

Convivir con el fuego—

*Manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante
el Manejo Integral del Fuego*

Ronald L. Myers

**Iniciativa Global para
el Manejo del Fuego
Junio de 2006**





Para mayor información, sírvase ponerse en contacto con:

The Nature Conservancy
Iniciativa Global para el Manejo del Fuego
13093 Henry Beadel Drive
Tallahassee, FL 32312
U.S.A.

(850) 668-0827
Correo electrónico: fire@tnc.org
Sitio de Internet: <http://nature.org/fire>, <http://tncfuego.org>

Traducción por Eva Vilarrubi

Convivir con el fuego—

Manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el Manejo Integral del Fuego

Resumen

Los primeros seres humanos captaron la noción de que el fuego podía ser una herramienta útil cuando empezaron a aprovechar sus efectos en las sabanas africanas hace millones de años, con el fin de manipular la vegetación y la vida silvestre. Probablemente, estos antiguos habitantes también observaron que el fuego podía crear una amenaza a su seguridad y a sus medios de subsistencia. A medida que la humanidad se extendió por todo el planeta, los seres humanos crearon nuevos regímenes de fuego que continuaron moldeando y modificando los paisajes. También continuaron ocurriendo incendios que destruían los hogares, los cultivos, el ganado y otros recursos. Siempre han existido estas “dos caras del fuego”—los incendios beneficiosos y los incendios dañinos.

En el siglo XX, el fuego se percibió principalmente como una amenaza a la gente y a los recursos naturales, y muchos países desarrollaron programas sofisticados de prevención de incendios y crearon organizaciones para la supresión de incendios a fin de proteger tanto a la gente como a los recursos naturales. En algunos casos, estos programas y organizaciones fueron tan eficaces y preponderantes en la prevención y supresión de incendios que la sociedad perdió la noción del fuego como una herramienta útil y como un proceso importante en la formación y el mantenimiento de ecosistemas. El resultado fue una vegetación cambiada que proveyó combustible a incendios más intensos en años excepcionalmente secos, junto con la pérdida de especies que habían prosperado en paisajes más abiertos que anteriormente se quemaban más frecuentemente y con menos intensidad. Este problema se ve agravado porque la gente construye, cada vez más, sus hogares en áreas en donde la supresión ha evitado los incendios por mucho tiempo, causando que la vegetación inflamable continúe existiendo y acumulándose. El resultado general de la exclusión “exitosa” del fuego ha sido incendios más dañinos para los bosques, los suelos y las cuencas, y un costo económico cada vez mayor tanto en propiedades perdidas como en la lucha contra estos incendios.

En muchos lugares del mundo, la gente continúa usando el fuego de manera tradicional, pero las presiones de la población están causando cambios en el uso del suelo, migraciones hacia áreas nuevas y un aumento constante de las igniciones en todo el mundo. La vegetación propensa al fuego, como las sabanas y los bosques, ahora se quema anualmente, disminuyendo la densidad de los árboles. En las zonas de bosques, las sabanas y los pastizales antropogénicos se están expandiendo a costa de los bosques, incluso en climas en los cuales los incendios eran, históricamente, eventos raros.

El fuego se ha vuelto un problema de conservación porque muchas áreas en todo el mundo dependen del fuego para mantener sus especies, sus hábitats y sus paisajes nativos. Éstos son *ecosistemas dependientes del fuego*. En contraste, hay otras áreas en las que el fuego puede llevar a la destrucción o a la pérdida de especies y de hábitats nativos. Estas áreas se conocen como *ecosistemas sensibles al fuego*. Los servicios provistos por los ecosistemas, tales como aire limpio, agua limpia y suelos saludables y productivos, pueden verse afectados negativamente o positivamente por el fuego, dependiendo de las adaptaciones de las especies y de otras características del medio ambiente, y de cuán a menudo y cuán intensamente se quema el área. Recién ahora empieza a prestarse atención a estos hechos, a la luz de la ciencia relativamente nueva de la ecología del fuego.

Aun así, los científicos todavía no comprenden bien la función del fuego en muchos ecosistemas del mundo, y la sociedad en general no lo reconoce en absoluto. En lugares en los cuales se reconocen los beneficios del fuego, no se conoce el régimen del fuego ecológicamente adecuado.

Las sociedades y los gobiernos no han reconocido, en su mayor parte, el hecho de que el fuego tiene dos caras —funciones beneficiosas e impactos perjudiciales, dependiendo de las circunstancias— y han exigido o desarrollado tecnologías de supresión de incendios y campañas de prevención cada vez más sofisticadas. Sólo en los últimos 15 años, los gobiernos han comenzado a reconocer las consecuencias imprevistas de la exclusión del fuego de algunos paisajes y el hecho de que el aumento en el costo de una mayor exclusión del fuego tiene como resultado un rendimiento menguado. Los gobiernos y las sociedades urbanas tampoco han reconocido o comprendido la necesidad de muchas sociedades rurales de usar el fuego. Las políticas y los programas han sido diseñados en torno a la creencia de que los habitantes rurales son la causa de los problemas del fuego. Al contrario, estas políticas deberían tomar en cuenta a las comunidades rurales como parte de la solución y proporcionarles incentivos y tecnologías que se basen en sus conocimientos tradicionales del uso del fuego para que puedan manejar de manera más eficaz tanto los fuegos necesarios como los que no lo son.

El *manejo del fuego* es la gama de las posibles decisiones técnicas y acciones disponibles para prevenir, mantener, controlar o usar el fuego en un paisaje dado. La premisa principal de este trabajo es que las tecnologías más sofisticadas de manejo del fuego probablemente no solucionen el problema de los incendios forestales destructivos y no sean eficaces en reestablecer los regímenes de fuego ecológicamente adecuados

en los lugares que tienen que quemarse. Hay una necesidad de *integrar* las realidades socioculturales y las exigencias ecológicas con los enfoques tecnológicos para manejar el fuego. Este trabajo presenta un marco que denominamos *Manejo Integral del Fuego*, que lleva a enfoques ecológica y socialmente adecuados para manejar el fuego y hacer frente a las amenazas a las tierras de conservación relacionadas con el fuego.

Una parte fundamental de este concepto es que el fuego puede ser tanto beneficioso como perjudicial, según cómo, dónde, cuándo y por qué ocurre. Cada incendio puede tener aspectos beneficiosos y dañinos a la vez. Las decisiones que se toman durante el manejo de un incendio pueden aprovechar los beneficios potenciales a la vez que buscan minimizar los daños potenciales.

Otro elemento integral al concepto es que en muchas sociedades las quemaduras son una herramienta esencial para la obtención del sustento. La comprensión de la ecología del fuego en un paisaje en particular provee información a las evaluaciones acerca de si las personas queman mucho, muy poco o de manera inadecuada, tanto para satisfacer las metas de conservación como para mantener los ecosistemas de los cuales éstas dependen. La identificación y la comprensión de las necesidades de la sociedad, así como las limitaciones ecológicas de un área, servirán como guía para el diseño y la aplicación de programas de manejo del fuego más eficaces. No tiene mucho sentido realizar una campaña de prevención estricta de incendios en una región que necesita quemarse desde una perspectiva ecológica, y en la cual los habitantes usan el fuego habitualmente. Se deben desarrollar mensajes simples pero más apropiados que “Prevenga los incendios forestales”, como, por ejemplo, “Las dos caras del fuego: incendios buenos e incendios malos”.

El análisis eficaz de la situación es crucial para la integración exitosa de la ecología, la sociedad y las tecnologías de manejo del fuego. ¿Cuáles son el papel ecológico y el impacto del fuego en un área determinada? ¿Cuál es el contexto social, cultural y económico en el cual ocurre el fuego? ¿Quién realiza las quemaduras y por qué? ¿Cómo son las quemaduras? ¿Cuáles son las características de los combustibles en el área y cómo se comporta el fuego en estos combustibles bajo diferentes condiciones de quemadura? ¿Qué otros factores o amenazas, tales como cuestiones relacionadas con la tenencia del suelo, la tala ilegal, las especies invasoras o el cambio climático, están agravando el problema del fuego?

Después de un análisis eficaz, se debe identificar la *condición futura deseada* y establecer las *metas de manejo* del fuego que facilitarán el mantenimiento o logro de esta condición. ¿Qué papel se debe permitir que el fuego juegue en el paisaje? ¿Hay usos del suelo u otras limitaciones que impiden que el fuego

juegue un papel ecológicamente adecuado? ¿Cómo y dónde se deben restringir los incendios? ¿Deberían encenderse algunos fuegos deliberadamente y quién debería hacerlo? ¿Qué mezcla de estrategias de uso del fuego, prevención y supresión debe utilizarse? ¿Cómo se involucrará a las comunidades? Las respuestas a estas preguntas llevarán a una mejor planificación del manejo del fuego, a mejores programas comunitarios y a mejores decisiones acerca de incendios individuales.

Para implementar estrategias apropiadas, es necesario contar con leyes y políticas de apoyo y con un marco institucional que adopte el concepto de Manejo Integral del Fuego. También se debe incorporar información ecológica y social a los programas de estudios de manejo del fuego en las universidades, escuelas técnicas y programas de capacitación profesionales.

El manejo del fuego invariablemente involucra preparación y capacidad de respuesta para hacer frente a emergencias de incendios. Al integrar la información acerca de incendios pasados, fuentes de ignición y la necesidad y la tendencia de ciertos tipos de vegetación a quemarse, los organismos y las comunidades pueden anticipar mejor los incendios y tomar decisiones más acertadas cuando éstos ocurren.

Con frecuencia, los esfuerzos de recuperación y restauración posteriores a los incendios están mal diseñados y son ineficaces y costosos. Se los puede diseñar mejor incorporando conocimientos ecológicos obtenidos sobre la vegetación quemada y su potencial de recuperación. Es mejor dirigir los esfuerzos a la prevención de incendios subsiguientes en un área quemada que a los esfuerzos intensivos de siembra y plantación.

