

## Importancia de los bosques para la adaptación de la sociedad al cambio climático

Documento de respaldo para la primera reunión del Proyecto TroFCCA  
(Bosques Tropicales y Adaptación al Cambio Climático)  
Raffaele Vignola, Grupo Cambio Global, CATIE, Abril 2006

Los recursos naturales representan un factor cada vez más crítico para el desarrollo socio-económico debido a la creciente presión que la sociedad ejerce sobre ellos. Las proyecciones de cambio climático constituyen una fuente más de presión sobre los ecosistemas que puede contribuir a intensificar los conflictos entre sectores para el acceso a bienes y servicios ambientales (BSA). Tomando en cuenta los factores políticos, científicos y sociales importantes para la adaptación al cambio climático en los países de la región centroamericana, en este documento se justifica la importancia estratégica de los servicios hidrológicos provistos por los ecosistemas forestales y su relación con el desarrollo socio-económico.

### Bienes y servicios de los ecosistemas forestales para la adaptación al cambio climático

La Evaluación del Milenio sobre los Ecosistemas (MEA, 2005) subraya que los servicios ambientales corresponden a los beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas incluyendo la provisión, la regulación, los servicios culturales y finalmente los servicios de soporte como especificado en la tabla 1.

A cada uno de los servicios ambientales presentados en la tabla 1 corresponde una serie de beneficios sociales que abarcan distintos aspectos del bienestar humano, por ejemplo la seguridad (i.e. el acceso seguro a recursos), las condiciones materiales para una vida digna (i.e. acceso a bienes, alimentos y subsistencia), la salud (i.e. fuerza, acceso al aire y al agua limpia) y las buenas relaciones sociales (cohesión social,

habilidad de ayudar a los demás y el respeto mutuo) (MEA, 2005). Mientras cada beneficio alcanza un grado de prioridad de acuerdo al contexto en que se desarrolla, se puede sugerir que algunos tienen un rol sustancial para el desarrollo de la sociedad como indicado por los compromisos internacionales y nacionales adquiridos en las Metas del Milenio (ONU, 2000). La degradación de importantes servicios ambientales puede impedir alcanzar las Metas del Milenio, por ejemplo la meta de reducir a la mitad para 2015 la cantidad de población sin acceso sostenible a agua potable segura y saneamiento básico. Los compromisos adquiridos a nivel mundial tienen su respaldo en las políticas nacionales de la mayoría de los países de la región Latinoamericana. Por ejemplo, la Declaración de San José subraya la necesidad de avanzar en el desarrollo de políticas, normativas, cooperación en la evaluación y gestión de los recursos hídricos (Organización Mundial de la

Tabla 1: Bienes y servicios ambientales de los ecosistemas forestales (Fuente: Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Servicios de provisión de bienes	Servicios de regulación	Servicios culturales	Servicios de soporte
Productos obtenidos desde los ecosistemas	Beneficios obtenidos desde la regulación de los procesos ecosistémicos	Beneficios non-materiales obtenidos desde los ecosistemas	Servicios necesarios para la generación de todos los demás servicios
Alimento	Regulación del clima	Espirituales y religiosos	Formación del suelo
Agua dulce	Control de enfermedades	Recreación y ecoturismo	Ciclo de nutrientes
Leña	Regulación del ciclo hidrológico	Estéticos	Producción primaria
Fibra	Purificación del agua	Inspiracional	
Bioquímicos	Polinización	Educacional	
Recursos genéticos		Sentido de paz	
Productos no maderables		Herencia cultural e histórica	

Meteorología, 1996). Esos compromisos de acción vinculados a los servicios hídricos se fundamentan en la creciente presión ya advertida por distintos sectores de la sociedad que sufren impactos de escasez del recurso (usuarios de los sectores doméstico, agrícola, industrial y energía), mala calidad (sector doméstico y energía principalmente) y/o exceso (en el caso de las inundaciones toda la sociedad puede ser afectada).

La función importante de los ecosistemas forestales en la regulación de los ciclos hidrológicos ha sido históricamente reconocida por distintas civilizaciones aunque en la mayor parte de los casos basándose principalmente en percepciones más que en la observación científica. Solo últimamente la literatura sobre el tema ha empezado a cuestionar muchas creencias antiguas reconociendo la dificultad de generalizar sobre la compleja relación entre ecosistemas forestales y la regulación de la cantidad y calidad de agua.

