

Vulnerabilidad de los bosques y sus servicios ambientales al cambio climático

Documento de respaldo para la primera reunión del Proyecto TroFCCA
(Bosques Tropicales y Adaptación al Cambio Climático)
Bruno Locatelli, CIRAD-CATIE, Abril 2006

Muchos estudios científicos han resaltado la vulnerabilidad de los bosques tropicales a los efectos adversos del cambio climático y de la variabilidad climática (IPCC, 2001; CBD, 2003). En este documento se presentan conceptos y ejemplos de sensibilidad de los bosques, de impactos y de adaptación autónoma. Se hace énfasis en las consecuencias del cambio climático sobre los bienes y servicios ambientales brindados por los bosques. También se proponen medidas de adaptación para reducir su vulnerabilidad al cambio climático.

La vulnerabilidad se define como el grado por el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a los efectos adversos del cambio climático. La vulnerabilidad es función de la sensibilidad del sistema y de su capacidad de adaptación (IPCC, 2001). La capacidad de adaptación 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 (ver siguiente fórmula).

$$\text{Vulnerabilidad} = (\text{Sensibilidad}) \\ \text{Menos (Adaptabilidad Autónoma)} \\ + \text{Adaptabilidad Planeada})$$

Sensibilidad de los bosques al cambio climático

Se espere que el cambio climático afectará el funcionamiento, la estructura y la distribución de ecosistemas forestales, especies constituyentes y recursos genéticos (Robledo y Forner, 2005). De hecho, ya se han observado cambios en poblaciones, en rangos de distribución, en composición, estructura y funcionamiento de ecosistemas debidos a cambios en el clima (McCarty, 2001). Los cambios de temperaturas y



precipitaciones (promedios anuales y distribución durante el año) y de frecuencia e intensidad de eventos extremos pueden influir directamente sobre el funcionamiento del ecosistema, por ejemplo sobre el crecimiento de los árboles, la supervivencia de los organismos (especialmente de los que se encuentran en los límites de los ecosistemas o de los nichos ecológicos), los periodos de floración y fructificación de las plantas, y la destrucción de organismos por vientos, inundaciones o rayos.

De otro lado, el cambio climático y la variabilidad climática pueden influir indirectamente sobre los ecosistemas. Por ejemplo, una reducción en los niveles de precipitación puede incrementar la probabilidad de incendios forestales, sobre todo en los bosques tropicales secos. La frecuencia e intensidad de los incendios depende de la condición hidrológica del bosque así como de la disponibilidad de materia seca, factores que a su vez dependen de las condiciones climáticas. El cambio climático podría crear condiciones favorables para plagas o para especies invasoras perjudiciales a un ecosistema (Kirilenko et al., 2000).

Algunos componentes del ecosistema pueden ser sensibles al cambio climático de manera

indirecta. Por ejemplo, las consecuencias de cambios en los periodos de fructificación de algunas plantas pueden ser más dramáticas para los animales que dependen de los frutos que para las mismas plantas (Bazzaz 1998). La muerte de una gran cantidad de animales en el Parque Nacional Corcovado de Costa Rica en noviembre del 2005 podría ser explicada por un periodo anormalmente largo de lluvia con una consecuente relación en la cantidad de frutos disponibles (Rosner, 2006).



Capacidad de adaptación autónoma

Para evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales al cambio climático, se necesita conocer los mecanismos de adaptación autónoma. Los componentes del ecosistema se pueden adaptar a un cambio, por ejemplo, las plantas de un ecosistema pueden usar el agua de manera más eficiente en un contexto de sequía (Borchert, 1998). La resiliencia del ecosistema, que le permite recuperarse después de una perturbación, resulta generalmente de la interacción entre elementos del sistema (Benzing 1998). Por ejemplo, varios estudios han demostrado que los ecosistemas más diversos son más resilientes. La diversidad de especies puede aumentar la redundancia es decir el número de especies presentes en cada grupo funcional, tal como el grupo de polinizadores o el de dispersores de semillas. Identificar las especies clave y los grupos funcionales puede ayudar a entender la vulnerabilidad del ecosistema (Noss, 2001).

La capacidad de adaptación autónoma del ecosistema depende mucho de su estado y de las otras presiones no climáticas. Por ejemplo, la degradación o la fragmentación de un bosque por presiones humanas reduce su resiliencia al cambio climático, como en el caso de los bosques altamente fragmentados en zonas urbanas o agrícolas y los parches de bosques aislados.