Muchas decisiones de Manejo Integral del Fuego se tomarán basándose en conocimientos incompletos y experiencia limitada y, por lo tanto, este tipo de manejo debe realizarse dentro de un *marco de manejo adaptativo*. Los planes y acciones actuales deben basarse en el conocimiento existente y en deducciones derivadas del análisis inicial de la situación. Los efectos de estas decisiones deben ser monitoreados, y son estas tendencias observadas en el monitoreo las que, junto con los nuevos conocimientos adquiridos, suministrarán la información para las futuras acciones de manejo. Deben establecerse mecanismos eficaces, tales como las *redes de aprendizaje para el manejo del fuego*, para facilitar la revisión de estrategias de implementación, y la traducción y divulgación de tecnología, información y nuevos conocimientos.

Índice

Agradecimientos	iii
El fuego como una cuestión social y de conservación	1
Este estudio	2
El papel del fuego en los ecosistemas	3
Ecosistemas independientes del fuego	3
Ecosistemas dependientes del fuego	3
Ecosistemas sensibles al fuego	5
Ecosistemas influidos por el fuego	5
La fuente de amenazas del fuego a la biodiversidad	6
Regímenes de fuego alterados: Una amenaza a la conservación, a la biodiversidad y a la sociedad	8
Enfoques integrales y colaborativos ecológicos y sociales para reducir la amenaza de los regímenes de fuego alterados	9
Componentes de un enfoque integral del manejo del fuego	10
1. Evaluación y análisis de las necesidades y los problemas	10
2. Metas de manejo del fuego y condición futura deseada	13
3. Leyes, políticas y marco institucional	15
4. Prevención y educación	16
5. Uso del fuego	17
6. Preparación y respuesta	21
7. Restauración, recuperación y mantenimiento	22
8. Manejo adaptativo, investigación y transferencia de información	23
Enfoques para el manejo integral del fuego	24
Conclusión	25
Referencias	26

Agradecimientos

Este trabajo es la síntesis de las ideas de muchas personas que trabajan con el fuego en todo el mundo. Deseo agradecerles a los colegas y amigos de muchos países por la ayuda prestada en el desarrollo de los conceptos presentados aquí. Este trabajo no habría sido posible sin el estímulo de Jeff Hardesty, ex director de la Iniciativa Global para el Manejo del Fuego de The Nature Conservancy, quien sintió que era hora de poner en un documento conceptual la información que he venido enseñando y compartiendo en una variedad de foros. Deseo expresar mi agradecimiento a David Cassels, Mark Cochrane, Lynn Decker, Wendy Fulks, Darren Johnson, Mike Jurvelius, Guy McPherson, Peter Moore, Carlos de la Rosa y Ayn Shlisky, por la valiosa ayuda prestada en la revisión del manuscrito, y a Karen Foerstel, Wendy Fulks y Jeannie Patton, por sus sugerencias y orientación en materia editorial. Merrill Kaufmann, Mark Cochrane, Carlos Pinto, Ary Soares y la Estación Biológica Archbold autorizaron gentilmente el uso de sus gráficos y/o fotografías.



El fuego como una cuestión social y de conservación

Cada vez se acepta más que la frecuencia y la severidad de los incendios forestales (es decir, todos los incendios de vegetación) están en aumento en todo el mundo, si bien es difícil extraer esta información ampliamente conocida de los registros existentes sobre estos incendios (FAO 2005). En algunos países, incluido Estados Unidos, el número de incendios muy severos y dañinos está en aumento, como consecuencia de décadas de éxito en la prevención y supresión de incendios en algunos ecosistemas propensos al fuego. Esto ha causado modificaciones en las cargas de combustible y en la composición del bosque, las cuales ahora alimentan incendios más intensos (Servicio Forestal de USDA 2000; National Commission on Wildfire Disasters 1995). El control de estos incendios es difícil y costoso. La progresión de una cobertura de vegetación que se mantenía con incendios de superficie frecuentes, de baja intensidad y no letales, a una vegetación que ahora alimenta incendios forestales letales que destruyen rodales enteros se ha vuelto más problemática debido a la enorme afluencia de personas que han establecido sus hogares en estos bosques alterados y en otros bosques y matorrales naturalmente propensos a los incendios. Como consecuencia, leemos titulares, frecuentes ahora, de hogares destruidos por el fuego durante la estación de incendios en Estados Unidos, Australia y Canadá. Los cambios de largo plazo de la vegetación, causados por la exclusión exitosa del fuego, unidos a los regímenes de fuego nuevos que estos combustibles crean, son una amenaza tanto a la biodiversidad como a la sociedad.

En algunos tipos de vegetación, especialmente los matorrales de tipo mediterráneo del oeste norteamericano (chaparral) y de Australia, los bosques boreales de Canadá y la vegetación subalpina del oeste de los Estados Unidos, los crecientes costos de supresión y daños a la propiedad se deben, en gran parte, al movimiento de la gente hacia estos ambientes naturalmente propensos al fuego y no tanto a las consecuencias de la supresión del fuego (Bridge *et al.* 2005; Keeley y Fotheringham 2003; Johnson *et al.* 2001), si bien la supresión a veces agrava estos problemas (Minnich y Chou 1997). De hecho, las igniciones han aumentado más allá de lo que era, probablemente, el rango histórico de variabilidad de matorrales mediterráneos, bosques subalpinos y bosques boreales debido al aumento de las poblaciones humanas y al acceso a estas áreas. En algunos casos, la supresión puede, en realidad, prevenir los cambios de estos tipos de vegetación hacia una vegetación más propensa a los incendios, como los pastizales no nativos (Keeley 2001). Las características del régimen del fuego y los combustibles son elementos de gran peso para determinar si los esfuerzos de supresión del fuego son eficaces en la exclusión o la reducción de su incidencia e impacto, incluso en países como Estados Unidos, Canadá, Australia y España que han desarrollado organizaciones y políticas sofisticadas para la supresión del fuego. Estos países están notando que su enfoque rinde cada vez menos en términos de los costos y la efectividad de la supresión del fuego (Sheldon 2006).

La experiencia de los Estados Unidos y de otros pocos países está en marcado contraste con otras regiones del mundo, en

especial, pero no exclusivamente, en los trópicos. Según el *Global Review of Forest Fires 2000* (Rowell y Moore 2000):

“Nueva evidencia del Amazonas muestra que el fuego causa un ciclo de retroalimentación positiva en el cual, cuánto más se queman los bosques tropicales, más sensibles a incendios futuros se vuelven. Así surge la posibilidad de que grandes incendios forestales sucedan más frecuentemente y en una escala tal que los ecosistemas de bosques tropicales no los puedan tolerar. Los científicos creen que todo el Amazonas se encuentra amenazado, con consecuencias mundiales para la biodiversidad y el cambio climático”.

El informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente titulado: *Se extienden como un reguero de pólvora— Incendios en bosques tropicales en América Latina y el Caribe: Prevención, evaluación y alerta temprana* (Cochrane 2002) sostiene que:

“La situación de los incendios en muchos de los bosques tropicales perennifolios de América Latina y el Caribe es grave ... Mediante la tala, la quema y los eventos naturales, el bosque, que una vez fuera prácticamente inmune al fuego, se está transformando en vulnerable, e incluso propenso, al fuego. El fuego tiene un momentum en los bosques tropicales perennifolios... La degradación anual del bosque se transfiere al futuro... Este proceso es subestimado por la población local, los que toman las decisiones, los controladores de incendios y los científicos”.

En muchos lugares, las campañas de prevención de incendios y la capacidad de supresión del fuego apenas están empezando a cobrar fuerza, si es que existen. Por ejemplo, en Zambesia, una provincia de Mozambique, los bosques de miombo degradados por el fuego se queman anualmente. Miles de casas y el 15% de los cultivos de la provincia se destruyen cada año y es común que haya víctimas fatales (M. Jurvelius, FAO, *comunicación personal*). En otras partes de África existen situaciones similares, pero muy raramente atraen la atención de los medios de comunicación internacionales.

En otras regiones, como en los países del Mediterráneo, los incendios están aumentando debido a los cambios en el uso del suelo; por ejemplo, el abandono de las prácticas tradicionales agrícolas y de pastoreo está creando combustibles en nuevos contextos paisajísticos que quizás nunca habían existido anteriormente (Vélez 2005).

Los extensos incendios en toda América Latina, el Caribe, África, el sureste de Asia, el Mediterráneo, China y Siberia amenazan cada vez más a una variedad de tipos de vegetación y ecosistemas, alteran el clima regional y mundial y fomentan la propagación de especies invasoras indeseables vinculadas con la pérdida de bosque y de biodiversidad. Más aún, los daños causados por los incendios están afectando cada vez más la subsistencia y la salud de las personas y las economías locales y nacionales.



© Pete Oxford/Minden Pictures



© Tui De Roy/Minden Pictures

Este estudio

Existe una falta de conexión entre los programas de prevención de incendios, las respuestas de supresión a los incendios forestales, el uso del fuego, la conservación de la biodiversidad y las necesidades y aspiraciones de las personas que usan el fuego y que se ven afectadas por el mismo. Este trabajo presenta una metodología llamada *Manejo Integral del Fuego*, la cual incorpora los aspectos ecológicos, socioeconómicos y técnicos del fuego de manera holística, con el fin de (1) hacer frente a los problemas sociales y de conservación y a las cuestiones que surgen como consecuencia de la quema de vegetación y (2) cumplir con las metas de lograr ecosistemas y medios de subsistencia sostenibles en ambientes propensos al fuego.

