



# Integrar los bosques tropicales en las políticas de adaptación al cambio climático

CARLOS J. PÉREZ, BRUNO LOCATELLI, RAFFAELE VIGNOLA y PABLO IMBACH

**E**l clima está cambiando (IPCC 2001a) y esto influenciará distintos sistemas sociales, naturales y ecológicos. Una de las opciones de mitigación del calentamiento global propuesta por el Protocolo de Kioto es la reforestación y la aforestación para aprovechar el servicio ecosistémico secuestro de carbono que realizan los bosques. Sin embargo, algunos estudios científicos han resaltado la vulnerabilidad de los bosques tropicales a los efectos adversos del cambio y la variabilidad climática (IPCC 2001b, CBD 2003) y a sus funciones o servicios ecosistémicos.

La vulnerabilidad al cambio climático se define como el grado de susceptibilidad o incapacidad de un sistema a enfrentarse a los efectos adversos del cambio climático, y es función de la sensibilidad y de la capacidad de adaptación del sistema (IPCC 2001b). Esta última puede resultar de una respuesta autónoma del sistema, por ejemplo un cambio en su fenología, o puede resultar de actividades planeadas de adaptación, por ejemplo un manejo forestal que busca modificar la composición florística del ecosistema.

Ante los impactos esperados del cambio climático sobre los bosques se ha propuesto algunas tipologías (Dudley 1998). Primero, las perturbaciones por eventos extremos -como las tormentas- y por cambios graduales en los patrones de lluvias o temperaturas pueden tener impactos sobre el funcionamiento, la composición y la estructura del bosque (Condit 1998). Segundo, la simplificación del bosque resulta en una pérdida de biodiversidad. Tercero, los ecosistemas pueden cambiar, como lo demuestran estudios en Costa Rica y Nicaragua (Halpin *et al.* 1995), donde las zonas climáticas asociadas a ciertos tipos de vegetación pueden cambiar -sin embargo, los movimientos reales dependerán de la capacidad de dispersión de las especies y de las barreras a la migración (Pearson 2006). Cuarto, una reducción de la edad del bosque puede resultar en mayor ocurrencia de fuegos, ataques de plagas, migración y otras perturbaciones. Y quinto, la desaparición de algunos bosques tropicales o especies -como se ha reportado en el bosque nuboso tropical de altura en Monteverde (Costa Rica), donde la elevación de las nubes ya ha causado la desaparición de varias especies de ranas (Pounds *et al.* 1999).

**E**l servicio ecosistémico de los bosques más estudiado a escala global ha sido el secuestro de carbono (Bazzaz 1998), que, al igual que otros, puede ser alterado por el cambio climático. Los servicios ecosistémicos vinculados a la biodiversidad, y los servicios hidrológicos, son de particular importancia para la sobrevivencia de la sociedad y las especies. Debido a que los ciclos hidrológicos serán afectados por el cambio y la variabilidad climáticas (Oki & Kanae 2006), los servicios ecosistémicos hidrológicos podrían ser afectados por cambios en las funciones hidrológicas de los bosques, tales como la intercepción de lluvias o la infiltración en el suelo. Por ejemplo, el incremento de los incendios asociados con el aumento de las condiciones secas (como ha sido proyectado para América Central) puede reducir el estrato superficial de sustancias orgánicas, lo que causaría menor infiltración y mayor escorrentía a nivel del bosque y caudales mínimos o máximos más extremos a nivel de la cuenca (Townsend *et al.* 2004).

