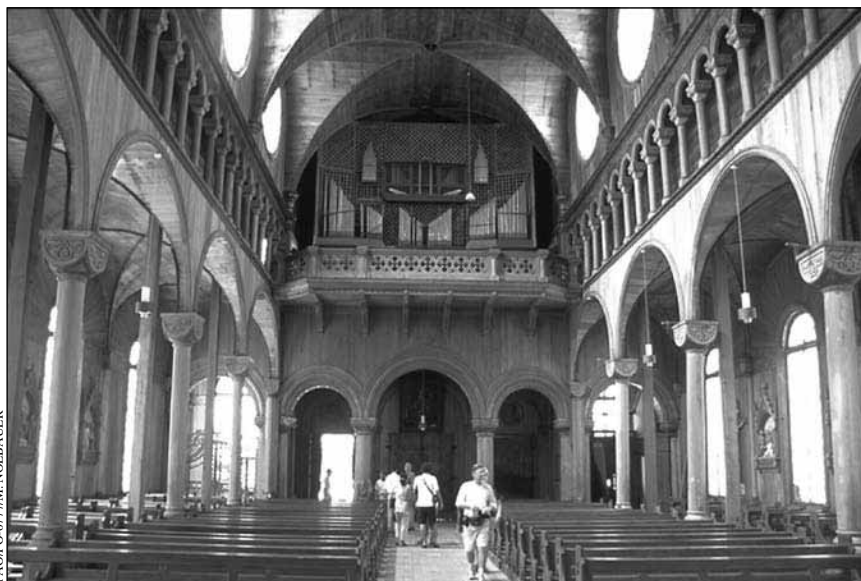
Los bosques son también víctimas posibles de la imaginada fiebre del planeta, y sin adaptarse no podrán cumplir lo

que de ellos se espera en la mitigación del cambio climático. Los mapas de la tierra y de la vegetación han mostrado que los bosques responden con gran sensibilidad a cada pequeña diferencia de temperatura y humedad (Schoene, 1983). La tendencia al calentamiento en la temperatura mundial media de superficie de 0,6 °C desde 1900 está ya produciendo la muerte de árboles en los bosques boreales (FAO, 2003), y se prevén grandes cambios en la distribución geográfica de la vegetación forestal, así como algún marchitamiento y decadencia progresivos. En la mayoría de los casos, la decadencia no se deberá directamente al cambio climático, sino a alteraciones derivadas de éste como incendios, plagas, enfermedades y escasez de nutrientes y de agua.

Por otra parte, algunos bosques pueden realmente beneficiarse de períodos de

Los bosques inmaduros, corrientes en Europa, América del Norte y Asia oriental, funcionan como sumideros de carbono sin intervención humana deliberada; la mitad de la biomasa que acumulan es carbono (en la foto, pino blanco joven y alerce en los Estados Unidos)





Fuera de los bosques, los productos de madera pueden almacenar carbono durante decenios e incluso siglos. Catedral de Paramaribo, Suriname, construida enteramente con madera, en su interior y en su exterior

crecimiento más largos, temperaturas más cálidas y mayor crecimiento. El aumento del CO₂ en el aire puede también mejorar la eficiencia en el uso del agua, ya que la escasez de agua debilita menos la fotosíntesis en un aire rico en carbono (Schulin y Bucher-Wallin, 2001).

Las estrategias de adaptación propuestas apuntan a ordenación de genes, protección forestal, regeneración de bosques, ordenación silvicultural, operaciones, utilización de recursos no madereros y ordenación de parques y espacios naturales (FAO, 2003).

LOS BOSQUES PUEDEN AYUDAR A LAS SOCIEDADES HUMANAS A ADAPTARSE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Los bosques y los árboles fuera de ellos pueden ayudar a las comunidades locales a soportar los efectos del cambio climático de varias maneras (Robledo y Forner, 2005). Plantaciones o árboles naturalmente regenerados pueden proteger las cuencas fluviales contra sequías derivadas del cambio, inundaciones o deslizamientos de tierras, y pueden detener o frenar la desertificación. Cultivos agroforestales y árboles en el paisaje combinan la producción de alimentos y madera y prestan diversos servicios ambientales y sociales, aumentando así la resistencia contra fenómenos climáticos adversos. Los árboles en medios urbanos retienen cantidades relativamente pequeñas de carbono, pero transpiran grandes cantidades de agua y reflejan más radiación que las super-

ficies de asfalto, dando mayor frescor a las ciudades (Jo y McPherson, 2001). Las plantaciones de manglares pueden proteger las costas contra los efectos de olas tormentosas y elevaciones del nivel del mar.