Este trabajo se enfoca en el fuego como un elemento que afecta a la conservación de la biodiversidad y que mantiene recursos sostenibles y servicios que el ecosistema brinda a las personas. De esta manera, se enfatiza el manejo del fuego en lugares identificados por su valor de conservación. El manejo efectivo del fuego requiere una integración de enfoques desde la base (lo cual involucra la ecología local y la ciencia del fuego, las decisiones y acciones de los encargados en el campo y las actividades, necesidades y percepciones de los pobladores rurales que viven en las áreas de conservación y sus alrededores) con enfoques “desde arriba”, que proporcionan políticas de apoyo, leyes, programas educativos, capacitación, recursos y respuestas de emergencia. Este trabajo está dirigido a los científicos de la conservación, los profesionales de la conservación, los administradores de tierras y los responsables de adoptar medidas políticas que trabajan para organismos gubernamentales, organizaciones no gubernamentales (ONGs), propietarios de tierras privadas y comunidades que tienen interés en la conservación de los recursos naturales y en suministrar medios de subsistencia sostenibles a las personas.

El *Manejo Integral del Fuego* no es un término nuevo, como se puede verificar con una rápida búsqueda en Internet. Se lo ha usado anteriormente para definir de manera estricta la integración de acciones de supresión, tales como advertencias tempranas, detección, ataque inicial y recuperación. El término “Manejo Integral del Fuego” también ha sido usado para describir los enfoques de manejo del fuego en regiones menos

desarrolladas que involucran a comunidades, personas que hacen uso de las tierras rurales, organismos gubernamentales y organizaciones no gubernamentales (FAO 2003). En este último caso, a veces ha sido un sinónimo inadecuado de *Manejo del Fuego Basado en la Comunidad* (Goldammer *et al.* 2002). En México, el término se usa de la misma manera que se usa aquí en este trabajo (Rodríguez-Trejo 2006).

El término “integral” ha sido usado muchas veces en el pasado, no sólo en relación con incendios sino también para describir otros enfoques al manejo de recursos naturales tales como “manejo integral del bosque” o “desarrollo integral de la comunidad”. Por lo tanto, si bien el término puede ser visto por algunas personas como un cliché, en este trabajo se usa “integral” porque describe de manera concisa el estado de reunir sinérgicamente diversos conceptos y asuntos para producir resultados efectivos que no pueden lograrse sólo por medio de la tecnología. También se traduce fácilmente al idioma del público meta.

Manejo Integral del Fuego en este trabajo incluye la integración de la ciencia y la sociedad con las tecnologías de manejo del fuego en múltiples niveles. Supone un enfoque amplio, holístico o completamente unificado, para hacer frente a asuntos relacionados con el fuego, que tome en cuenta las interacciones biológicas, ambientales, culturales, sociales, económicas y políticas (Kaufmann *et al.* 2003). Estos conceptos pueden ser aplicados a todas las regiones del mundo, sin importar su nivel de desarrollo.

Las metas de este trabajo son: (1) definir brevemente la función del fuego en los ecosistemas; (2) examinar cómo demasiado, muy poco o el tipo de fuego equivocado puede ser una amenaza a la biodiversidad; (3) definir el concepto de régimen del fuego y el papel de los regímenes del fuego en el mantenimiento de los ecosistemas; (4) ilustrar la necesidad de muchas comunidades rurales de usar el fuego y cómo algunos de los métodos actuales de prevención de incendios no están alineados con estas necesidades; (5) definir el Manejo Integral del Fuego, y (6) presentar un método para el desarrollo de enfoques integrales y colaborativos para hacer frente a los asuntos relacionados al fuego.

El papel del fuego en los ecosistemas

Al examinar y encarar el fuego como una cuestión de conservación, es importante reconocer y comprender los diferentes papeles que el fuego cumple en los diferentes ecosistemas. En su evaluación mundial preliminar del fuego como una amenaza a la conservación, The Nature Conservancy identificó tres categorías amplias de respuestas de la vegetación al fuego: **dependientes del fuego, sensibles al fuego e independientes del fuego** (Hardesty *et al.* 2005). Ese informe se centró en el efecto predominante del fuego a nivel del bioma y de la ecorregión, reconociendo que dentro de las ecorregiones puede haber una variedad de ecosistemas y hábitats cuyas respuestas difieren del efecto predominante.

Dado que el presente informe se centra en las posibles acciones de manejo del fuego dentro de áreas de conservación en las cuales se pueden manifestar múltiples respuestas, se incluye una cuarta categoría: **influidos por el fuego**. Estos ecosistemas pueden estar vinculados jerárquicamente a ecosistemas dependientes del fuego o sensibles al fuego porque con frecuencia se los encuentra como transición entre éstos.

No todos los ecosistemas o tipos de vegetación nativos se ajustan perfectamente a una de estas categorías, pero las agrupaciones proporcionan una manera de ilustrar y examinar las amenazas y las necesidades y oportunidades de conservación asociadas con el fuego en diversos tipos de vegetación y cómo las acciones de manejo pueden variar entre ellos.

Ecosistemas independientes del fuego

Los ecosistemas independientes del fuego son aquéllos en los cuales el fuego juega un papel muy pequeño o nulo. Son demasiado fríos, húmedos o secos para quemarse. Ejemplos incluyen desiertos, tundra y bosques lluviosos en ambientes no estacionales (figura 1).

El fuego se convierte en una amenaza solamente si hay cambios significativos en estos ecosistemas provocados por actividades del uso del suelo, especies invasoras o cambio climático. La evaluación preliminar del fuego como un tema de conservación, la cual se centró en 200 ecorregiones prioritarias a escala mundial (basadas en su valor de biodiversidad), identificó el 18%, en términos de área, como dominado por ecosistemas independientes del fuego (Hardesty *et al.* 2005).

Ecosistemas dependientes del fuego

Los ecosistemas dependientes del fuego (figura 2) son aquéllos donde el fuego es esencial y las especies han desarrollado adaptaciones para responder positivamente al fuego (figura 3) y para facilitar su propagación, es decir, la vegetación es inflamable y propensa al fuego. A menudo se los denomina ecosistemas **adaptados al fuego** o **mantenidos por el fuego**. En estas áreas, el fuego es un proceso absolutamente esencial. Si se quita el fuego, o si se altera el régimen de fuego más allá de su rango normal de variabilidad, el ecosistema se transforma



Figura 1. Bosque nuboso independiente del fuego en Costa Rica. La cobertura nublada casi continua y un clima sin estacionalidad se combinan para hacer que las igniciones y la propagación de incendios no sean probables. Otros bosques nubosos similares sufren cada vez más los efectos del fuego ya sea porque la invasión agrícola ha creado vegetación inflamable adyacente y alterado el clima local o porque el bosque nuboso se yuxtapone a la vegetación natural dependiente del fuego como los bosques de pino tropical o el páramo alpino tropical. Las oscilaciones climáticas permiten que los bosques nubosos se sequen periódicamente y que los incendios entren desde arriba o desde abajo. (Foto de R. Myers)

en algo diferente, y se pierden hábitats y especies. Las especies individuales dentro de los ecosistemas dependientes del fuego han evolucionado en respuesta a características específicas del régimen del fuego, tales como frecuencia, intensidad y estación de quema, y a la variabilidad de estas características. Los tipos de regímenes de fuego varían mucho: desde incendios de superficie frecuentes, de baja intensidad, no letales o los caracterizados por fuegos de severidad mixta (es decir, que los efectos letales y no letales varían a lo largo del paisaje), hasta incendios relativamente infrecuentes, de alta severidad y letales o que reemplazan rodales y que frenan o reajustan la sucesión ecológica creando una diversidad de hábitats en el tiempo y en el espacio a medida que la vegetación se recupera (Brown 2000). En términos de área, aproximadamente el 46% de las ecorregiones prioritarias del mundo está dominado por ecosistemas dependientes del fuego (Hardesty *et al.* 2005), es decir, que necesitan quemarse bajo el régimen de fuego adecuado para poder persistir en el paisaje.



Figura 2. Sabana de pino caribe (*Pinus caribaea*) dependiente del fuego en Belice, mantenida por un régimen de incendios de superficie frecuentes de baja intensidad. (Foto de R. Myers)

Ejemplos de ecosistemas dependientes del fuego abundan en todo el mundo. En Mesoamérica, hay una amplia variedad de bosques y sabanas de pino dependientes del fuego. México, con sus ambientes tropicales y templados, contiene la mayor diversidad de especies de pino del mundo —55 especies y variedades (Espinosa 2001).

La mayoría de las especies de pino está vinculada a perturbaciones, a menudo definidas por regímenes de fuego específicos (Rodríguez-Trejo y Fulé 2003). Muchos de estos tipos de bosque se extienden a América Central. Lo mismo puede decirse de la gran diversidad de especies de encino de México —110 especies (Zavala Chávez 2003), una gran parte de las cuales puede necesitar el fuego o verse favorecida por las perturbaciones inducidas por éste. En otras partes en Mesoamérica y el Caribe, las sabanas y los bosques del pino *Pinus caribaea*, dependientes del fuego, se extienden desde las Bahamas, más allá de Cuba, hasta Belice, Honduras y Nicaragua (Myers *et al.* 2004a; Myers *et al.* 2006). La República Dominicana tiene bosques y sabanas dependientes del fuego de la especie endémica *Pinus occidentalis* (Horn *et al.* 2000; Myers *et al.* 2004b). Además del *P. caribaea*, Cuba tiene tres especies endémicas de pino que se mantienen en ambientes propensos al fuego.

Las especies de pino adaptadas al fuego también forman extensos bosques abiertos en los ambientes tropicales y subtropicales del sureste y del sur de Asia. El fuego juega un papel clave, aunque muy poco comprendido, en el mantenimiento y en las características de los bosques de *Pinus kesiyua* y/o *P. merkusii* que se extienden desde las montañas de Assam en India, a través de Myanmar, Tailandia, el sur de China, Camboya, Laos, Vietnam y las Filipinas, hasta Sumatra (Kowal 1966; Richardson y Rundel 1998).

Se ha hecho referencia a África como el “continente de fuego” (Komarek 1971), principalmente debido a que gran parte del África subsahariana, con la excepción de los bosques tropicales del oeste y centro de África ecuatorial, estuvo formada en el pasado por un amplio paisaje de sabanas tropicales y subtropicales propensas al fuego y por bosques y matorrales influidos por el fuego, que han sido moldeados por la actividad humana con el fuego (de más larga historia del mundo).

