

La adaptación a los efectos del cambio climático en los bosques nacionales de los Estados Unidos de América

G.M. Blate, L.A. Joyce, J.S. Littell, S.G. McNulty, C.I. Millar, S.C. Moser, R.P. Neilson, K. O'Halloran y D.L. Peterson

Una reseña de las opciones de adaptación al cambio climático en los Estados Unidos de América ofrece un conjunto de informaciones prácticas destinadas a los gestores de recursos, y facilita a éstos la adaptación de sus objetivos y prácticas de ordenación forestal a los impactos esperados del cambio climático.

El cambio climático está afectando ya a los bosques y a otros ecosistemas; además, nuevos impactos, potencialmente todavía más graves, son aún de esperar (IPCC, 2007; CCSP, 2008a, 2008b). En consecuencia, los gestores forestales están buscando orientaciones prácticas para adaptar sus proyectos actuales y, en caso necesario, también sus objetivos. Las actuaciones para la adaptación de los sistemas forestales—que, en el contexto de este estudio, son ajustes en materia de gestión (que es preciso diferenciar de la adaptación «natural»)—facilitarían, en condiciones ideales, la reducción de los impactos negativos del cambio climático y permitirían a los gestores sacar provecho de todo impacto positivo.

Este artículo resume los puntos principales de un estudio de opciones de adaptación al cambio climático para los bosques nacionales en los Estados Unidos de América (Joyce *et al.*, 2008) producido bajo los auspicios del Programa de ciencia del cambio climático de los Estados Unidos (CCSP, por su sigla en inglés) (véase el recuadro). El propósito del estudio era ofrecer información práctica sobre opciones potenciales de adaptación destinadas a los gestores de recursos; con este fin se formularon las siguientes preguntas:

- ¿De qué forma afectará el cambio climático a la capacidad del gestor de recursos de lograr sus objetivos de gestión?

El Programa de ciencia del cambio climático y las opciones de adaptación para los bosques nacionales

El Programa de ciencia del cambio climático de los Estados Unidos (véase www.climate-science.gov) persigue mejorar la comprensión de los cambios climáticos terrestres, del papel del ser humano en estos cambios, y de las formas en las que la sociedad puede mitigar el impacto de los cambios y adaptarse a ellos. El programa comprende cinco objetivos estratégicos:

- ampliar el conocimiento del clima pasado y futuro;
- establecer un catálogo de cuantificación mejorado de las fuerzas que determinan los cambios climáticos;
- reducir los factores de incertidumbre en las proyecciones climáticas;
- entender la sensibilidad y capacidad de adaptación de los sistemas humanos así como de los ecosistemas naturales y de los ecosistemas sometidos a ordenación;
- investigar los usos y límites del conocimiento relativo a la gestión de los riesgos y oportunidades en materia de cambio climático.

Para lograr estos objetivos, el Programa encargó la realización de 21 productos de síntesis y evaluación. El producto 4.4, que depende de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, consiste en un examen de las posibles actuaciones de adaptación relacionadas con los ecosistemas y recursos sensibles a los efectos del clima. Partiendo de la constatación de que el éxito de la adaptación depende del contexto en el que ésta se aplique, se ha llevado a cabo, en el ámbito del producto 4.4, un estudio de las opciones relativas a las tierras y aguas gestionadas a nivel federal: parques nacionales, bosques nacionales, refugios piscícolas y de vida silvestre, ríos silvestres y pintorescos, áreas marinas protegidas y estuarios costeros.

Geoffrey M. Blate era miembro del cuerpo docente de la junta rectora de la Asociación Americana de Avance de la Ciencia de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos cuando realizó el trabajo que se documenta en este artículo. Actualmente trabaja en el Programa para el Gran Mekong del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), Universidad Chulalongkorn, Bangkok (Tailandia).