El destino de los bosques como causa, remedio y víctima del cambio climático afectará en último término a las personas: 60 millones de indígenas habitantes en los bosques dependen enteramente de éstos y de sus productos; 1 200 millones de personas en los países en desarrollo obtienen alimentos de los árboles y por los menos el 70 por ciento extraen de los bosques sus únicas medicinas; y más de 2 000 millones de personas usan principalmente leña para cocinar y calentarse (Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo, 2004). De cómo soporten los bosques el cambio climático dependerán pues en gran medida el bienestar humano y el

progreso hacia los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

¿QUÉ DICEN DE LOS BOSQUES LOS ACUERDOS INTERNACIONALES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO?

Tanto la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) como el Protocolo de Kyoto enumeran obligaciones generales sobre los bosques que se aplican a todos los países miembros. Deben éstos promover la ordenación forestal sostenible y la cooperación en la conservación y el cuidado de los bosques como sumideros y depósitos de gases de invernadero. Deben promover la forestación y la reforestación, así como las energías renovables. Deben considerar además los bosques como parte de inventarios nacionales de emisiones y absorciones de gases de invernadero, en la transferencia de tecnología y en los programas nacionales de adaptación al cambio climático.

El Protocolo de Kyoto estipula exigencias específicas diferentes para los países desarrollados y en desarrollo en relación con los bosques.

Países desarrollados

Los países desarrollados promoverán prácticas de ordenación forestal sostenible, formas renovables de energía, forestación y reforestación, y deberán

En los países en desarrollo, la mayor parte de las emisiones no proceden de chimeneas ni tubos de escape, sino del cambio en el uso de la tierra; impedir la deforestación puede ser una opción para reducir las emisiones



S. MIDGLEY



El uso de leña producida de modo sostenible –por ejemplo, en monte bajo, que almacena carbono además de proporcionar bioenergía– deja combustible fósil bajo la tierra y elimina las correspondientes emisiones

adoptar políticas nacionales y tomar las medidas correspondientes sobre mitigación del cambio climático estimulando la formación de sumideros y depósitos de gases de invernadero. Deberán calcular las emisiones y absorciones netas de gases de invernadero debidas a forestación, reforestación y deforestación desde 1990 que ocurran durante el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto (2008 a 2012) e incorporarlas a su contabilidad de emisiones netas de gases de invernadero. Deberán decidir antes de fines de 2006 si optan por incluir en su contabilidad nacional las absorciones o emisiones de gases de invernadero en relación con la ordenación forestal, hasta límites específicos para cada país (FAO, 2003).

Mediante el mecanismo llamado de Ejecución Conjunta (véase el artículo de Lakyda, Buksha y Pasternak en este número), los países industrializados y los países con economías en transición pueden realizar conjuntamente proyectos de compensación de gases de invernadero que impliquen forestación, reforestación u ordenación forestal. Algunas o todas las compensaciones de gases de invernadero realizadas en los bosques del país receptor se transfieren al país inversor sobre la base de acuerdos contractuales.

La posibilidad dada a los países desarrollados de compensar las emisiones aumentando la cantidad de carbono almacenada en productos madereros podría ser un incentivo para el uso de la madera en bienes duraderos; sin embargo, esto

no se permitirá en el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto por falta de un acuerdo sobre metodologías para contabilizar los gases de invernadero en los productos de la madera.