Al igual que África, América del Sur es un “continente de fuego”. Una importante proporción de América del Sur se ubica en la misma zona bioclimática que mantiene a la sabana en África. El Cerrado brasileiro, que una vez cubría el 22% del país, o dos millones de kilómetros cuadrados, es un mosaico de sabana y matorrales moldeados por una variedad de regímenes de fuego (Miranda *et al.* 2002). En América del Sur se encuentran otros tipos de pastizales en la Gran Sabana y en los Llanos de Venezuela, así como en Bolivia, Perú y Paraguay. La zona templada de América del Sur cuenta con las inmensas pampas argentinas y otros pastizales. Todavía no se comprende bien la función del fuego en otros ecosistemas templados sudamericanos, tales como los bosques de *Araucaria*.

Los bosques y las sabanas de palmeras, mantenidos por el fuego, son comunes en todo el trópico (Myers 1990), junto con una variedad de humedales costeros y de agua dulce dependientes del fuego o influidos por éste. Los científicos están comenzando a comprender que el fuego es también una parte integral de las áreas alpinas tropicales, tales como el páramo en las Américas (Horn 1998) y la vegetación afro-alpina (Bond *et al.* 2004).

Otros ambientes fuertemente dependientes del fuego incluyen bosques de tipo mediterráneo, matorrales y sabanas dispersas por todo el mundo; bosques de coníferas boreales y de clima templado y bosques y pastizales dominados por encinos de América del Norte, Asia central, China, Rusia y Mongolia, y bosques de eucaliptos, sabanas y brezales de Australia.

Ecosistemas sensibles al fuego

Los ecosistemas sensibles al fuego no se han desarrollado con el fuego como un proceso importante y recurrente. Las especies de estas áreas carecen de las adaptaciones para responder a los incendios y la mortalidad es alta incluso cuando la intensidad del fuego es muy baja (figura 4). La estructura y la composición de la vegetación tienden a inhibir la ignición y la propagación del fuego. En otras palabras, no son muy inflamables. Bajo condiciones naturales y sin perturbaciones, el fuego puede ser un evento tan raro que estos ecosistemas pueden ser considerados *independientes del fuego*. Los incendios se convierten en un problema sólo cuando las actividades humanas fragmentan estos ecosistemas, los combustibles se alteran y las igniciones aumentan. A medida que los incendios se vuelven frecuentes y extendidos, el ecosistema se desplaza hacia una vegetación más propensa al fuego. Los bosques tropicales se convierten en sabanas de pastos introducidos (Cochrane 2001; Cochrane y Laurance 2004; D'Antonio 1992) y los pastizales semiáridos se ven invadidos por pastos no nativos que crean un combustible continuo (McPherson 1997). En términos de área, el 36% de las ecorregiones está dominado por ecosistemas sensibles al fuego (Hardesty *et al.* 2005).

Los ejemplos de ecosistemas sensibles al fuego incluyen una amplia variedad de bosques latifoliados tropicales y subtropicales que se encuentran en gradientes tanto altitudinales como de humedad y bosques latifoliados y de coníferas de zonas templadas en el extremo más húmedo del gradiente de humedad. Hay varios ecosistemas de categoría incierta, tales como el matorral chileno, un matorral de tipo mediterráneo. Si bien es inflamable, parece carecer de las respuestas regenerativas de las especies que se encuentran en otros tipos de matorrales mediterráneos en todo el mundo (Armesto y Gutiérrez 1978; Montenegro *et al.* 2004). En algunos ecosistemas, el papel ecológico del fuego simplemente no ha sido identificado.

Ecosistemas influidos por el fuego

Esta categoría incluye tipos de vegetación que se encuentran frecuentemente en la zona de transición entre los ecosistemas dependientes del fuego y los ecosistemas sensibles al fuego o independientes del fuego (figura 5), pero en última instancia puede incluir tipos de vegetación más amplios en los cuales las respuestas de las especies al fuego todavía no han sido documentadas y el papel del fuego en el mantenimiento de la biodiversidad no se reconoce. En general, éstos son ecosistemas sensibles al fuego, pero que contienen algunas especies que pueden responder positivamente a las perturbaciones del fuego, o ecosistemas que podrían subsistir sin la presencia del fuego, pero en los cuales las perturbaciones del fuego juegan un papel en la creación de ciertos hábitats, favoreciendo la abundancia relativa de ciertas especies y manteniendo la biodiversidad



a.



b.

Figura 3. Muchas especies en ecosistemas dependientes del fuego desarrollan adaptaciones, no sólo para sobrevivir al fuego, sino también para responder a éste reproductivamente. a. Estado vegetativo de *Bulbostylus paradoxa* (Cyperaceae), una especie de cobertura del suelo común en las sabanas de América Central y de Sudamérica. b. *Bulbostylus paradoxa* en flor pocos días después de un incendio. Es probable que esta especie sólo florezca después de quemarse. La presencia de especies con adaptaciones tan fuertes al fuego es un indicador de una larga historia de incendios frecuentes. Fotos tomadas en las sabanas de pino al este de Honduras. (Fotos de R. Myers)

En los ecosistemas influidos por el fuego, los incendios generalmente se originan en la vegetación adyacente dependiente del fuego y se propagan en grado variable y a intervalos variables hacia la vegetación influida por el fuego, si bien un nivel bajo de tala y quema tradicional con fines agrícolas puede haber sido una importante fuente endógena de ignición. Aquí, el fuego puede ser un factor importante en la creación de



Figura 4. Bosque húmedo tropical sensible al fuego en el Amazonas brasileño. Los incendios son generalmente de intensidad muy baja, pero dado que la vegetación carece de adaptaciones para sobrevivir al fuego, los impactos son altos. El fuego abre el dosel permitiendo que el piso del bosque se seque y que crezcan pastos y helechos inflamables. (Foto de Mark Cochrane)

ciertos hábitats, al abrir los doseles del bosque o de los arbustos, iniciando una sucesión y manteniendo la vegetación de transición. Los ecosistemas influidos por el fuego presentan desafíos al manejo debido al papel sutil que el fuego juega en ellos. Entre los ejemplos se incluyen la zona de transición de bosque esclerófilo húmedo entre la sabana y el bosque lluvioso que ocurre en el noreste de Queensland (Russell-Smith y Stanton 2002), la vegetación riparia o los bosques de galería a lo largo de los cursos de agua en la vegetación de sabana o pastizal (Kellman y Meave 1997), las “islas” de vegetación sensible al fuego a menudo inmersas en una matriz de vegetación propensa al fuego, como las llamadas “hammocks” en los Everglades de Florida (Myers 2000) y modelos de vegetación similar en el Pantanal de Brasil, y ciertos tipos de bosque tropical y subtropical, como los identificados en Mesoamérica, donde el fuego ha mantenido el predominio de la caoba (*Swietenia macrophylla*) y otras especies asociadas (Snook 1993).

El cambio climático puede causar cambios significativos en la estructura y desplazamientos en la ubicación de los ecosistemas influidos por el fuego. En otras palabras, es posible que sea en estos sistemas que los desplazamientos en la vegetación inducidos por el cambio climático se vuelvan más evidentes en el corto plazo.

La fuente de amenazas del fuego a la biodiversidad

La naturaleza de las amenazas relacionadas con el fuego varía según las respuestas del ecosistema y las adaptaciones de las especies al fuego. Una amplia variedad de ecosistemas sensibles al fuego en los trópicos y en otras partes se ve amenazada por las actividades del uso del suelo y los esfuerzos de conversión de la vegetación que usan el fuego o aumentan las probabilidades de ignición. La vegetación de bosque que raramente se quema y que normalmente resiste al fuego está sufriendo modificaciones como un resultado de las actividades humanas, de manera tal que el fuego está entrando a estos ecosistemas a intervalos cada vez más cortos. Un incendio inicial es generalmente de intensidad muy baja, pero el impacto es severo, muerte de los árboles, aumento de la carga de combustible y apertura del dosel, lo que permite que los combustibles se sequen y que los pastos y helechos crezcan. Sin igniciones subsiguientes los bosques pueden recuperarse, pero la tendencia predominante es un aumento de las igniciones que llevan a quemadas sucesivas y a cambios rápidos en la estructura de la vegetación y en las características del combustible. El fuego crea un círculo de retroalimentación positiva que tiene como consecuencia un aumento de la inflamabilidad y condiciones más secas (Cochrane 2001; 2003) (figura 6).

Estos ecosistemas sensibles al fuego se ven expuestos ahora a igniciones frecuentes y requieren medidas urgentes y agresivas para contrarrestar las fuentes de las amenazas o mitigar sus impactos. Es poco probable que la experiencia adquirida en la prevención y lucha contra incendios en ecosistemas templados y boreales se pueda transferir a los ambientes tropicales, principalmente debido a los diferentes contextos sociales y económicos y a los costos asociados con la alta tecnología de la supresión del fuego. Se debe hacer más hincapié en las causas subyacentes de los incendios y en el desarrollo de soluciones sostenibles locales y regionales (Hoffman *et al.* 2003).

Por otra parte, en tanto que los gobiernos, las entidades encargadas del manejo de la tierra y los científicos intentan hacer frente a las amenazas relacionadas con el fuego mediante cambios en las políticas, incentivos y programas de prevención y supresión basados en la comunidad, existe el peligro de que el papel vital y la necesidad del fuego en muchos ecosistemas se pasen por alto, como sucedió en muchas partes de Estados Unidos durante el último siglo y como ocurrió en partes de Australia y Canadá. Existe la idea equivocada (por lo menos entre profesionales del manejo del fuego y el público interesado en climas templados) de que los trópicos son una vasta área de bosque lluvioso sensible al fuego, amenazada por una proliferación de incendios inducidos por la tala y las quemadas agrícolas. En realidad, los trópicos incluyen algunos tipos de bosque latifoliado en los cuales los incendios periódicos son parte del sistema, es decir, ecosistemas influidos por el fuego, pero donde las quemadas excesivas son una clara amenaza. Los trópicos y los subtropicales también albergan ecosistemas y hábitats que requieren fuego.