L.A. Joyce, S.G. McNulty, C.I. Millar, R.P. Neilson, K. O'Halloran y D.L. Peterson trabajan, respectivamente, en el Servicio Forestal de los Estados Unidos en Fort Collins, Colorado; Raleigh, Carolina del Norte; Albany, California; Corvallis, Oregón; Olympia, Washington; y Seattle, Washington.

J.S. Littell trabaja en el Grupo de Impactos Climáticos del Centro para la Ciencia del Sistema Tierra (CSES), Instituto Conjunto para el Estudio de la Atmósfera y el Océano (JISAO), Universidad de Washington, Seattle, Washington (Estados Unidos de América).

Susanne C. Moser es titular de una empresa consultora y de investigación en Santa Cruz, California e investigadora asociada de la Universidad de California, Santa Cruz (Estados Unidos de América).

- ¿Qué medidas deberá tomar el gestor de recursos al preparar el sistema de gestión para hacer frente a los impactos del cambio climático y, al mismo tiempo, seguir manteniendo los objetivos actuales (sin dejar de evaluar la necesidad de modificarlos o de asignarles una nueva escala de prioridades)?

IMPACTOS ESPERADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS OBJETIVOS DE ORDENACIÓN FORESTAL EN LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Los servicios del ecosistema proporcionados por los bosques nacionales se verán directamente afectados por el cambio climático, que agravará las repercusiones

actuales de los factores de estrés de origen natural o humano. Dentro del ámbito de los bosques nacionales, el cambio climático amplificará los factores de estrés más críticos: incendios de bosque, especies invasivas nativas y no nativas, acontecimientos climatológicos extremos. En los estados del oeste, en particular, la gestión

Impactos del cambio climático en los objetivos de ordenación forestal del Servicio Forestal de los Estados Unidos