Países en desarrollo

La CMNUCC y el Protocolo de Kyoto mencionan específicamente en varios artículos los bosques de los países en desarrollo. El artículo 4, párrafo 1e, de la Convención contiene un mandato dirigido a todos los miembros de cooperar en la protección y rehabilitación de zonas afectadas por la sequía y la desertificación, en particular en África. Según el artículo 4, párrafo 8, los países desarrollados deben estudiar a fondo la manera de atender a las necesidades derivadas de los efectos adversos del cambio climático de los países en desarrollo con zonas forestales o zonas expuestas a degradación forestal. Los bosques pueden incluirse en evaluaciones de la vulnerabilidad, y las medidas de adaptación pueden ser financiadas por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) u otros fondos establecidos con arreglo a la CMNUCC y al Protocolo de Kyoto (Robledo y Forner, 2005; Verheyen, 2003).

Mecanismo para un desarrollo limpio.

El mecanismo más importante para los bosques en los países en desarrollo es el Mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto, que per-

mite a los países desarrollados cumplir parte de sus obligaciones de reducción de gases de invernadero mediante proyectos compensatorios en países en desarrollo. Los proyectos del MDL que reducen las emisiones en las fuentes pueden realizarse en muchos sectores, particularmente el de la energía, incluida la dendroenergía. No obstante, las únicas actividades de absorción de carbono permitidas son la forestación y la reforestación. No se admiten proyectos para reducir la deforestación o la degradación forestal. Tampoco se admite la absorción de carbono en cultivos y suelos agrícolas durante el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto. Los proyectos del MDL deben promover el desarrollo sostenible en los países receptores mediante la inversión y mediante la transferencia de conocimientos y tecnologías. También son factibles proyectos del MDL unilaterales en el país receptor y la venta ulterior de créditos.

El MDL es un mecanismo mercantil, impulsado por la demanda de créditos –reducciones certificadas de emisiones– por parte de entidades privadas o públicas de los países desarrollados y por la oferta de proyectos de compensación en los países en desarrollo.

Antes de que las administraciones forestales nacionales emprendan la forestación y la reforestación en relación con el cambio climático, es preciso examinar algunas condiciones (véase el Recuadro) y cumplir muchos requisitos (FAO, 2005).

Para prevenir las críticas respecto a las plantaciones forestales en gran escala y en atención a los objetivos de seguridad alimentaria y desarrollo rural, el MDL contiene una categoría de escala reducida con condiciones simplificadas y costos fijos reducidos. Los proyectos no pueden obtener créditos por más de un promedio anual de 2 200 toneladas de carbono absorbidas y deben ser emprendidos por comunidades e individuos pobres. Pueden incluir explotaciones agroforestales o bosques urbanos y, según la productividad y los niveles previstos de almacenamiento, pueden abarcar superficies de 200 a 4 000 hectáreas. Dentro de estos límites, se permite la unión de pequeñas parcelas. La Conferencia de las Partes de la CMNUCC en su décima reunión (COP-10) dio a las organizacio-

El cambio climático contribuye indirectamente a la decadencia del bosque al influir sobre factores negativos como incendios, plagas, enfermedades y escasez de nutrientes y de agua



FAO/RO-0005/R. HOFF

nes internacionales un mandato especial para que faciliten tales proyectos de forestación y reforestación en pequeña escala (CMNUCC, 2004).

Hasta el final de 2005, la CMNUCC había registrado más de 70 proyectos del MDL en todos los sectores y tenía en tramitación otros 500. De ellos, se habían presentado menos de 20 proyectos de forestación y reforestación, ninguno de los cuales se ha registrado todavía, porque las primeras metodologías para determinación de una línea de base e inspección de las actividades de forestación y reforestación se han aprobado hace muy poco tiempo. Muchos de los proyectos forestales han sido rechazados por deficiencias en las normas metodológicas o en los aspectos forestales. Además, las compañías que deberían certificar tales proyectos están todavía en proceso de acreditación. Se espera, pues, que los primeros proyectos de forestación y reforestación se registren a fines del segundo trimestre de 2006.

Aunque los precios de los créditos han superado los 100 dólares por tonelada de carbono en el mercado de emisiones de la Unión Europea (el único mercado internacional existente para negociar las emisiones de gases de invernadero), los precios de los créditos de proyectos de forestación son actualmente de tan sólo 10 a 15 dólares por tonelada de carbono, a causa de los riesgos percibidos por los compradores (FAO, 2005). Está claro que, a menos que se superen los obstáculos para la aplicación generalizada, se disipen algunos prejuicios sobre los créditos de carbono de proyectos forestales y se desarrolle un mercado, un caudal

potencialmente rico de inversiones en el MDL dejará de lado la silvicultura.