Figura 5. Transición entre una sabana dependiente del fuego (Cerrado, áreas de verde claro) y un bosque húmedo/seco tropical sensible al fuego (áreas de verde oscuro). En la sabana, todos los años ocurren incendios encendidos por rayos que, periódicamente y en grado variado, queman ladera abajo y entran al bosque latifoliado. Estos incendios, relativamente raros, pueden ser importantes para crear rincones de regeneración para algunas especies de árboles. La vegetación de transición puede considerarse influida por el fuego. Parque Nacional Noel Kempff, Bolivia. (Foto de Hermes Justiniano)

Es muy posible que muchos de estos ecosistemas dependientes del fuego estén quemándose demasiado en la actualidad, pero también hay una escasez general de información acerca de la naturaleza y la adecuación ecológica de los actuales regímenes de fuego en muchos de ellos.

La falta de información acerca de la función del fuego en estos ecosistemas y el fracaso en entenderlo, junto con la implementación de esfuerzos a escala nacional y en el ámbito comunitario para controlar y prevenir todos los incendios, tienen el potencial de llevar a muchas tierras de importancia para la conservación por el mismo camino de exclusión ecológicamente inadecuada del fuego que siguió Estados Unidos hace varias décadas, con resultados similares: vegetación alterada, destrucción de hábitats, pérdida de especies, incendios forestales destructivos y degradación de las cuencas de agua.

La Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), en un número especial de *Aborvitae* dedicado al fuego (Stolton y Dudley, eds. 2003), sostiene que:

“La perturbación está presente en todos los ecosistemas naturales. Por lo tanto, el manejo de bosques debe tener en cuenta la posibilidad de episodios imprevistos de perturbaciones naturales, incluido el fuego. Asimismo, los administradores deben distinguir entre incendios dañinos e incendios inofensivos o beneficiosos. A veces, el fuego es un elemento esencial en la regeneración del bosque o suministra beneficios tangibles a las comunidades locales; en otros casos, destruye bosques y tiene consecuencias graves a escala social y económica”.

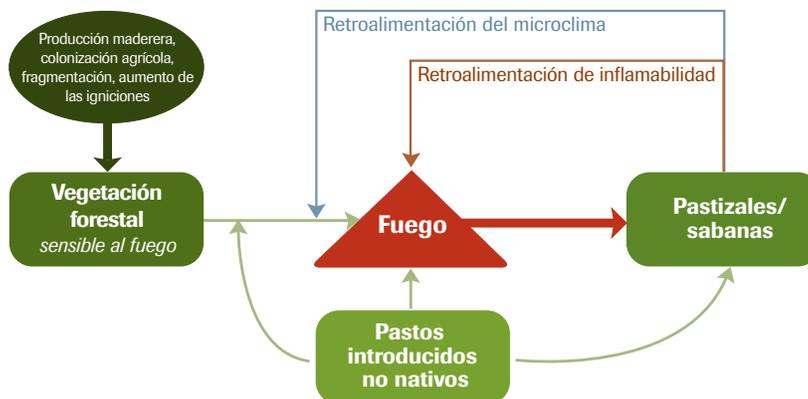


Figura 6. Modelo conceptual que describe el cambio rápido de vegetación forestal sensible al fuego a pastizales o a sabanas propensas al fuego cuando, después de una quema inicial del bosque, continúan existiendo fuentes de ignición. La producción maderera y el claro agrícola manejados de manera inadecuada son las fuerzas que inician el cambio. Los pastos no nativos entran en el proceso como resultado de la apertura inicial del dosel del bosque, pero su propagación y predominancia son consecuencia de la retroalimentación que produce condiciones más secas y más inflamables. Si bien el proceso podría operar en ambas direcciones (es decir, un período largo sin incendios podría causar una transición de vuelta al bosque), es predominantemente unidireccional y ocurre en todo el mundo en los trópicos y en los subtrópicos en bosques que van desde ambientes secos hasta húmedos. (Adaptado de Cochrane 2001)

Regímenes de fuego alterados: Una amenaza a la conservación, a la biodiversidad y a la sociedad

Un régimen de fuego se define como un conjunto de condiciones recurrentes del fuego que caracteriza a un ecosistema dado.

Estas condiciones están inscritas en un rango específico de frecuencia, comportamiento del fuego, severidad, momento y tamaño de la quema, modelo de propagación del fuego y modelo y distribución de la quema. Si se elimina o se aumenta el fuego o se altera o restringe uno o más de los componentes del régimen del fuego de manera tal que el rango de variabilidad en un ecosistema dado ya no sea el adecuado, este ecosistema se transformará en algo diferente y se perderán hábitats y especies.

Prácticamente todos los ecosistemas terrestres tienen un régimen de fuego, es decir, una historia de fuego que ha moldeado o afectado la estructura y la composición de las especies. En los bosques tropicales latifoliados, este régimen puede consistir en incendios muy pequeños que afectan una parte minúscula del ecosistema en cualquier año dado, acompañados quizás por un incendio grande a nivel de paisaje que ocurre una vez cada cientos o miles de años y del cual el bosque se recupera. Estos grandes incendios en bosques tropicales generalmente ocurren durante períodos de sequía prolongados asociados con los eventos de El Niño. Estadísticamente, cualquier punto dado en el terreno puede no quemarse por cientos o miles de años. Incluso los ecosistemas dependientes del fuego pueden quemarse de manera inadecuada por demasiado o muy poco fuego, o incendios que ocurran en las estaciones equivocadas.

Un *régimen de fuego ecológicamente adecuado* es aquél que mantiene la viabilidad o la estructura, la composición y el funcionamiento deseados del ecosistema. No es necesariamente un *régimen natural del fuego*. Los seres humanos han afectado el régimen del fuego durante miles de años. En lugares de vegetación propensa al fuego habitados por personas, éstas tienden a quemar la vegetación por una variedad de razones y tienden a quemarla frecuentemente. En muchas áreas, las igniciones causadas por seres humanos pueden haber jugado un papel importante en la creación y extensión de tipos de ecosistemas y estructuras de vegetación específicos que actualmente tienen valor de conservación. Las preguntas importantes que se deben formular desde el punto de vista de la conservación son: ¿Cuál es el valor de conservación de un tipo de ecosistema propenso al fuego, dado o deseado, o una estructura de vegetación en esa misma situación, y cuál es el régimen de fuego que mantendrá estos valores? La pregunta no es necesariamente si los incendios que lo mantienen o que lo crearon fueron o son de origen natural o humano.

Un *régimen de fuego alterado o indeseable* es aquél que ha sido modificado por actividades humanas tales como la supresión y prevención de incendios, las quemas excesivas o inadecuadas, la conversión del ecosistema o la fragmentación del paisaje, hasta el punto en que el régimen de fuego actual afecta negativamente la viabilidad de los ecosistemas deseados y la sostenibilidad de los productos y servicios que estos ecosistemas proveen. The Nature Conservancy, una organización conservacionista internacional sin fines de lucro dedicada a la conservación de la biodiversidad mediante la protección y el manejo adecuado de las tierras de conservación en el mundo, identificó los regímenes de fuego alterados como una de las principales amenazas a la biodiversidad (Hardesty *et al.* 2005). Las fuentes de origen humano de la amenaza incluyen:

1. Igniciones para clareos con fines agrícolas y preparación de sitios tanto por parte de agricultores rurales como de grandes empresas comerciales;
2. Otras actividades relacionadas con el clareo de tierras o el uso del suelo que aumenten la cantidad de combustibles y su inflamabilidad, por ejemplo, el manejo inadecuado de la tala o el aumento de la población combinado con la continuación de los usos tradicionales del fuego para la caza, las mejoras de los accesos, el control de las plagas, la señalización y la mejora en la producción de forraje o de frutas;
3. Igniciones por venganza o por protesta, incendios intencionales, disturbios civiles y migración;
4. El pastoreo, los cambios en las prácticas de pastoreo o el abandono de éstas (las cuales, según el ambiente, pueden aumentar o disminuir la frecuencia del fuego o alterar la estación de las quemas);
5. Especies invasoras que siguen a la perturbación provocada por la tala, la construcción de caminos y el clareo de tierras y alteran las características del combustible;
6. La fragmentación del paisaje, que puede limitar la propagación de incendios al interrumpir la continuidad del combustible o aumentar su número debido al aumento de la población humana y a la proliferación de bordes inflamables del bosque;
7. Cambio climático que afecta las estaciones húmedas/secas, los desplazamientos de vegetación y combustibles y/o la productividad de la vegetación.

Enfoques integrales y colaborativos ecológicos y sociales para reducir la amenaza de los regímenes de fuego alterados



Figura 7. Triángulo de manejo del fuego. El manejo del fuego es la aplicación de tecnologías y herramientas adecuadas para la prevención, la supresión y el uso del fuego a fin de hacer frente a los problemas de los incendios forestales.

El **manejo del fuego** es la gama de decisiones y acciones técnicas posibles dirigidas a la prevención, detección, control, contención, manipulación o uso del fuego en un paisaje dado para cumplir con metas y objetivos específicos. Se puede imaginar el manejo del fuego como un triángulo cuyos lados son la prevención, la supresión y el uso del fuego (figura 7).

La importancia o prioridad de un lado depende del ambiente natural y cultural en el cual ocurren los incendios, las condiciones específicas de un incendio dado y las metas de manejo del área.

El manejo del fuego no es la única solución a los problemas que el fuego causa. Muchos países han desarrollado enfoques técnicos a escala nacional, desde arriba hacia abajo, para reducir los peligros del fuego y mejorar la capacidad de supresión siguiendo el modelo de las organizaciones de manejo del fuego de los Estados Unidos, Canadá, Australia, España y otras partes (Moore *et al.* 2003). También han aprobado leyes prohibiendo o restringiendo el uso tradicional del fuego. Con frecuencia, los esfuerzos de estos organismos gubernamentales no han tenido éxito en involucrar a la población local la cual, en muchos lugares, no sólo necesita el fuego y es la principal fuente de ignición de la mayoría de los incendios, sino que también es el segmento de la población que se ve más afectado por ellos (Ganz y Moore 2002). Estas políticas tampoco han tomado en cuenta la importancia y el papel beneficioso del fuego en muchos ecosistemas.