Objetivo	Resultado deseado o previsto	Posibles impactos del cambio climático	Opciones de adaptación
Restaurar, sostener y fortalecer los bosques nacionales	Mantener la salud, productividad y diversidad de los bosques, y su resistencia a perturbaciones graves.	Estaciones de crecimiento prolongadas y más cálidas. Regímenes de incendios alterados. Modificaciones en la estacionalidad de los procesos hidrológicos. Fuentes sequías.	Reducir las materias combustibles en los bosques. Recurrir más a menudo a incendios forestales preventivos. Reforzar la estrategia de detección y respuesta temprana asociada con las especies no nativas invasivas.
Suministrar ininterrumpidamente beneficios a la población de país	Mantener un conjunto de múltiples beneficios para satisfacer las necesidades de la sociedad durante un período prolongado, comprendido un suministro fiable de productos forestales, de recursos energéticos y de sistemas de conservación basados en el mercado.	Interacción entre los fenómenos climáticos y los actuales factores de estrés, por ejemplo las plagas de insectos y enfermedades, los incendios de bosque, las antiguas prácticas de ordenación aún en uso y la contaminación atmosférica. Modificaciones en la composición de las especies forestales. Aumento de los fenómenos de erosión que deterioran las cuencas hidrográficas.	Intensificar las acciones destinadas a reducir los actuales agentes de estrés. Incorporar factores relacionados con el cambio climático a largo plazo en la planificación de los incendios de bosque. Poner a punto tratamientos silvícolas destinados a reducir el estrés causado por la sequía. Revisar las orientaciones genéticas en materia de reforestación.
Conservar espacios abiertos	Mantener los beneficios ambientales, sociales y económicos de los bosques; proteger estos recursos e impedir que se destinen a otros usos, y ayudar a propietarios privados y comunidades a manejar sus tierras forestales de forma sostenible.	Muerte regresiva profusa del bosque o conversión en gran escala de tipos de vegetación de resultados de frecuentes acontecimientos climáticos extremos. Alteración del paisaje y de la dinámica de sucesiones. Fragmentación cada vez mayor de los ecosistemas forestales y del hábitat de vida silvestre.	Proporcionar asistencia técnica a los ingenieros forestales urbanos para mantener los árboles que crecen en ciudades. Crear corredores para la migración de las especies y la protección del hábitat.
Sostener y aumentar las oportunidades de esparcimiento al aire libre	Mantener oportunidades de recreación al aire libre de buena calidad, disponibles para el público en los bosques nacionales.	Aumento de la temperatura del aire y de cursos de agua. Reducción de la cubierta de nieve. Alteración de los flujos fluviales.	Evaluar el impacto en las actividades de esparcimiento en el contexto de un clima cambiante. Ampliar las oportunidades de esparcimiento durante las cuatro estaciones del año. Rediseñar carreteras y caminos para hacer frente a la intensificación de las lluvias.
Mantener las capacidades de ordenación básicas del Servicio Forestal	Desarrollar los servicios administrativos, los sistemas de información y las estrategias de gestión de propiedad de la tierra para hacer frente a los graves problemas relacionados con los recursos naturales.	Acceso difícil o carencia de información actualizada sobre las proyecciones climáticas, los impactos del ecosistema y los impactos socioeconómicos en las comunidades locales. Incertidumbre respecto a esta información.	Aumentar los conocimientos técnicos mediante la producción de materiales educacionales destinados a empleados y partes interesadas. Incorporar los factores relacionados con el cambio climático en los procesos de planificación. Reforzar las asociaciones de investigación.
Involucrar a las personas que viven en los núcleos urbanos	Proporcionar un mayor acceso a los beneficios a largo plazo de índole ambiental, social y económica y de otro tipo brindados por el Servicio Forestal.	Exacerbación del estrés resultante del aumento de la temperatura sufrido por los ecosistemas y ocasionado por los ambientes urbanos. El aumento del riesgo de incendios de bosque y sequía en los paisajes circundantes puede comprometer la capacidad de mantener la calidad y la disponibilidad de agua.	Ampliar los programas de educación en materia de conservación e incluir en ellos los asuntos relacionados con el cambio climático. Buscar oportunidades de educar en cambio climático a los visitantes nacionales que acuden a los bosques.
Proporcionar aplicaciones e instrumentos con base científica destinados a la gestión sostenible de los recursos naturales	Asegurar que las decisiones de gestión del Servicio Forestal se cimienten en los mejores conocimientos e instrumentos con base científica disponibles.	Necesidad de disponer de herramientas de ordenación que incorporen consideraciones relacionadas con el cambio climático. Necesidad de revisar las prácticas de ordenación actuales basadas en suposiciones relativas a los ecosistemas y el clima que pueden no tener validez en el futuro.	Establecer relaciones reforzadas entre investigadores y administradores para contribuir a determinar los umbrales de resiliencia de las principales especies y procesos del ecosistema, conocer qué umbrales son susceptibles de ser traspasados, dar prioridad a los proyectos que tienen grandes posibilidades de éxito y detectar las especies y estructuras vegetales tolerantes a los factores de perturbación más intensos.



Mortalidad del bosque subalpino en la Sierra Nevada de California: una de las «sorpresas» que depara el cambio climático y que es ahora necesario anticipar (pino blanco americano, *Pinus albicaulis*)

hídrica se hará más complicada debido a la reducción de la cubierta de nieve, el deshielo precoz y una situación hidrológica alterada que se asocia con temperaturas más altas y unas pautas de precipitación cambiantes, y repercutirá en otros servicios del ecosistema brindados por los bosques nacionales (por ejemplo, las oportunidades de esparcimiento durante el invierno). La sequía será más difícil de manejar en todo el país. Aunque la productividad de los bosques—estimulada por unas concentraciones atmosféricas mayores de dióxido de carbono y temperaturas más elevadas—pueda a breve término aumentar en los lugares donde el agua y el nitrógeno no constituyen factores restrictivos, el ozono y otras sustancias contaminantes de origen industrial, en combinación con los múltiples factores climáticos estresantes, harán disminuir muy probablemente la tasa de crecimiento de los árboles y dañarán gravemente las cuencas hidrográficas.