Otros desafíos y oportunidades para el sector forestal en los países en desarrollo.

La CMNUCC dispone que los países en desarrollo presenten inventarios nacionales periódicos de emisiones de gases de invernadero por sus respectivas fuentes y de absorciones en sumideros, como parte de sus Comunicaciones Nacionales. Los países industrializados financian todos los costos de estas comunicaciones mediante fondos establecidos en virtud de la CMNUCC y del Protocolo de Kyoto y administrados por el FMAM. Los bosques merecen más atención de la recibida hasta ahora en las Comunicaciones Nacionales de los países en desarrollo, por su gran importancia para la seguridad alimentaria y la vida rural en algunos países y porque pueden ser una importante fuente de emisiones, en particular en algunos países africanos. Lamentablemente, las evaluaciones forestales nacionales en muchos países en desarrollo son obsoletas o de baja calidad, o ambas cosas (Saket, 2002), lo que hace poco fiables sus inventarios de gases de invernadero. El FMAM apoya los inventarios de gases de invernadero y las Comunicaciones Nacionales como actividades capacitadoras mediante fondos administrados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Todos los países menos adelantados fijan

¿Debería participar mi país en el MDL? Preguntas para orientar a las autoridades responsables

- ¿Corresponden la forestación y la reforestación a las ideas y prioridades nacionales respecto a los bosques y el desarrollo sostenible, articuladas por ejemplo en los programas forestales nacionales?
- ¿Se dispone de tierras idóneas a escala adecuada, que comprendan suelos y parajes idóneos?
- ¿Qué experiencias se han obtenido o pueden obtenerse por evaluación ulterior de actividades actuales ordinarias de forestación? ¿Hay especies y tipos de bosques potenciales, y datos suficientes sobre costos e ingresos, crecimiento, rendimiento y absorción de carbono?
- ¿Hay mercados establecidos o usos para los productos de la forestación y la reforestación, aparte del carbono?
- ¿Cuáles son los costos fijos y de transacción para la forestación y la reforestación? ¿Justifican los costos de las instituciones nacionales y de la capacitación?
- ¿Quién debe dirigir los proyectos de forestación y reforestación?
- ¿Pueden diseñarse proyectos estándar fácilmente transponibles al país o la región?
- ¿Existe un servicio de extensión que facilite tales proyectos?



Los cultivos agroforestales combinan la producción de alimentos y madera y proporcionan diversos servicios ambientales y sociales, aumentando así la resistencia contra influencias climáticas adversas

prioridades de adaptación en sus Planes nacionales de acción para la adaptación, financiados también por medio del FMAM. El Fondo Fiduciario del FMAM y otros fondos establecidos en el marco de la CMNUCC (Fondo especial del cambio climático) y del Protocolo de Kyoto (Fondo de adaptación) prestan apoyo a los países en desarrollo respecto a evaluaciones de la vulnerabilidad y de la adaptación, fomento de la capacidad y evaluaciones de las necesidades tecnológicas.

Negociaciones para el segundo período de compromiso

Las negociaciones para el segundo período de compromiso del Protocolo de Kyoto empezaron en 2005 según lo dispuesto en el Protocolo. Los países podían negociar para incluir otras actividades forestales en los mecanismos flexibles del Protocolo. Una primera posibilidad es la reducción de emisiones de gases de invernadero debidas a la deforestación y la degradación forestal; otras posibles inclusiones son la rehabilitación de bosques degradados, la reducción del impacto de las explotaciones forestales, la reducción de pérdidas en la elaboración de productos madereros y el mayor uso de la madera como fuente de energía. Pueden facilitar

estos debates los mayores conocimientos prácticos de silvicultura, que faltaban en negociaciones anteriores, sobre todo en los países en desarrollo.