Por consiguiente, para hacer frente a la amenaza planteada por los regímenes alterados del fuego se requiere:

1. Comprender el papel ecológico del fuego;
2. Comprender las causas subyacentes de mucho fuego o muy poco fuego, tales como por qué las personas queman, por qué queman de la manera en que lo hacen y cómo se ven afectadas por los incendios;
3. Buscar soluciones sostenibles mediante el desarrollo de enfoques integrales para el manejo de incendios que ocurren, o que son necesarios, en las áreas naturales protegidas, en las zonas de conservación y en comunidades inmersas, adyacentes o localizadas en zonas aledañas.

Sin comprender primero el papel ecológico del fuego es imposible tomar decisiones sobre si las personas queman demasiado o no queman lo suficiente.

El **Manejo Integral del Fuego** se define como un enfoque para hacer frente a los problemas y a las preocupaciones causados por los incendios, tanto dañinos como beneficiosos, dentro del contexto de los ambientes naturales y de los sistemas socioeconómicos en los que ocurren, mediante la evaluación y el balance de los riesgos relativos planteados por el fuego con los papeles ecológicos y económicos beneficiosos o necesarios que puede jugar en un área de conservación, región o paisaje determinado. El Manejo Integral del Fuego facilita la implementación de métodos eficaces en relación con su costo, tanto para prevenir incendios destructivos, como para mantener regímenes de fuego deseables. Cuando los incendios ocurren, provee un contexto para (1) evaluar si los efectos serán perjudiciales, beneficiosos o benignos; (2) sopesar los beneficios y los riesgos relativos, y (3) responder adecuada y eficientemente sobre la base de objetivos establecidos para el área en cuestión. El manejo de los aspectos beneficiosos de los incendios puede incluir varias formas de uso del fuego (Myers 2006).

El **Manejo Integral del Fuego** integra (1) los tres componentes técnicos del manejo del fuego: prevención, supresión y uso del fuego con (2) los atributos ecológicos clave del fuego, es decir, el régimen de fuego ecológicamente adecuado y (3) las necesidades socioeconómicas y culturales del uso del fuego junto con los impactos negativos que el fuego puede tener sobre la sociedad.

Estos tres aspectos del manejo integral del fuego pueden describirse por medio de otro triángulo: el *Triángulo del Manejo Integral del Fuego* (figura 8).



Figura 8. El triángulo del Manejo Integral del Fuego presenta un marco conceptual que integra las percepciones básicas de la comunidad respecto al fuego, su necesidad de utilizarlo y los papeles beneficiosos y dañinos que el fuego puede jugar en los ecosistemas, con todos los aspectos del manejo del fuego.

Este triángulo comunica la noción de que las decisiones de manejo del fuego deben tomarse dentro de los contextos ecológicos y socioeconómicos/culturales en los cuales los incendios ocurren o de los cuales están siendo excluidos. Esta integración ayudará a asegurar que se encaren las causas subyacentes del fuego y la propensión ecológica y la necesidad de ciertos ecosistemas de quemarse. De lo contrario, los resultados no serán los deseados y llevarán a cambios en la vegetación, a un aumento en los incendios destructivos tanto para el medio ambiente como para la subsistencia humana y a la pérdida de biodiversidad, todos éstos con un alto costo económico.

La visión del *Manejo Integral del Fuego* es: reducir marcadamente y de manera medible las amenazas del fuego a las áreas de conservación en tierras comunitarias y privadas y en las cuencas, mediante el mantenimiento del rango ecológicamente aceptable de variación de los regímenes del fuego y mejorando las tendencias en las tierras que se están quemando demasiado, de manera inadecuada o que no se queman lo suficiente.

Las metas del *Manejo Integral del Fuego* son:

1. Aumentar el apoyo entre los encargados de tomar decisiones a niveles múltiples, como lo demuestra la eficacia de las instituciones encargadas del manejo del fuego a nivel local y nacional, mediante
2. la integración de las necesidades y los beneficios biológicos, ambientales y sociales en los programas y respuestas de manejo del fuego, de manera que
3. se logren soluciones sostenibles y social y ecológicamente aceptables a los problemas del fuego.

Componentes de un enfoque integral del manejo del fuego

El Manejo Integral del Fuego puede ser aplicado en múltiples escalas, desde los incendios individuales en las comunidades locales y las áreas de conservación hasta las políticas y los planes en materia de incendios del gobierno nacional y la cooperación multinacional. El Manejo Integral del Fuego requiere la comprensión de los beneficios y los riesgos del fuego y el desarrollo de soluciones integrales a los problemas del fuego mediante la implementación de estrategias que se ocupen eficazmente tanto de los incendios beneficiosos como de los destructivos (figura 9). Las estrategias del Manejo Integral del Fuego, ya sea que se centren en incendios beneficiosos, dañinos o en ambos, incluyen:

1. La evaluación y el análisis de las necesidades y los problemas;
2. La identificación de las metas de manejo del fuego y la condición futura deseada;
3. El desarrollo y la implementación de políticas adecuadas en materia del fuego;
4. El diseño de estrategias de prevención de incendios adecuadas a la situación ecológica y social;
5. La implementación de estrategias de uso del fuego;
6. El fortalecimiento de la preparación para enfrentar el fuego y la respuesta a éste en todos los niveles;
7. La implementación de acciones de recuperación, restauración y mantenimiento de los ecosistemas;
8. Investigación (por ejemplo, ecología del fuego, comportamiento del fuego, ciencias sociales).

Todas las estrategias y acciones están impulsadas por el manejo adaptativo, es decir, la retroalimentación de tendencias observadas en el monitoreo y la transferencia de lecciones aprendidas.

1. Evaluación y análisis de las necesidades y los problemas

El primer paso en el desarrollo y la implementación del Manejo Integral del Fuego requiere:

- A. Evaluación de los papeles ecológico, social, cultural y económico del fuego dentro de un área determinada o de una región de interés;
- B. Determinación del nivel y las causas subyacentes de las amenazas relacionadas con el fuego, además del grado y la tendencia de degradación o mejora del ecosistema;

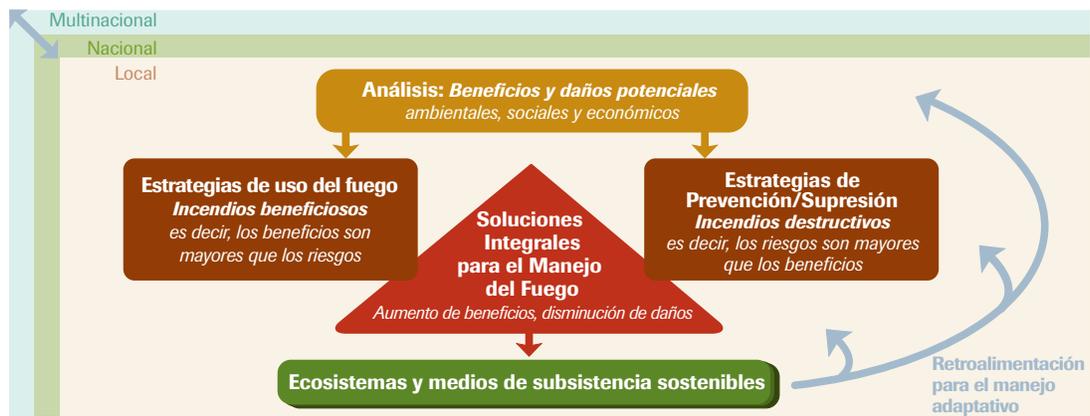


Figura 9. El Manejo Integral del Fuego involucra la identificación y el análisis de los posibles beneficios y daños ambientales, sociales y económicos del fuego a escala local, regional, nacional o multinacional. Cuando los beneficios del fuego son mayores que los riesgos de los daños, las estrategias de uso del fuego son predominantes. Cuando los aspectos dañinos de los incendios son mayores que los beneficios, predominan las estrategias de prevención y supresión. Las soluciones integrales requieren evaluaciones adecuadas, establecimiento de metas, políticas públicas, educación, tecnologías de manejo del fuego y una evaluación general. Los ecosistemas y los sustentos sostenibles se promueven mediante un aumento en los beneficios del uso del fuego y en una disminución de los daños provocados por los tipos indeseables de incendios. En la mayoría de las situaciones reales, hay una combinación de estrategias de uso del fuego y estrategias de prevención y supresión que puede aplicarse en múltiples escalas, desde los efectos de un solo incendio hasta la cooperación multinacional.

- C. Comprensión de los combustibles, su comportamiento en relación con el fuego y los efectos potenciales de los incendios;
- D. Determinación de la naturaleza de otras amenazas que interactúan con el fuego tales como el uso del suelo, las especies invasoras y el cambio climático.

Todas estas acciones deben realizarse en una escala ecológicamente relevante, es decir, a través de límites de propiedad.

Papel ecológico e impacto del fuego

Es esencial identificar y comprender cómo varían los ecosistemas en su propensión a quemarse y en sus respuestas después de la quema. Generalmente, los ecosistemas pueden clasificarse en una de las tres categorías de respuesta al fuego ya mencionadas: dependientes del fuego, sensibles al fuego e independientes del fuego. La condición y la dinámica de los ecosistemas influidos por el fuego también deben ser identificadas. Cada una requiere enfoques y acciones diferentes en el manejo del fuego. También es importante entender cómo el fuego afecta a los elementos de conservación importantes, tales como las especies clave, las especies raras y amenazadas y las especies que controlan el régimen del fuego.