Para lograr los objetivos relativos al mantenimiento de la salud, diversidad y productividad del ecosistema, y satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras, el Servicio Forestal de los Estados Unidos ha fijado siete objetivos estratégicos para el período 2007-2012. A causa de los impactos del cambio climático, el logro de estos objetivos tropezará con dificultades más agudas (véase

el cuadro); y como, además, todos ellos están de alguna manera relacionados con la condición actual o ideal del ecosistema, será tarea ardua o quizá imposible mantener dicha condición bajo el futuro régimen del clima. El grado de sensibilidad de cada uno de los objetivos a los efectos del cambio climático dependerá de diversos factores, por ejemplo las características temporales y espaciales del cambio, sus impactos específicos en determinados ecosistemas forestales nacionales, las repercusiones de las actividades del hombre en estos ecosistemas y la posibilidad de que los enfoques de ordenación forestal actuales descansan en unas suposiciones más o menos superadas acerca del clima.

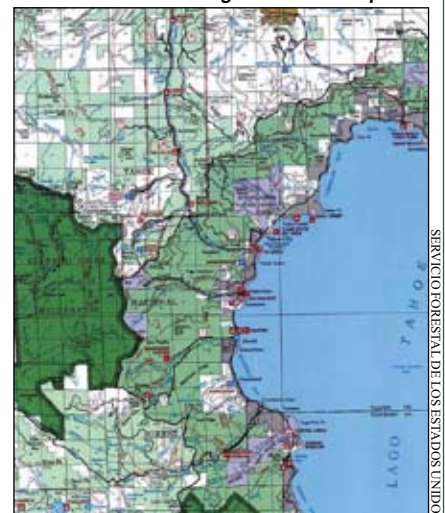
OPCIONES DE ADAPTACIÓN

Para hacer frente a los impactos climáticos que afectarán a los bosques nacionales se pueden adoptar tanto enfoques de reacción como enfoques orientados a la acción. Un enfoque de reacción se podría justificar si la incertidumbre o los costos se consideran muy altos en relación con los impactos o riesgos esperados; o si se obtuvieran ahorros y beneficios significativos cuando se interviene solo después de que ocurra algún fenómeno perturbador (por ejemplo, replantando una zona con especies de árboles más resistentes al fuego o a la sequía tras un incendio o una plaga de insectos causada por sequía).

Los enfoques orientados a la acción—es decir, la incorporación inmediata de opciones de adaptación en los procesos de ordenación y planificación, antes de que los acontecimientos climáticos lleguen a ocasionar alteraciones importantes en el ecosistema—podrían, sin embargo, resultar en muchos casos menos costosos y más rentables cuando se trata de conseguir los objetivos de ordenación forestal presentes. Los elementos esenciales de un enfoque orientado a la acción para la adaptación al cambio climático comprenden:

- la revisión o la determinación y, en caso necesario, la modificación de los objetivos de ordenación forestal;
- la evaluación de las dificultades planteadas por el cambio climático en cuanto al logro de estos objetivos y la ejecución de las actividades programadas con ese fin;
- el seguimiento de las respuestas de los ecosistemas y de la ordenación forestal con el objeto de recabar información en la que cimentar la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo;
- la incorporación de factores de incertidumbre relativos a los impactos específicos del cambio climático en los enfoques de ordenación forestal;
- la creación de una cartera o un conjunto de instrumentos destinados a las estrategias de ordenación forestal.

La irregularidad de las pautas de propiedad de la tierra (semejantes a un tablero de ajedrez), hace necesario intensificar la coordinación entre las partes interesadas a la hora de adoptar enfoques orientados a la acción respecto a la adaptación al cambio climático; por ejemplo, para asegurar la continuidad del paisaje y facilitar la migración de las especies





Una capa de nieve reducida, asociada con el aumento de la temperatura y unas pautas de precipitación cambiantes, complicará la gestión hídrica; en la cuenca de captación del Tuolumne superior en California –fuente de las aguas municipales de San Francisco–, se observan, ya a principios de junio de 2007 (un año extremadamente seco), unas condiciones climáticas típicas de finales de julio o principios de agosto