No obstante la complejidad de esa relación, en el contexto de un clima cambiante y de una creciente presión demográfica, los servicios hidrológicos de los ecosistemas forestales adquieren aun más importancia por el rol de reducción de la vulnerabilidad de la sociedad. En ese sentido, una importante amenaza sobre la disponibilidad de recursos hídricos que enfrentan las sociedades es ulteriormente ejercitada por la variabilidad y el cambio climático que alteran la distribución e intensidad de los fenómenos naturales que juegan un papel importante en el control de la cantidad y la calidad del recurso hídrico como observado también por el IPCC (Watson et al., 2001) en su tercer informe sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

En los siguientes párrafos se exploran brevemente cuales son las proyecciones climáticas para América Latina sobre los componentes del ciclo hidrológico para visualizar qué tipo de escenarios probables existen en cuanto a disponibilidad y distribución del recurso hídrico. Además, se reporta un resumen de las principales observaciones encontradas sobre la compleja relación entre bosques y regulación hidrológica. Se pone énfasis en las consecuencias del cambio de uso del suelo de un bosque a otro uso sobre los ciclos hidrológicos a nivel cuenca. Se concluye sobre la necesidad de identificar las mejores opciones de adaptación en los sectores que manejan los ecosistemas así como en aquellos que usan sus bienes y servicios hidrológicos.



### **El rol hidrológico del ecosistema forestal**

Aunque se ha avanzado en el conocimiento científico sobre 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). Muchas variables influyen sobre la función de la cobertura forestal, por ejemplo las características de sitio como la topografía, la profundidad y el tipo de suelo. Hay variables sujetas a cambios, como por ejemplo las variables del sistema atmosférico como fluctuaciones en la distribución, intensidad y 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 inter-anual. Otras variables que influyen sobre el rol de la cobertura forestal en los ciclos hidrológicos están más asociadas a los usos del suelo. En ese sentido, cambios en la estructura, ubicación y área de la cobertura forestal en una cuenca influyen en la relación entre evapo-transpiración e infiltración (Bruijnzeel, 1990, 2001, 2004a, 2004b) y por ende en el balance hídrico.

En términos de cantidad de agua disponible en las cuencas, la alteración de la fuerte capacidad de infiltración de los bosques puede tener un efecto observado de disminuir la recarga del manto acuífero y reducir el periodo de oferta hídrica (aumentando el periodo seco o de mínimo caudal). Por otro lado, la compactación del suelo puede tener una influencia en la

reducción del tiempo de respuesta del flujo pico en las quebradas a los eventos de precipitación lo que puede tener directa relación directa con fenómenos de inundación cuenca-abajo (Bruijnzeel, 2004).

En términos de calidad de agua, el poder de regulación de los ecosistemas forestales puede ser perdido a causa del cambio de uso del suelo así como de la reducción de una cantidad suficiente de agua para diluir la contaminación existente (Watson et al., 2001). Aunque se pueden identificar distintos resultados sobre la contribución del cambio de uso del suelo, la función regulatoria general del ecosistema en cuanto a la cantidad y calidad del recurso hídrico ha sido subrayada por distintas publicaciones científicas como el reciente Millennium Ecosystem Assessment (2005). De acuerdo a condiciones específicas de cada región cabe investigar los resultados hidrológicos de las interacciones posibles entre uso del suelo, clima global y clima regional para poder tomar las medidas de adaptación frente a los cambios por venir.

#### Impactos del cambio climático en los ciclos hidrológicos

La literatura científica más reciente sobre el tema subraya repetidamente la importancia de considerar los efectos del cambio climático sobre el ciclo hidrológico. En la tabla 2 se presentan algunos de los resultados más consolidados en la comunidad científica mundial sobre los impactos del cambio climático sobre el ciclo hidrológico en América Latina, observados (con el aumento de la temperatura a 0.6°C sobre el nivel pre-

industrial) o predichos de acuerdo con los modelos.

Las proyecciones de cambio climático en la región apuntan a una intensificación de las condiciones secas (aumento de la temperatura y disminución de la precipitación) en la zona del Pacífico así como a una expansión de las mismas hacia el litoral caribeño (Mendoza, 2001; MINAE, 2000). Las proyecciones al 2025 de estrés hídrico para Centroamérica, y especialmente en el Pacífico, indican un empeoramiento de la disponibilidad del recurso debido a impactos del cambio climático y a factores demográficos. El estrés hídrico afectará el sector agrícola, doméstico e industrial debido a una disminución de la cantidad del recurso debido también al deterioro de la calidad de mismo factor sobre el cual los ecosistemas forestales pueden influir (Vorosmarty et al., 2000).

#### ¿Qué espacio hay para los bosques en la adaptación de los recursos hídricos?

Existe una alta probabilidad de impacto combinado del clima (a corto, mediano y largo plazo) y de las decisiones de manejo de los ecosistemas (en el corto y mediano plazo) sobre los ciclos hidrológicos. Tomando en cuenta lo observado en la tabla 2, se deben identificar aquellas áreas que necesitan priorizar acciones de fortalecimiento del manejo forestal para la protección de su capacidad reguladora en el ciclo hidrológico.