Aunque se ha avanzado en el conocimiento científico de la función de la cobertura forestal en la regulación del ciclo hidrológico, todavía hace falta más esfuerzos para resolver algunas dudas al respecto (Kaimowitz 2004, Bruijnzeel 2004, Guillemette 2005). Muchos factores influyen sobre la función hidrológica de la cobertura forestal, siendo algunos de ellos casi fijos: por ejemplo las características físicas como la topografía, la profundidad y el tipo de suelo. Hay factores variables, por ejemplo los factores atmosféricos como la distribución, la intensidad y la variabilidad de los eventos de precipitación, la orientación, duración e intensidad de los vientos, la humedad relativa, la temperatura del sitio y su variabilidad intra e interanual. Otros factores variables que influyen sobre el rol de la cobertura forestal en los ciclos hidrológicos están asociados con el uso del suelo. Cambios en la estructura, ubicación y área de la cobertura forestal en una cuenca influyen en la relación entre evapotranspiración e infiltración (Bruijnzeel 2004) y, por ende, en el balance hídrico. Todas esas variables influyen en la regulación de aspectos de cantidad y calidad del recurso hídrico.

---

Los autores son integrantes del Grupo Cambio Global del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie).

La alteración de la capacidad de infiltración de los bosques puede tener el efecto de disminuir la recarga del manto acuífero y, por consiguiente, del periodo de oferta hídrica (reduciendo los caudales mínimos durante el período seco). Por otro lado, la compactación del suelo puede reducir el tiempo de respuesta del flujo pico en las quebradas ante los eventos de precipitación, lo que a su vez puede tener relación directa con la inundación cuenca abajo (Bruijnzeel 2004).

El cambio climático afectará el ciclo hidrológico (van Dam 2003). En América Latina, un aumento de 0,6 ° C podría causar una reducción de la precipitación en las zonas subtropicales y la ocurrencia de *El Niño* con más intensidad (IPCC 2001a). Las proyecciones sobre cambio climático en América Central apuntan hacia una intensificación de las condiciones secas, como consecuencia de un aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación en el litoral del Pacífico, así como a una expansión de ellas hacia el litoral caribeño (Mendoza 2001, Minae 2000). Las proyecciones al año 2025 de estrés hídrico para Centroamérica, y especialmente en el Pacífico, indican un empeoramiento de la disponibilidad del recurso debido al efecto conjunto del cambio climático y a factores demográficos. Según lo concluido por Vorosmarty *et al.* (2000), los factores anteriormente descritos afectarán por igual a los sectores agrícola, doméstico e industrial, y seguramente al sector turístico si estos cuatro sectores convergen en la demanda del recurso hídrico en la misma zona.

**E**xiste una alta probabilidad de impacto combinado del clima (a corto, mediano y largo plazos) y de las decisiones de manejo de los bosques tropicales (en el corto y mediano plazos) sobre los ciclos hidrológicos. Se debe identificar las áreas donde se requiere priorizar acciones de fortalecimiento del manejo forestal para la protección de su capacidad reguladora del ciclo hidrológico.

El conjunto de medidas de adaptación deben salvaguardar, en cuanto sea posible, la función de los bosques en la regulación del ciclo hidrológico. Una estrategia adaptativa puede comenzar, por ejemplo, con el fomento de la conservación de bosques en las zonas de recarga, investigando la distribución óptima de los elementos del paisaje que contribuyen a la regulación hidrológica y la reducción en el uso de prácticas de manejo del suelo que contaminan los recursos hídricos.

En conclusión, un deterioro de los ecosistemas forestales incrementará la vulnerabilidad de los recursos hídricos al cambio climático y, con ello, aumentará también la vulnerabilidad de los sectores socioeconómicos que dependen del recurso. Una conclusión similar se aplicaría a otros sectores que dependen, por ejemplo, de la biodiversidad o el paisaje.