Debido sobre todo a que en los Estados Unidos de América y en sus cercanías las pautas de propiedad de los bosques son poco uniformes (véase la figura), el paisaje está muy fragmentado y el 25 por ciento de todas las tierras forestales nacionales han sido asignadas legalmente para otros usos de la tierra con un objetivo limitado de manejo de la vida silvestre o el manejo del patrimonio silvestre y paisajístico-fluvial, este tipo de enfoque precisa de aportaciones numerosas y de una coordinación reforzada entre instituciones y partes interesadas. Conforme el clima continúe registrando cambios y los sistemas ecológicos respondan a tales cambios, será menester evaluar constantemente los nuevos enfoques orientados a la acción; los cambios continuos podrían también hacer indispensable que los objetivos de ordenación forestal se modificasen.

Es oportuno disponer de una cartera de estrategias de ordenación forestal para utilizar el instrumento más apropiado en un determinado contexto de ordenación. No es de esperar que un enfoque de adaptación único pueda funcionar en todos los diversos ecosistemas que encierran los bosques nacionales. La cartera deberá contener opciones de adaptación tanto a corto como a largo plazo, muchas de las cuales consistirán en modificaciones de prácticas de ordenación e instrumentos que el Servicio Forestal ya está utilizando.

Adaptación a corto plazo: creación de capacidad de resistencia y resiliencia ante el cambio climático

Mediante la adaptación a corto plazo se persigue crear capacidad de resistencia y

resiliencia con el objeto de que los recursos naturales puedan soportar más fácilmente los efectos del cambio climático. La intensificación de la resistencia puede ser la única o la mejor opción en el caso de recursos valiosos tales como las plantaciones forestales que han alcanzado casi el término de su período de rotación, o recursos raros tales como los hábitats de especies sensibles (es decir aquellas con un índice de vulnerabilidad de población preocupante) que viven en zonas aún no sujetas a planes de ordenación (Millar, Stephenson y Stephens, 2007). La intensificación de la resistencia de las especies valiosas consiste en limitar su exposición a impactos derivados del cambio climático como la sequía, el fuego y los insectos. Por ejemplo, para minimizar el riesgo de fuegos de copas anómalos, la susceptibilidad a la sequía y los brotes de insectos se suele practicar el raleo a escala de todo el paisaje y los tratamientos de reducción de materias combustibles. Será importante instalar cortafuegos en lugares estratégicos y adoptar otras medidas locales análogas destinadas a interrumpir la continuidad de la masa de desechos forestales en el suelo. La adopción de estas precauciones es especialmente importante en las cercanías de zonas residenciales, cuencas municipales y hábitats críticos para la supervivencia y recuperación de las especies amenazadas o en peligro.

Un sistema dotado de resiliencia es capaz no solo ajustarse a los cambios graduales sino también de volver a su estado anterior tras un fenómeno perturbador (Holling, 1973, 2001). Además de las acciones de adaptación creadoras de resistencia,

las acciones de refuerzo de la resiliencia buscan manejar los procesos de regeneración. Con éstas se persigue incrementar el tamaño de las poblaciones, aumentar el número (o la diversidad) de los sitios dedicados al manejo de poblaciones, especies y hábitats y restaurar las condiciones y procesos esenciales de un ecosistema tras un fenómeno perturbador.

La opción más importante y efectiva de creación de resiliencia en el seno del ecosistema es quizá reducir las fuentes de estrés a las que éste se ve sometido en el momento presente (por ejemplo, la contaminación, las especies no nativas invasivas, la fragmentación del hábitat y las repercusiones debidas a actividades extractivas actuales y pasadas). La intensificación de estas acciones y una mejor coordinación entre órganos de ordenación territorial y propietarios privados de tierras, con el objeto de reducir los focos de estrés, resultaría ya hoy beneficiosa para los ecosistemas y podría, en el futuro, reducir los impactos debidos al cambio climático. Un sistema de respuesta temprana y de detección rápida destinado a las especies invasivas ayudaría por ejemplo al Servicio Forestal a actuar rápidamente ante un problema de dimensiones modestas. Este mismo enfoque se podría aplicar en el caso de otras perturbaciones derivadas del cambio climático que tienen impactos negativos en el ecosistema, tales como las grandes inundaciones o las tempestades de viento, que aceleran la erosión.