Una evaluación puede tener que encarar las cuestiones relacionadas con dos o más categorías de respuesta al fuego en situaciones en las cuales dos o más tipos de respuesta ocurren dentro de un área de conservación específica o una región de interés, y debe tomar en cuenta las relaciones dinámicas que ocurren entre ellas. Por ejemplo, los incendios que se originan en los ecosistemas dependientes del fuego pueden entrar a los ecosistemas influidos por el fuego o sensibles a éste, afectar sus límites o limitar su extensión. Los límites se desplazarán en respuesta a cambios en la incidencia y en la estación de las igniciones de origen humano, y debido a tendencias climáticas de corto, mediano o largo plazo. Puede ser necesario usar estrategias

diferentes en distintos lugares de un área de conservación a fin de mantener y proteger ejemplos deseados de cada ecosistema.

Contexto económico y social

Las personas usan el fuego para satisfacer necesidades básicas y para facilitar actividades importantes como la caza, el estímulo de plantas deseables usadas para alimentación u otras necesidades (por ejemplo, fibra, combustible, madera), el clareo de la vegetación con fines agrícolas (figura 10), la mejora del forraje para los animales domésticos, el control de las plagas y los viajes y las comunicaciones entre puntos distantes. En lugares en los cuales la vegetación no es propensa al fuego, las actividades humanas casi siempre alteran la estructura y las características de los combustibles, lo que en última instancia lleva a una vegetación más inflamable, es decir, los ecosistemas dependientes del fuego que se queman frecuentemente se expanden a costa de los ecosistemas menos tolerantes al fuego. Puede ser que se desarrollen tipos de vegetación nueva, propensa al fuego, tales como las sabanas y los pastizales dominados por especies no nativas. Estas tendencias se frenan o se invierten solamente en los lugares en donde se imponen restricciones sociales con éxito o donde se otorgan incentivos. En muchos lugares, las presiones de la población rural en expansión, así como la colonización y la posterior conversión de tierras naturales, están superando la capacidad de muchos ecosistemas de persistir en presencia de los combustibles cambiantes y de un aumento de los incendios. Es importante ver a las personas no sólo como la causa del problema del fuego sino, más bien, como la fuente de posibles soluciones.

Debemos identificar no sólo por qué y cómo la gente quema y por qué lo hacen de una manera determinada, sino también quién realiza las quemadas. En algunas culturas, en especial en África, son las mujeres las que realizan las quemadas, por lo que en estos casos los programas educativos deben ser diseñados para las mujeres y dirigidos a ellas.



Figura 10. Las técnicas de tala y quema para preparar la tierra para la plantación de cultivos se usan ampliamente en tierras forestales en los trópicos. Los incendios que escapan el control en esas parcelas son una de las fuentes de incendios destructivos en los bosques tropicales. (Foto de Carlos Pinto)

El uso del fuego por un segmento de la sociedad puede no ser compatible con las necesidades y los deseos de otros segmentos de la sociedad. La quema anual para la mejora del forraje puede reducir la disponibilidad de madera para combustible para un segmento diferente de la sociedad. Frecuentemente, la calidad del aire y la salud humana están reñidas con el uso del fuego. La gente también quiere protegerse de los incendios que destruyen sus propiedades o sus medios de subsistencia. Ellos deben ser educados en cómo prevenir incendios indeseables o dañinos y cómo protegerse a sí mismos y a su propiedad del fuego. También deben tener una comprensión básica de la función del fuego en los ecosistemas en los cuales viven y de la propensión de ciertos tipos de vegetación a quemarse. Las estrategias pueden variar desde mensajes y programas *Fire Smart* (inteligencia frente al fuego) usados en Canadá, los *Firewise Communities* (comunidades abocadas a la prevención de incendios) de los Estados Unidos y el programa para la reducción de la pobreza *Working on Fire* (trabajando con el fuego) de Sudáfrica, hasta los cuerpos de bomberos voluntarios, a nivel de la comunidad, que se están formando en el sur y sureste de Asia, América Latina y África. El uso del fuego puede ser una estrategia importante en la protección de la gente contra los incendios destructivos.

El manejo de incendios requiere comprender (1) cómo y por qué diferentes grupos culturales ven y usan el fuego en ambientes específicos, (2) cómo los incentivos económicos afectan a las decisiones sobre el uso del suelo y, por lo tanto, a las quemas y (3) cómo las políticas gubernamentales afectan las actitudes humanas relacionadas con el fuego que pueden ayudar o dificultar la implementación de métodos más informados de su manejo y cómo estas políticas se arraigan en las actitudes.

Es importante comprender por qué la gente quema de la manera en que lo hace. Las personas queman de diferentes maneras según sus objetivos y el ambiente en el que viven. Por ejemplo, los agricultores en los trópicos húmedos a menudo queman durante lo que la mayoría de los encargados del manejo del fuego consideraría condiciones de quema

severas, y algunos incluso tienen por costumbre iniciar fuegos para quemar a favor del viento o ladera arriba, creando así incendios que pueden escapar al control más fácilmente. Puede ser que quemen de esta manera porque éstas son las únicas condiciones que les permiten obtener los resultados económicos que necesitan en ese ambiente en particular. No se ganará mucho tratando de convencer a los agricultores que quemen durante la noche o con fuegos en retroceso o ladera abajo si estos cambios afectan a su subsistencia de manera negativa.

Los agricultores de subsistencia tienen pocos incentivos o libertad de acción para adoptar tecnologías que no han sido comprobadas sin tener la seguridad de que su producción no se verá afectada negativamente. Si no se reconocen y comprenden estas diferencias ambientales y los impactos económicos, se pueden desarrollar políticas y programas educativos inadecuados. Los lineamientos relativos a las prácticas de quema seguras deben ser adaptados a las situaciones locales. Puede ser que las prácticas de cortafuegos más amplios o tener más gente cuidando un incendio sean más eficaces que tratar de cambiar el momento de la quema.

Es muy poco probable que un agricultor de subsistencia tome el riesgo de alterar sus prácticas de quema o que participe en un programa de manejo del fuego a nivel de la comunidad a menos que esté convencido de que sus beneficios excederán a sus costos. Los agricultores simplemente no pueden correr el riesgo de realizar una actividad nueva o modificar una práctica existente, si el hacerlo puede reducir o afectar negativamente a su producción que ya se encuentra en un nivel de subsistencia. Esto significa que las técnicas o las actividades comunitarias deben ser comprobadas y apoyadas con producción o datos económicos antes de que la gente comience a participar.

Combustibles y comportamiento del fuego

Los incendios en el paisaje no pueden ser manejados sin comprender las características básicas del combustible y cómo estas características, combinadas con la topografía y las condiciones climáticas, influyen el comportamiento del fuego.

La comprensión de los combustibles y de cómo los combustibles pueden ser manejados y manipulados para obtener los efectos deseados es esencial para (1) contener y controlar los incendios, (2) reducir la intensidad del fuego y (3) producir y mantener las condiciones deseadas tanto en los ecosistemas naturales como en los paisajes domesticados. El conocimiento del comportamiento del fuego y su relación con los combustibles y los regímenes del fuego es un requisito esencial para la efectividad de las decisiones de manejo del fuego y de los programas educativos.

Evaluación de otras amenazas relacionadas con el fuego

El fuego está vinculado a otros problemas de conservación y amenazas a la biodiversidad, que incluyen: (1) las prácticas forestales o de tala inadecuadas, incluyendo las operaciones de rescate posterior al incendio o de rehabilitación que cambian las características del combustible y, en algunas partes del mundo, están seguidas a menudo por la colonización agrícola concomitante con las prácticas de quema; (2) las prácticas de pastoreo inadecuadas que pueden aumentar o disminuir los combustibles disponibles y pueden incluir quemaduras muy frecuentes o durante la estación equivocada para ciertos grupos de especies; (3) la construcción de caminos y la subdivisión del paisaje para la construcción de hogares, los cuales crean puntos

de contacto entre zonas urbanas y tierras silvestres y paisajes fragmentados; (4) cambios en los regímenes hidrológicos mediante el drenaje o el uso del agua; (5) la introducción y propagación de especies invasoras que son inflamables y, por lo tanto, capaces de apropiarse del régimen de fuego [generalmente estas especies invasoras están estrechamente asociadas con (1) y (2)], y (6) cambio climático.

2. Metas de manejo del fuego y condición futura deseada

Condiciones actuales

El desarrollo de métodos y estrategias de manejo del fuego que cumplan con las metas de conservación y desarrollo de las áreas protegidas, la comunidad y la región debe seguir una evaluación de cómo las historias del fuego y del uso del suelo han interactuado en el correr del tiempo para crear las condiciones actuales en el sitio, y cómo estas condiciones pueden ayudar o dificultar el logro o el mantenimiento de las condiciones deseadas. Algunos componentes o procesos que tienen lugar dentro de los ecosistemas y entre ellos pueden haber desaparecido o sufrido alteraciones irreversibles, tales como la falta de conexiones entre hábitats, la extirpación de especies, la introducción de especies exóticas y los cambios en el régimen hidrológico. Es posible que ciertos componentes o procesos que no existían en el pasado controlen ahora el régimen del