Impactos esperados

Dudley (1998) propone una tipología de impactos posibles del cambio climático sobre ecosistemas forestales:

- **Perturbación:** a las perturbaciones actuales, principalmente humanas, se podrían sumar perturbaciones por eventos extremos como tormentas y por cambios graduales en patrones de lluvias o temperaturas, que impactarían el funcionamiento, la composición y la estructura del bosque (Condit, 1998).
- **Simplificación:** dado el crecimiento lento y las bajas capacidades de migración de los árboles en comparación con otras plantas, el cambio climático podría favorecer las especies de crecimiento rápido, de ciclo de vida corto (como las hierbas) e invasoras, lo que reducirá la biodiversidad de los bosques.
- **Migración:** los ecosistemas se podrían mover, generalmente hacia los polos o hacia mayores alturas. Estudios en Costa Rica y Nicaragua (Halpin et al., 1995) mostraron que se van a mover las zonas climáticas asociadas a ciertos tipos de vegetación. Sin embargo, los movimientos reales dependerán de la capacidad de dispersión de las especies y de las barreras a la migración (Pearson, 2006).
- **Reducción de edad:** los fuegos, los ataques de plagas, la migración y las otras perturbaciones causarían el reemplazo de bosques maduros por bosques más jóvenes, lo que tendría implicaciones importantes sobre la biodiversidad, ya que muchas especies se encuentran solamente en bosques adultos.
- **Extinción:** algunos ecosistemas o especies podrían desaparecer por causa del cambio climático. En el bosque nuboso tropical de altura en Monteverde (Costa Rica), la elevación de las nubes ya ha causado la desaparición de varias especies de ranas (Pounds et al., 1999).

Todos los impactos mencionados podrían modificar la provisión de bienes y servicios ambientales por los bosques. El servicio más estudiado a escala global ha sido el secuestro de carbono (Bazzaz, 1998), ya que los impactos del cambio climático sobre los bosques podrían causar mayores emisiones de carbono hacia la atmósfera, aumentando aún más el efecto invernadero. Sin embargo, todos los servicios ambientales pueden ser también alterados por el cambio climático. Los servicios ambientales vinculados a la biodiversidad (servicios estéticos, servicios culturales, servicios de provisión de bienes como plantas farmacéuticas o recursos genéticos) serán directamente afectados por el cambio climático.

Los servicios ambientales hidrológicos podrían ser afectados a raíz de cambios en las funciones hidrológicas de los bosques, tales como la interceptación de lluvias o la infiltración en el suelo. Por ejemplo, el incremento de los incendios asociados con el aumento de las condiciones secas (como proyectado para América Central) puede reducir el estrato superficial de sustancias orgánicas. Esto 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). Los cambios en ecosistemas impactarán también el servicio ambiental de regulación de la calidad del agua, especialmente en lo que concierne la concentración de elementos químicos o biológicos y el transporte de partículas sólidas (erosión).

Opciones de adaptación planeada de los bosques

Aunque los bosques se pueden adaptar de manera autónoma a ciertos cambios, es importante ayudar este proceso (Spittlehouse & Stewart, 2003). Muchas medidas de adaptación se parecen a medidas de conservación de los bosques y buscan reducir las amenazas no-climáticas que causan conversión, fragmentación o degradación (Biringer, 2004). A nivel del paisaje, la adaptación tendrá como objetivo evitar la fragmentación, fomentar la conectividad de ecosistemas forestales y desarrollar zonas de amortiguamiento de zonas boscosas, zonas en las cuales se promueve una cierta flexibilidad en

el uso del suelo para adaptarse a condiciones cambiantes.

Se debe manejar el paisaje a una escala coherente con la problemática de los bosques y el cambio climático, por ejemplo para diseñar redes de áreas protegidas coherentes o para considerar la adaptación de especies en el manejo del uso del suelo fuera de las áreas protegidas.



La adaptación buscará mantener una diversidad de ecosistemas representativos en los gradientes ambientales porque proteger diferentes tipos de ecosistemas permite aumentar la probabilidad de que un tipo esté adaptado a las condiciones climáticas futuras. Se deberá también proteger los bosques maduros dado que presentan una cierta resiliencia al cambio climático y proteger las especies clave o especies dentro de los grupos funcionales importantes. Algunos hábitats deberán recibir una consideración especial, como los que han resistido a la migración

latitudinal durante cambios pasados del clima. Estos hábitats son importantes porque albergan especies de climas pasados. En América Central, se trata por ejemplo de los bosques riparios, especialmente en la costa caribeña (Noss, 2001). La protección de los ecosistemas forestales en un contexto de cambio climático puede incluir el mantenimiento de los regímenes naturales de fuegos que son, en algunos ecosistemas, parte del ciclo natural y evitan daños de fuegos más importantes debidos a la acumulación de biomasa.