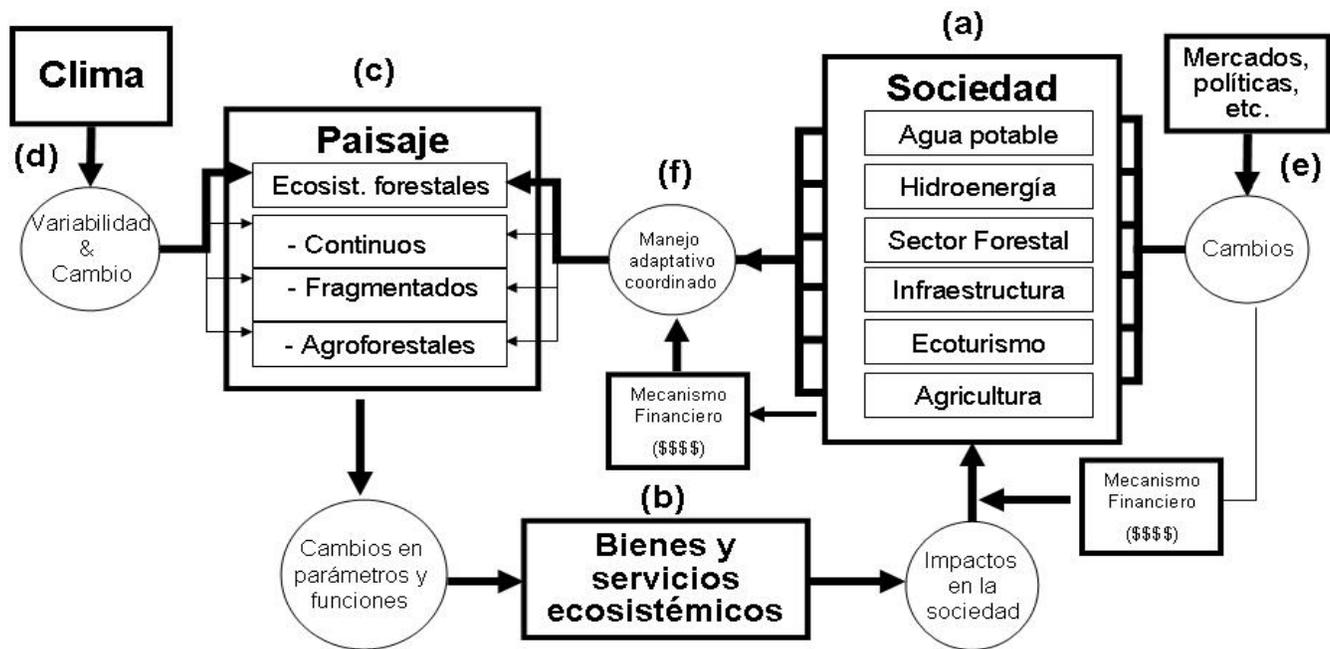
Para lograr que los bosques sean de interés para la sociedad y los formuladores de políticas, uno de los retos será vincularlos con otros sectores socioeconómicos y demostrar el grado de interdependencia. Por ejemplo, la promoción de mayores fuentes de generación de energía hidroeléctrica depende de los bienes y servicios ecosistémicos de los ecosistemas forestales. Esto significa que para aprovechar el potencial de los países centroamericanos (Naciones Unidas 2004) se requiere de los servicios hidrológicos de los bosques tropicales, que generalmente están ubicados en zonas de montaña o laderas. Entonces, una política energética que contemple la generación hidroeléctrica debería incorporar el manejo adaptativo de los bosques tropicales que brindan bienes y servicios ecosistémicos al sector. Lo mismo se puede decir para el agua potable, el ecoturismo, etcétera.

Un enfoque propuesto por el proyecto Bosques tropicales y adaptación al cambio climático (Trofcca<sup>1</sup>) busca contribuir al desarrollo de una propuesta de integración de los ecosistemas forestales en las políticas de adaptación al cambio climático. Tal enfoque intenta integrar la sociedad, los bienes y servicios ecosistémicos de los bosques tropicales y el impacto del cambio climático sobre las funciones ecosistémicas de éstos. Como parte de esta integración considera los mecanismos financieros que pueden hacer posible el manejo adaptativo de los bosques tropicales (figura 1).