EL PROTOCOLO DE KYOTO ESTIMULA LA REFLEXIÓN SOBRE BOSQUES Y SILVICULTURA

En los países industrializados, el redescubrimiento del nexo entre los bosques y el carbono podría iniciar una nueva etapa en la silvicultura. En Europa occidental, por ejemplo, la silvicultura estuvo durante siglos centrada principalmente en el carbón vegetal, hasta que el descubrimiento de la hulla desvió la atención a la madera. La demanda de madera de construcción en gran cantidad hizo que las prácticas forestales desdeñaran las maderas de frondosas de alta densidad en favor de las coníferas y de rotaciones más largas. El interés por la absorción de carbono podría dar lugar a un nuevo cambio; algunas frondosas nativas de alta densidad pueden absorber tanto carbono como algunas coníferas introducidas, de rápido crecimiento pero baja densidad, y durante más tiempo (Schoene y Schulte, 1999). Al valorar más la absorción de carbono se alargan las rotaciones y se eleva el promedio de existencias en formación (Hoen y

Solberg, 1994). En los países industrializados que incluyen la ordenación forestal como actividad optativa en la contabilidad con arreglo al Protocolo de Kyoto, los valores de las existencias en formación aumentarán el 1 de enero de 2008 en el equivalente monetario de las existencias de carbono. Después de esa fecha, suprimir un bosque para dar paso a una autopista, una urbanización o un campo de golf resultará más caro, ya que el país tendrá que compensar la pérdida de carbono.

También muchos países en desarrollo tienen que mirar de otra manera sus bosques desde la perspectiva del Protocolo de Kyoto. Los países en desarrollo originan hoy alrededor del 60 por ciento de todas las emisiones antropogénicas de gases de invernadero, incluidas las debidas a cambios en el uso de la tierra y a la silvicultura. Un tercio de las emisiones de los países en desarrollo proceden de cambios en la agricultura y la silvicultura, sobre todo de la deforestación; en los países menos adelantados corresponde a este sector el 62 por ciento (Baumert, Herzog y Pershing, 2005). Las emisiones debidas a la deforestación no son menos dañinas que las de combustibles fósiles; por el contrario, no sólo afectan a la atmósfera desde el momento de ser liberadas, sino que reducen además la capacidad para absorber carbono en el futuro. Las nuevas propuestas de países en desarrollo, con Papua Nueva Guinea y Costa Rica a la cabeza, de que

Las plantaciones de manglares, como estas de Fiji, pueden proteger las costas contra los efectos de olas tormentosas y elevaciones del nivel del mar



los países industrializados compensen la conservación de los bosques en los países en desarrollo, son comprensibles desde esta perspectiva (véase el artículo de Moutinho *et al.* en este número). En oposición a ello se señalan las dificultades técnicas para cuantificar las economías de carbono y se duda de que compensaciones monetarias por la conservación del carbono consigan reducir apreciablemente la deforestación, que después de todo tiene muchas causas bien conocidas.

UNA MAYOR PERICIA EN LA INVESTIGACIÓN Y PRÁCTICA FORESTAL

Educación forestal

Muchos proyectos de forestación y reforestación propuestos con el MDL han fracasado por la insuficiencia de conocimientos técnicos forestales en su preparación. Unos buenos especialistas en silvicultura y en cambio climático serán esenciales para definir el papel futuro de los bosques en el Protocolo de Kyoto. El personal forestal profesional puede tener que prepararse a fondo. Hasta ahora, pocas escuelas forestales parecen haber incluido el cambio climático en sus programas, y sin embargo un repaso de cinco años de CLIM-FO-L, el boletín electrónico de la FAO sobre cambio climático y silvicultura (véase www.fao.org/forestry/site/17828/en), permite apreciar que con frecuencia creciente aparecen nuevas oportunidades profesionales en este campo.

Inventarios forestales

La teledetección, las mediciones de flujo del carbono y la modelación atmosférica inversa permiten comprender mejor el ciclo mundial del carbono y el papel de los

bosques en el mismo. Sin embargo, son indispensables inventarios terrestres para realizar o complementar estimaciones y modelos que cuantifiquen las enormes existencias de carbono y sus flujos en los ecosistemas forestales. Urge mejorar y hacer más frecuentes las evaluaciones forestales nacionales al hacerse obligatoria la información de los países sobre cambios en las existencias de carbono (FAO, 2003). Además, la contabilidad de las emisiones de gases de invernadero evitadas reduciendo la deforestación y la degradación forestal no sería factible sin unos buenos inventarios de bosques y de gases de invernadero.