Así que el conjunto de medidas de adaptación deben salvaguardar lo más posible la función de los bosques en la regulación del ciclo hidrológico.

Tabla 2: Ejemplos de impactos observados y esperados sobre agua en América Latina (fuente: Tirpak, 2005).

Escenario de calentamiento global arriba del nivel pre-industrial	Año de ocurrencia	Impacto	Fuente
<b>Impactos observados</b>			
0.6°C	2004	Cambio en los caudales, inundación y sequía (escorrentía pico adelantada).	
0.6°C		Declino de la precipitación en los subtrópicos, condiciones ENSO más frecuentes	ECF, 2004
<b>Impactos esperado por modelos</b>			
0.6°C y más		ENSO más intensos, mayor intensidad de fenómenos de sequía e inundación. Disminución del potencial hidroeléctrico y de la producción agrícola.	
0.6°C y más	2025	Deterioro de la calidad del agua	IPCC-TAR
Observado + escenarios de empeoramiento		Perú: Reducción de precipitación, problemas graves por escasez de agua en sector doméstico y agrícola, desaparición de glaciares causando problemas energéticos.	ECF 2004
	2050	Aumento de riesgo por inundaciones	McMichael et al. 2004
	2025	Aumento del estrés hídrico en América Latina	Vorosmarty et al. 2000; Arnell, 2004
0.6 y más		Los bosques nublados siguen migrando hacia los picos de montañas, menor intercepción horizontal de la precipitación o sea menor recarga acuífera.	Still et al. 1999

Se deben incluir los bosques en las políticas de adaptación sea porque son vulnerables y sea porque proveen bienes y servicios ambientales importantes para la adaptación especialmente los servicios ambientales hidrológicos.

Ejemplos de estrategia adaptativa pueden empezar con la identificación de la vulnerabilidad de los bosques importantes para servicios hidrológicos, el fomento de la conservación de bosques en las zonas de recargas, la identificación e implementación de medidas de prevención de incendios forestales, la investigación sobre la distribución óptima de los elementos del paisaje que contribuyen a la regulación hidrológica y la reducción de actividades que contaminan los recursos hídricos.

Las opciones de adaptación deben tomar en cuenta las realidades locales en cuanto a las prioridades sociales y económicas, y en base a la disponibilidad de información y capacidades de análisis. En muchos casos, se debe operar con un alto margen de incertidumbre sobre la respuesta del sistema a las opciones adoptadas. Sobre todo en esos casos, el involucramiento de muchos sectores es fundamental y debería estar basado en el concepto de compartimiento de información, estudios y análisis para crear consenso y co-responsabilidad en la ejecución de las estrategias de adaptación.

## Referencias

- Bruijnzeel, L.A. 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees?. *Agriculture, Ecosystems and the Environment*. No.104. 185-228.
- Guillemette, F.; Plamondon, A.; Prevost, M.; Levesque, D. 2005. Rainfall generated stormflow response to clearcutting a boreal forest: peak flow comparison with 50 world-wide basin studies. *Journal of Hydrology*, No 302. 137-153.
- Kaimowitz, D. 2004. Useful Myths and Intractable Truths: The Politics of the Link Between Forests and Water in Central America. In: M. Bonell and 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, pp. 86-98
- Mendoza, F.; Chevez, M.; Gonzales, B. 2001. Sensibilidad de las zonas de vida de Holdridge en Nicaragua en función del cambio climático. *Revista Forestal Centroamericana*. CATIE, Turrialba, Costa Rica
- Millenium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis report*. Island Press, Washington D.C., USA.
- Ministerio de Medio Ambiente y Energía (MINA). 2000. *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Cambio Climático*. San José, Costa Rica. 177p.
- Organización Mundial de la Meteorología. 1996. San José Declaration: Latin American Action Plan on Assessment and Management of Water Resources. Adoptada a la conferencia sobre evaluación y manejo de los recursos hídricos en América Latina y El Caribe, organizada, OMM/BID, 8/5/96 en San José, Costa Rica.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2000. *Millennium Development Goals*, UN Assembly 18/9/2000, 55th Session, New York, USA.
- Tirpak D., Ashton J., Dadi Z., Meira Filho L.G., Metz B., Parry M., Schellnhuber J., Seng Yap K., Watson R., Wigley T. 2005. *Avoiding Dangerous Climate Change*. International symposium on the stabilization of GHG concentrations. Hadley Centre, Met Office, Exeter UK.
- Vorosmarty, C.J., Green, P., Salisbury, J., Lammers, R.B. 2000. *Global Water Resources: Vulnerability from climate Change and Population Growth*. *Science*, 289, 284-288

TroFCCA: [www.cifor.cgiar.org/trofcca](http://www.cifor.cgiar.org/trofcca)