La agenda de investigación de Trofcca incluye el desarrollo y validación de una metodología para identificar los ecosistemas forestales importantes para sectores socioeconómicos vulnerables al cambio y la variabilidad climática, como el agua potable y la hidroelectricidad. Además, contribuirá a entender mejor la dinámica de algunas perturbaciones de los bosques, como los incendios y las plagas forestales, bajo escenarios de cambio climático. Una de las áreas de estudio al nivel regional serán los servicios hidrológicos de los ecosistemas forestales, intentando estudiar los distintos ecosistemas existentes y cómo estos influyen en las funciones hidrológicas. Las condiciones edafoclimáticas y su variación serán de importancia para algunas especies forestales de interés comercial, para lo que Trofcca contribuirá con la identificación de zonas óptimas, actuales y futuras para algunas especies forestales.

---

<sup>1</sup> Trofcca es un proyecto ejecutado conjuntamente por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie) y el Centro Internacional de Investigaciones Forestales (Cifor) con apoyo financiero de la Unión Europea. Más información: [www.catie.ac.cr/cambioglobal](http://www.catie.ac.cr/cambioglobal) y [www.cifor.cgiar.org/trofcca](http://www.cifor.cgiar.org/trofcca)



**Figura 1. Interacción entre sociedad y ecosistema forestal a través de las funciones, bienes y servicios ambientales que éste brinda.**

**Referencias bibliográficas**

Bazzaz, F. "Tropical Forests in a Future Climate: Changes in Biological Diversity and Impact on the Global Carbon Cycle", en *Climatic Change* 39(2-3), 1998.

Bruijnzeel, L. A. "Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees?", en *Agriculture, Ecosystems and the Environment* 104, 2004.

CBD (Convention on Biological Diversity). 2003. *Interlinkages between biological diversity and climate change: advice on the integration of biodiversity considerations into the implementation of the United Nations framework convention on climate change and its Kyoto Protocol. Technical Series no. 10.*

Condit, R. "Ecological implications of changes in drought patterns: shifts in forest composition in Panama", en *Climatic Change* 39, 1998.

Dudley, N. 1998. *Forests and climate change. A report for WWF Internacional, Forest Innovations, IUCN, GTZ, WWF.*

Guillemette, F. et al. "Rainfall generated stormflow response to clearcutting a boreal forest: peak flow comparison with 50 world-wide basin studies", en *Journal of Hydrology* 302, 2005.

Halpin, P. N. et al. 1995. *Climate Change and Central America Forest System. Background paper on the Nicaragua Pilot Project.*

IPCC. 2001a. *Climate Change: the scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC.* Cambridge University Press.

IPCC. 2001b. *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change.* Cambridge University Press

Kaimowitz, D. "Useful Myths and Intractable Truths: The Politics of the Link Between Forests and Water in Central America", en Bonell, M. y L. A. Bruijnzeel (eds.). 2004. *Forests, Water and People in the Humid Tropics: Past, Present and Future Hydrological Research for Integrated Land and Water Management.* Cambridge University Press.

Mendoza, F., M. Chevez y B. Gonzales. "Sensibilidad de las zonas de vida de Holdridge en Nicaragua en función del cambio climático", en *Revista Forestal Centroamericana* (s.n de e.).

Minae. 2000. *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Cambio Climático.* San José.

Naciones Unidas. 2004. *Estrategia para el fomento de las Fuentes Renovables de Energía en América Central.* Cepal.

Oki, T. y S. Kanae. "Global hydrological cycles and world water resources", en *Science* 313, 2006.

Pearson, R. G. "Climate change and the migration capacity of species", en *Trends in Ecology and Evolution* 21(3), 2006.

Pounds, J. A., M. P. L. Fogden y J. H. Campbell. "Biological response to climate change on a tropical mountain", en *Nature* 398, 1999.

Townsend, S. A. y M. M. Douglas. "The effect of a wildfire on stream water quality and catchment water yield in a tropical savanna excluded from fire for 10 years (Kakadu National Park, North Australia)", en *Water Research* 38, 2004.

Van Dam, J. C. 2003. *Impacts of Climate Change and Climate Variability on Hydrological Regimes.* Unesco - Cambridge University Press.

Vorosmarty, C. J. et al. "Global Water Resources: Vulnerability from climate Change and Population Growth", en *Science* 289, 2000.