Otra opción de adaptación inmediata consiste en examinar los planes de ordenación para encontrar carencias en las medidas encaminadas a hacer frente a los acontecimientos climatológicos extremos (por ejemplo, la sequía, el fuego y las inundaciones) y en gestionar, antes, durante y después de estos fenómenos perturbadores, el uso de aguas, las actividades de esparcimiento y la extracción de madera, forraje y otros recursos naturales. El examen también



El raleo a escala de todo el paisaje y los tratamientos de reducción de las materias combustibles representan formas de adaptación a corto plazo que aumentan la resistencia al fuego: un incendio arrasó 70 000 ha en el bosque nacional de Okanogan-Wenatchee en el estado de Washington en 2006, causando una mortalidad del 100 por ciento en un rodal mixto de alta densidad de coníferas (izquierda), mientras que un rodal que había sido raleado y en el que se habían eliminado las materias combustibles mediante fuegos prescritos solo sufrió un chamuscado leve; la mortalidad de la masa principal de este rodal fue mínima (derecha)

podría desvelar cuáles serán los impactos futuros de acontecimientos climáticos más intensos. Los planes de ordenación forestal podrían entonces modificarse en función de las variaciones pronosticadas en los patrones de pluviosidad, el régimen de incendios, la fenología (los tiempos de fenómenos ecológicos como la apertura de las yemas y la llegada de especies migratorias) y las alteraciones en la composición, estructura y procesos del ecosistema. El conocimiento obtenido gracias a este examen podría ayudar a los gestores a diseñar planes para alterar la trayectoria de sucesiones del ecosistema tras un fuego o vientos catastróficos y preparar condiciones biológicas más adecuadas a las condiciones futuras del clima.

Adaptación a largo plazo: gestión del azar cuando el umbral de resiliencia se traspasa

A menos que las emisiones de gases de efecto invernadero se reduzcan de forma abrupta y rápida (en menos de 20 años), existe la probabilidad de que, a largo plazo (en más de 50 años), el umbral de resiliencia de muchos ecosistemas pueda ser traspasado (IPCC, 2007). Por consiguiente,

se necesita disponer de opciones de adaptación para permitir a los ecosistemas y especies responder, en el tiempo, a los efectos del cambio climático y evitar que tengan lugar transiciones bruscas y espectaculares de una condición del ecosistema a otra (por ejemplo, del bosque a formaciones arbustivas). Se considera fundamental para ello que los paisajes estén conectados unos con otros a fin de no impedir la migración y dispersión de las especies (Halpin, 1997; Holling, 2001; Noss, 2001). Análogamente, cuando el tamaño de las poblaciones se incrementa, se protegen o restauran unas muestras variadas de ecosistema y se promueve el desarrollo de rodales forestales heterogéneos y de edades múltiples, la diversidad biológica registra aumentos en diferentes niveles de organización (desde los genes hasta el paisaje), y por consiguiente también el potencial de adaptación natural aumenta.

La ejecución de algunas de las medidas de adaptación dependerá, en parte, del grado de certidumbre respecto a la trayectoria

del cambio climático. En los casos en los que la certeza sea mínima, será oportuno garantizar que, al plantar árboles nuevos, el material reproductivo contenga una gran diversidad genética. En los casos de certeza mayor respecto a los cambios climáticos pronosticados, conviene secundar los procesos específicos de transición y translocación de gamas de especies adoptando medidas de gestión decididas.