Política forestal y relaciones públicas

La opinión pública es cada vez más consciente del calentamiento mundial. Los bosques contienen una mitad más del total de carbono en la atmósfera terrestre (FAO, 2006), y seguirán siendo en el futuro previsible el único instrumento viable en gran escala para absorber el exceso de CO₂ de la atmósfera. Sirven además para transformar el CO₂ excedente en madera, follaje, productos y paisajes verdes agradables y placenteros para la mayoría de las personas. La conciencia del cambio climático puede ayudar a elevar el valor de los bosques y la silvicultura a ojos del público. Puede también contribuir al aprecio y la competitividad de los productos forestales. La política forestal y los medios de comunicación social deben promover esa concientización.

Ordenación forestal

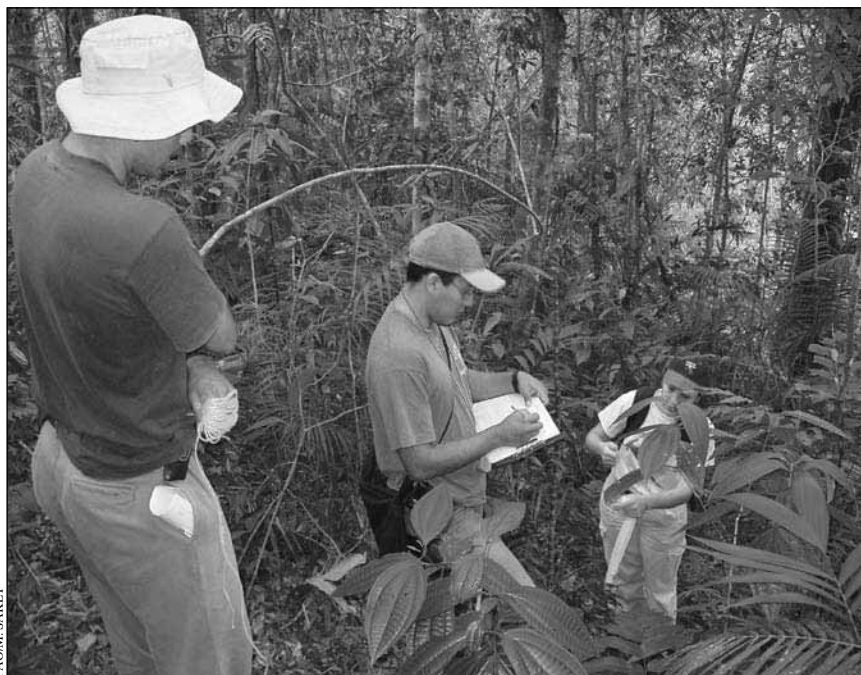
Hoy día, los bosques pueden reaccionar al cambio de clima con más prontitud que a la ordenación forestal (Pretzsch, 2005). Las prescripciones silviculturales históri-

cas basadas en un siglo de observaciones del crecimiento y el rendimiento no son ya aplicables; las predicciones de crecimiento y de respuesta a las intervenciones se han vuelto muy inseguras. Actualmente, los métodos de ordenación flexible en condiciones inciertas formulados por Biolley (1920) están reapareciendo en forma de ordenación moderna adaptable de los recursos naturales (Walters, 1986) y se proponen para la ordenación de los bosques frente al cambio climático (MacIver y Wheaton, 2005).

Investigación

También la investigación forestal debe tener en cuenta el cambio climático; y no bastarán las respuestas *ad hoc* a las nuevas cuestiones que plantee el advenimiento del cambio. Para considerar la inclusión de productos madereros como depósitos contabilizables de carbono en los futuros períodos de compromiso del Protocolo de Kyoto, por ejemplo, se necesitan más y mejores datos específicos sobre el carbono en los productos de la madera y su destino en el ciclo vital de los productos. Debería estudiarse el potencial del monte bajo para responder simultáneamente a los objetivos de producción de bioenergía y almacenamiento de carbono. ¿Podrá la técnica incipiente de los inventarios de carbono y la evaluación de las tasas de absorción en los bosques perfeccionarse hasta que su uso sea tan sencillo como lo es hoy el de una tabla de rendimientos?