Otras medidas de adaptación incluyen el manejo pro-activo de las plagas, mediante quemadas dirigidas o el uso de plaguicidas, o la implementación de técnicas silviculturales para sostener la productividad forestal, por ejemplo mediante técnicas que mantienen una diversidad de especies y de edades. Se puede también mantener la diversidad genética y promover la salud del ecosistema, por ejemplo mediante la restauración usando semillas de plantas de altitudes o latitudes más bajas o de especies más resistentes. La adaptación de los bosques puede también considerar la migración asistida mediante la introducción de especies en nuevas áreas y la protección de especies altamente

amenazadas *ex-situ* en colecciones, jardines botánicos, o zoológicos para evitar su extinción.

Los bosques en las comunicaciones nacionales

Muchos países centroamericanos dan importancia al tema de los bosques y sus servicios ambientales en sus comunicaciones nacionales a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Por ejemplo, Costa Rica menciona que es importante identificar las áreas forestales con alto potencial hídrico para determinar cómo podrían verse afectadas por el cambio climático.

Algunas comunicaciones nacionales utilizan un enfoque bioclimático para modelar los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas forestales. Por lo general, se producen mapas de distribución futura de las zonas de vida (generalmente utilizando la clasificación de Holdridge) que comparan con la distribución actual para identificar las zonas boscosas más vulnerables.

Varias comunicaciones nacionales señalan la importancia de afinar el trabajo con modelos biogeográficos, por ejemplo utilizando escenarios climáticos a una escala regional o considerando el efecto de ciertos parámetros climáticos como la duración de la época seca. También recomiendan que se evalúe el impacto del cambio climático sobre las especies, afinando los rangos de distribución de las especies más importantes. Para la adaptación de los ecosistemas forestales, las comunicaciones nacionales proponen medidas de control y de conservación de los bosques más vulnerables y de los que tienen más potencial de producción en un clima futuro.

Muchos actores de la adaptación ven la necesidad de desarrollar métodos para identificar medidas de adaptación de los bosques y sus servicios ambientales, incluyendo métodos para priorizar zonas, criterios e indicadores de monitoreo, modelos de estimación de vulnerabilidad o de predicción de impactos (IPCC, 2002).

Referencias

- Bazzaz F., 1998. Tropical Forests in a Future Climate: Changes in Biological Diversity and Impact on the Global Carbon Cycle. *Climatic Change* 39(2-3):317-336
- Benzing D.H., 1998. Vulnerabilities of tropical forests to climate change: the significance of resident epiphytes. *Climatic Change* 39: 519-540.
- Biringer J.L., 2003. Forest ecosystems threatened by climate change: promoting long-term forest resilience. In: Hansen, L.J., Biringer, J.L., and Hoffman, J.R. (eds), *Buying time – a user’s manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems*, pp. 43-72. WWF
- Borchert R., 1998. Responses of tropical trees to rainfall seasonality and its longterm changes. *Climatic Change* 39: 381-393.
- 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., 1998. Ecological implications of changes in drought patterns: shifts in forest composition in Panama. *Climatic Change* 39: 413-427.
- Dudley, N. 1998. *Forests and climate change. A report for WWF Internacional, Forest Innovations, IUCN, GTZ, WWF.*
- Halpin, P.N., P.M. Kelly, C.M. Secrett, and T.M. Schmidt, 1995: *Climate Change and Central America Forest System. Background paper on the Nicaragua Pilot Project*
- IPCC, 2001 *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (eds. McCarthy, J.J. Canziani, O.F. Leary, N.A. Dokken, D.J. & White, K.S.), Cambridge: Cambridge University Press
- IPCC, 2002. *Climate Change and Biodiversity. A Technical Paper of the IPCC*. Edited by Gitay, H. Suarez, A. Watson, R. T and Dokken, D. Cambridge University Press.
- Kirilenko A., Belotelov N., Bogatyrev B., 2000. Global model of vegetation migration: incorporation of climatic variability. *Ecological Modelling* 132: 125-133.
- McCarty J.P., 2001. Ecological consequences of recent climate change. *Conservation Biology*, 15 (2): 320-331.
- Noss R., 2001. Beyond Kyoto: Forest Management in a time of rapid climate change. *Conservation Biology* 15(3):578-590.
- Pearson R.G., 2006. Climate change and the migration capacity of species. *Trends in Ecology and Evolution*, 21 (3): 111-113
- Pounds J.A., Fogden M.P.L., Campbell J.H., 1999: Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature*, 398, 611-615.
- Robledo C., Forner C., 2005. *Adaptation of forest ecosystems and the forest sector to climate change. FAO, Forests and climate change Working Paper n°2, 96 pp.*
- Rosner H., 2006. *When the Rain Forest Gets Too Much Rain.* New York Times. March 8, 2006.
- Spittlehouse D.L., Stewart R.B., 2003. Adaptation to climate change in forest management. *BC Journal of Ecosystems and Management*, 4 (1): 1-11
- Townsend S.A., Douglas M.M. 2004. 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). *Water Research* 38, 3051-3058.

TroFCCA: www.cifor.cgiar.org/trofcca