Cuando se llegara a traspasar el umbral de resiliencia y la restauración de las condiciones históricas antecedentes al fenómeno de disturbio resulte ambientalmente problemática, excesivamente costosa o jurídicamente impracticable, la opción preferible será reajustar los graves trastornos del ecosistema a las condiciones climáticas imperantes y a las condiciones pronosticadas. Este es el tipo de acción de adaptación que se eligió en el caso del lago Mono en California; después de que el tribunal hubiese ordenado un procedimiento de mediación entre las partes interesadas, los objetivos de restauración se revisaron

Se necesitan opciones de adaptación a largo plazo para ayudar al ecosistema y a las especies a responder en el tiempo a los efectos del cambio climático; por ejemplo, habida cuenta de los cambios climáticos recientes registrados en el bosque nacional Tahoe en California, se efectúan ahora quemadas prescritas durante los meses invernales; esta nueva práctica contribuirá a reducir el riesgo de que se produzcan incendios catastróficos



G. HILDES



Bibliografía

para tomar en cuenta los factores de incertidumbre climática presentes y futuros y determinar el nivel más apropiado de las aguas para las condiciones presentes y las pronosticadas (Millar, Stephenson y Stephens, 2007).

CONCLUSIONES

No será tarea fácil hacer frente a cada uno de los impactos ante un clima continuamente cambiante que afecta a la estructura, composición y procesos del ecosistema. Los gestores forestales deberán pues tratar de conseguir resultados realistas. Al respecto, unas relaciones estrechadas entre la investigación y la ordenación forestal ayudarán a:

- detectar los umbrales de resiliencia para las principales especies y procesos del ecosistema;
- determinar qué umbrales serán susceptibles de ser traspasados con mayor probabilidad;
- dar prioridad a los proyectos que tienen mayores posibilidades de éxito;
- determinar qué especies y estructuras vegetales toleran mejor los fenómenos de disturbio intenso.

Las opciones de adaptación y mitigación se consideran cada vez más como un conjunto de estrategias necesarias con las que se consigue minimizar los impactos negativos potenciales y sacar provecho de los eventuales impactos positivos del cambio climático. Sin embargo, las opciones de mitigación pueden tener consecuencias ecológicas desastrosas a nivel local o regional, y las opciones de adaptación pueden causar el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Corresponderá, por consiguiente, a los gestores ponderar los compromisos que será menester hacer y encontrar las estrategias con las que es posible conseguir beneficios equilibrados entre la mitigación y la adaptación.

Los gestores deberán asimismo evaluar lo que es posible llevar a cabo y lo que no, cuando los recursos financieros y humanos son limitados. Cualesquiera sean las prioridades, será importante establecer criterios de participación y de adopción de decisiones a través de un proceso de debate y consulta que asegure que todas las preocupaciones de las partes interesadas han sido tomadas debidamente en consideración. ♦

Climate Change Science Program (CCSP).

2008a. *The effects of climate change on agriculture, land resources, water resources, and biodiversity*. Synthesis and Assessment Product 4.3. Washington, DC, EE.UU., Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA).

CCSP. 2008b. *Preliminary review of adaptation options for climate-sensitive ecosystems and resources*. Assessment Product 4.4. Washington, DC, EE.UU., USEPA.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). 2007. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press.

Halpin, P.N. 1997. Global climate change and natural-area protection: management responses and research directions. *Ecological Applications*, 7: 828–843.

Holling, C.S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4: 1–23.

Holling, C.S. 2001. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems*, 4: 390–405.

Joyce, L.A., Blate, G.M., Littell, J.S., McNulty, S.G., Millar, C.I., Moser, S.C., Neilson, R.P., O'Halloran, K. y Peterson, D.L. 2008. National forests. En CCSP, ed. *Preliminary review of adaptation options for climate-sensitive ecosystems and resources*, pp. 3–1 to 3–127. Washington, DC, EE.UU., USEPA.

Millar, C.I., Stephenson, N.L. y Stephens, S.L. 2007. Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological Applications*, 17(8): 2145–2151.

Noss, R.F. 2001. Beyond Kyoto: forest management in a time of rapid climate change. *Conservation Biology*, 15(3): 578–590. ♦