Ya que los bosques hoy establecidos crecerán durante decenios o siglos y con seguridad experimentarán el cambio climático, un importante campo de investigación es el de la evaluación de su vulnerabilidad y los métodos de adaptación al cambio (Spittlehouse y



Es indispensable mejorar las evaluaciones forestales nacionales para cuantificar las existencias y los flujos del carbono son indispensables, y la urgencia de dichas evaluaciones se ha acentuado al hacerse obligatoria la información sobre cambios en las existencias de carbono; en la foto, trabajo de inventario en Guatemala

Stewart, 2003), que sólo recientemente ha empezado a recibir algo de la atención ya dedicada a la vulnerabilidad y a la adaptación de las sociedades humanas (Smith, Klein y Huq, 2003).

CONCLUSIONES

Los bosques y la silvicultura están íntimamente vinculados al cambio climático. La CMNUCC y el Protocolo de Kyoto así lo reconocen explícitamente. Los tratados internacionales persiguen proteger los bosques contra los efectos del calentamiento del clima mundial y de aprovechar sus grandes posibilidades para mitigarlo y salvaguardar a las sociedades humanas. El MDL se centra en proyectos de forestación y reforestación para absorber los gases de invernadero en los países en desarrollo. Este instrumento flexible es un modelo notable para alcanzar, mediante esfuerzos solidarios mundiales, los objetivos de desarrollo del Milenio propuestos por las Naciones Unidas.

El cambio climático y los tratados internacionales que de él se ocupan han suscitado multitud de nuevos desafíos, oportunidades y tareas para el sector forestal. Para hacerles frente con éxito se requieren nuevas perspectivas, prioridades modificadas, nuevos conocimientos, capacidades y creatividad. ♦



Bibliografía

- Baumert, K.A., Herzog, T. y Pershing, J.** 2005. *Navigating the numbers*. Washington, DC, Estados Unidos, Instituto Mundial sobre Recursos.
- Biolley, H.** 1920. *L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle*. París, Francia, Attinger Frères.
- Burschel, P., Kürsten, E. y Larsen, B.C.** 1993. *Die Rolle des Waldes und der Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt*. Munich, Alemania, Schriftenreihe der Forstwissenschaftlichen Fakultät München.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).** 2004. *Decision 14/CP.10. Simplified modalities and procedures for small-scale afforestation and reforestation project activities under the clean development mechanism in the first commitment period of the Kyoto Protocol and measures to facilitate their implementation*. Bonn, Alemania. Disponible en: unfccc.int/resource/docs/cop10/10a02.pdf#page=26
- Dewar, R.C.** 1990. A model for carbon storage in forests and forest products. *Tree Physiology*, 6: 417-428.
- Dewar, R.C. y Cannell, M.G.R.** 1992. Carbon sequestration in the trees, products and soils of forest plantations: an analysis using U.K. examples. *Tree Physiology*, 11: 49-71.
- Dyson, F.J.** 1977. Can we control the carbon dioxide in the air? *Energy*, 2: 287-291.
- FAO.** 1948. Recursos forestales del mundo. *Unasylva*, 2(4): 1-22.
- FAO.** 2003. *Situación de los bosques del mundo 2003*. Roma.
- FAO.** 2005. *Proyectos de forestación y reforestación en el marco del Protocolo de Kyoto*. Nota informativa. Roma. Disponible en: www.fao.org/forestry/site/30108/en
- FAO.** 2006. *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005 – Hacia la ordenación forestal sostenible*. Estudio FAO: Montes N° 147. Roma. (En prensa.)
- Goldammer, J.G., Seibert, B. y Schindele, W.** 1996. Fire in dipterocarp forests. En A. Schulte y D. Schoene, eds. *Dipterocarp forest ecosystems: towards sustainable management*, pp. 155-185. Singapur, World Scientific.
- Grammel, R.** 1989. *Forstbenutzung*. Berlín, Alemania, Parey.
- Hoen, H.F. y Solberg, B.** 1994. Potential and economic efficiency of carbon sequestration in forest biomass through silvicultural management. *Forest Science*, 40: 429-451.
- Information Unit on Climate Change (IUCC).** 1993. *Noordwijk Ministerial Declaration on Climate Change*. Châtelaine, Suiza, PNUMA. Disponible en: www.cs.ntu.edu.au/homepages/jmitroy/sid101/uncc/fs218.html
- Intergovernmental Panel on Climate**

- Change (IPCC).** 2000. *Land use, land-use change and forestry*. Special report. Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press. Disponible en: www.grida.no/climate/ipcc/land_use/index.htm
- Jo, H.K. y McPherson, E.G.** 2001. Indirect carbon reduction by residential vegetation and planting strategies in Chicago, USA. *Journal of Environmental Management*, 61: 165-177.
- MacIver, D.C. y Wheaton, E.** 2005. Tomorrow's forests: adapting to a changing climate. *Climatic Change*, 70: 273-282.
- Marsh, C.W., Thay, J., Pinardi, M.A., Plitz, F.E. y Sullivan, T.E.** 1996. Reduced impact logging. En A. Schulte and D. Schoene, eds. *Dipterocarp forest ecosystems: towards sustainable management*, pp. 293-307. Singapur, World Scientific.
- Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo.** 2004. *Fortschrittsbericht zur deutschen bilateralen Entwicklungszusammenarbeit im Waldsektor*. Bonn, Alemania. Disponible en: www.bmz.de/de/service/infothek/fach/materialien/materialie142.pdf
- Muladi, S.** 1996. Quantification and use of dipterocarp wood residue in East Kalimantan. En A. Schulte y D. Schoene, eds. *Dipterocarp forest ecosystems: towards sustainable management*, pp. 603-626. Singapur, World Scientific.
- Pretzsch, H.** 2005. Wachstum von Rein- und Mischbeständen bei veränderten Umweltbedingungen. *Allgemeine Forstzeitschriften Forstzeitschrift*, 9: 465-468.
- Robledo, C. y Forner, C.** 2005. *Adaptation of forest ecosystems and the forest sector to climate change*. Forest and Climate Change Working Paper No. 2. FAO, Roma.
- Saket, M.** 2002. Deficiencias de la información nacional sobre los bosques y los árboles en los países en desarrollo. *Unasylva*, 210: 24-27.
- Schoene, D.** 1983. *The valuation and use of site information for Douglas-fir reforestation in Western Oregon*. Tesis doctoral. Oregon State University, Corvallis, Oregon, Estados Unidos.
- Schoene, D. y Schulte, A.** 1999. Forstwirtschaft nach Kyoto: Ansätze zur Quantifizierung und betrieblichen Nutzung von Kohlenstoffsenken. *Forstarchiv*, 70: 167-176.
- Schulin, R. y Bucher-Wallin, I.K.** 2001. Wasserhaushalt. En C. Brunold, P.W. Balsiger, J.B. Buchery y C. Körner, eds. *Wald und CO₂: Ergebnisse eines ökologischen Modellversuchs*, pp. 176-185. Birmensdorf, Suiza, Eidgenössische Forschungsanstalt/Bern, Suiza, Haupt.
- Smith, J.B., Klein, R.J.T. y Huq, S., eds.** 2003. *Climate change, adaptive capacity and development*. Londres, Reino Unido, Imperial College Press.
- Spittlehouse, D.L. y Stewart, R.B.** 2003. Adaptation to climate change in forest management. *BC Journal of Ecosystems and Management*, 4: 1-11.
- Verheyen, R.** 2003. Adaptation funding. Legal and institutional issues. En J.B. Smith, R.J.T. Klein y S. Huq, eds. *Climate change, adaptive capacity and development*, pp. 163-189. Londres, Reino Unido, Imperial College Press.
- Walters, C.** 1986. *Adaptive management of renewable resources*. Nueva York, Estados Unidos, MacMillan. ♦