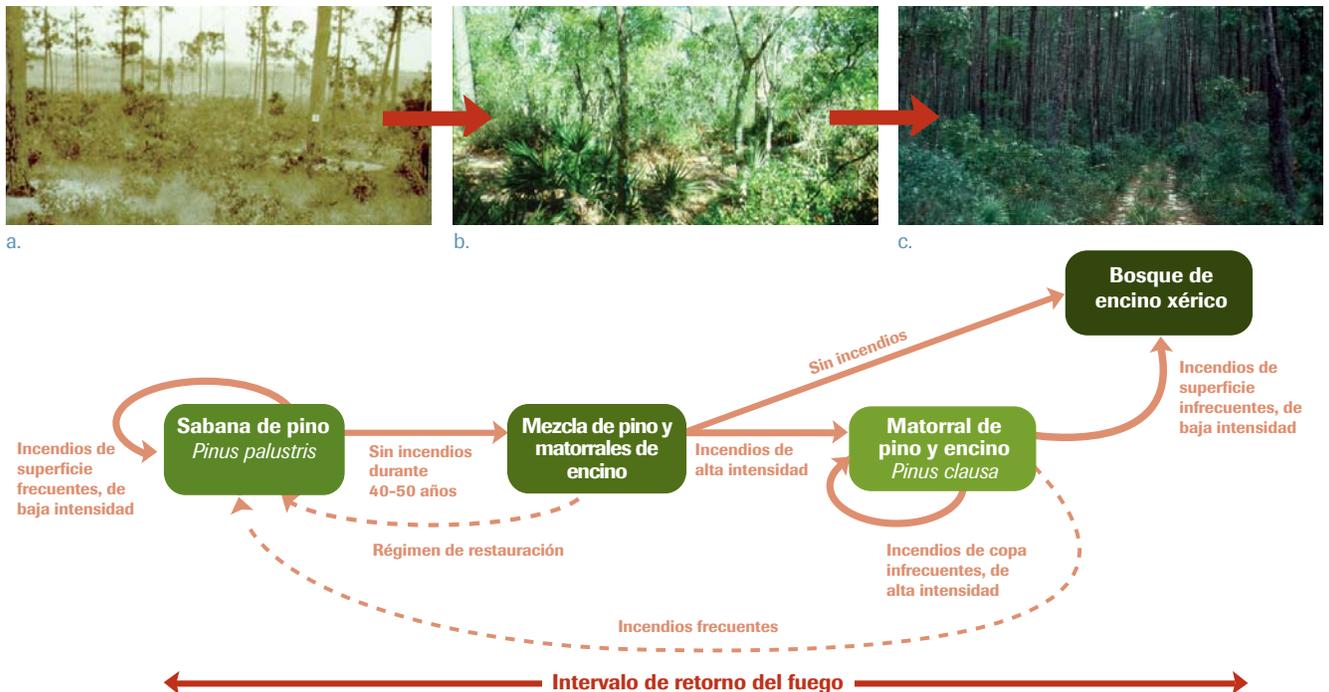


Figura 11. Modelo ecológico conceptual simple que muestra la relación entre el régimen del fuego y el tipo de vegetación en las tierras altas de Florida central, Estados Unidos. En suelos de composición idéntica, tres regímenes de fuego diferentes mantienen tres estados distintos de vegetación estable: sabana de pino (a), matorral de pino y encino (c) y bosque de encino xérico (sin foto). Hay una etapa de transición con una mezcla de especies de pino y matorrales de encino (b) que probablemente no perdura en ningún lugar fijo, pero que es probable que, en cualquier momento dado, ocurra en algún lugar del paisaje. Las fotografías (a) y (b) son la misma vista tomada en 1929 (dos años después del último incendio) y en 1984 (después de un intervalo de 57 años libre de incendios), respectivamente. Un sitio particular puede mantener los cuatro tipos de vegetación. Las metas de manejo determinan dónde y cómo se manejará el fuego a fin de producir o mantener las condiciones deseadas. Modelos más detallados podrán mostrar la variabilidad de los regímenes de fuego dentro de cada tipo de vegetación estable; por ejemplo, diferentes frecuencias del fuego y modelos espaciales pueden producir diferentes densidades y clases de edad en los rodales en la sabana de pino o en el matorral de pino y encino. (Adaptado de Myers 1985)

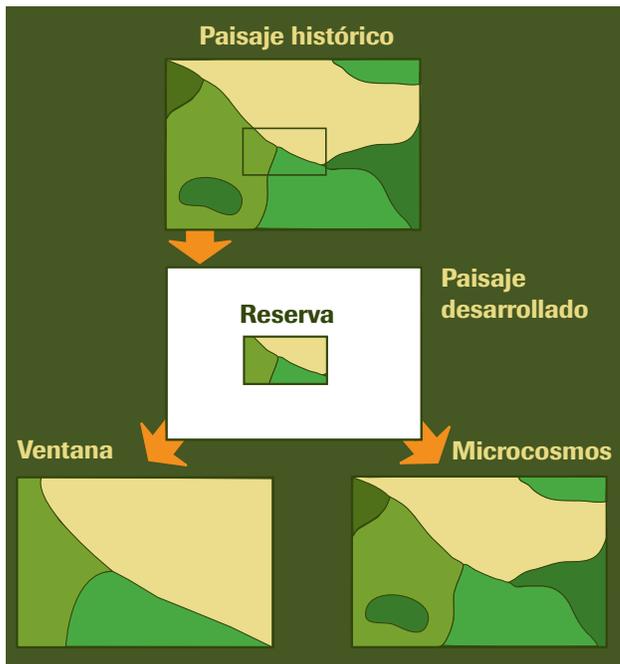


Figura 12. Las opciones de manejo de un área de conservación en los vestigios de un paisaje. Las parcelas pueden representar diferentes tipos de vegetación mantenida por regímenes de fuego únicos, o contener el mismo tipo de vegetación y representar una edad diferente desde la última quema. La “ventana” recrea o mantiene lo que ha estado históricamente en esa parte del paisaje. Otros hábitats se han perdido, pero las especies que necesitan hábitats grandes se pueden beneficiar. El “microcosmos” crea y mantiene la diversidad de hábitats que una vez existieron en el paisaje más amplio. La diversidad de hábitat es mayor, pero las especies que necesitan un hábitat grande se perderán. Un enfoque no es, en sí mismo, mejor que el otro; depende de las metas relativas al vestigio de paisaje.

fuego, por ejemplo, pastos invasores inflamables o la proliferación de bordes del bosque. Las condiciones del combustible pueden haber sido alteradas hasta tal punto que la reintroducción del fuego pueda tener consecuencias indeseables, o que la supresión o prevención de incendios sea casi imposible. Un sitio o ciertos tipos de vegetación pueden necesitar períodos de recuperación del ecosistema durante los cuales pueden ser necesarias quemadas focalizadas con objetivos específicos o la exclusión agresiva de incendios y otros esfuerzos de restauración, tales como tratamientos mecánicos.

Condición futura deseada

La condición futura deseada representa un arreglo espacialmente explícito de vegetación o modelos y procesos de la comunidad biótica deseados, en un paisaje que proporcionará recursos y servicios sostenibles expresados en términos de metas de conservación o manejo. La condición futura deseada aprovecha la historia, conocida o supuesta, de la vegetación, y/o las condiciones de referencia, es decir, ejemplos de vegetación que se considera que está en un estado relativamente prístino. Sin embargo, la condición futura deseada debe incorporarse en el contexto paisajístico existente tomando en cuenta el uso actual y deseado del suelo, los corredores biológicos y las zonas de amortiguamiento de las áreas de conservación.

Los requisitos para lograr las condiciones deseadas pueden variar desde la prevención y supresión de incendios hasta el fomento de incendios que cumplan su papel ecológico adecuado. Se pueden ilustrar y evaluar diferentes escenarios de regímenes de fuego por medio de modelos ecológicos conceptuales (figura 11) que muestran las relaciones entre los tipos de vegetación y los regímenes del fuego. Las acciones de restauración, tales como la reintroducción del fuego pueden, en una etapa inicial, alejar al ecosistema de su estado deseado y puede llevar cientos de años establecer o restaurar las condiciones deseadas.

Dado que las reservas de conservación y las áreas naturales protegidas son inevitablemente fragmentos o restos de tipos de vegetación que una vez cubrieran un área mucho más extensa, con frecuencia el fuego era un proceso que operaba a escalas más grandes que el paisaje natural existente hoy día. Al adoptar una decisión respecto a la condición futura deseada y cómo deben quemarse o no quemarse los vestigios de un área en particular, los encargados tienen a su disposición dos opciones generales o modelos (figura 12):

1. Restaurar y mantener los vestigios del área como si fuera una “ventana” o muestra de lo que acostumbraba ocupar el paisaje más amplio. Esto permite el mantenimiento de algunas representaciones amplias de vegetación que han existido por mucho tiempo en el paisaje que perduró y que pueden ser importantes para especies que necesitan hábitats extensos.
2. Restaurar y mantener la parte restante como si fuera un “microcosmos” de lo que existió en un paisaje mucho más grande en el pasado mediante el manejo del fuego, de manera que las quemadas sean pequeñas en comparación con lo que una vez existió en el paisaje histórico. Esto permite una mayor diversidad de hábitat pero a costa de las especies que requieren amplios hábitats específicos.

Un ejemplo del segundo modelo es el Parque Nacional de las Emas en el Cerrado, en el centro de Brasil (figura 13). El parque, compuesto de 131.868 hectáreas de pastizales y sabana, está rodeado casi completamente por tierras agrícolas, excepto por un corredor biológico que se está estableciendo para conectarlo con la región de Pantanal, la cual se extiende al suroeste. En las últimas décadas, el parque ha sufrido incendios que han quemado al parque entero en una sola estación. Esto sugiere que los incendios han operado históricamente en una escala más amplia que el tamaño del parque. Los actuales grandes incendios limitan temporalmente el hábitat del oso hormiguero gigante, el emú y a incontables otras especies, al eliminar casi toda la cobertura, las fuentes de alimento, los refugios de escape y las fuentes de población para la recolonización de las áreas quemadas. A fin de limitar el tamaño de los incendios que ocurren cada año y para impedir que un solo incendio afecte a todos los hábitats y refugios, los encargados del parque subdividen el parque anualmente con una serie de líneas negras (cortafuegos que se crean mediante quemadas) muy largas, las cuales sirven para frenar la propagación del fuego. Hasta ahora no se han llevado a cabo quemadas prescritas dentro

de las unidades delimitadas por las líneas negras porque las quemadas con fines de manejo están prohibidas en los parques nacionales de Brasil. Sin embargo, la red de cortafuegos le permite al parque quemarse como un microcosmos de cómo el paisaje más amplio se quemaba en el pasado, dejando cada año grandes parcelas sin quemar que sirven como refugio, fuentes de recolonización y sitios de anidación para una multitud de especies.

Metas y objetivos de manejo del fuego

Las metas de manejo del fuego definen el resultado específico del manejo de incendios de manera integral a fin de proteger a las personas y la propiedad, lograr la condición futura deseada, mantener hábitats específicos y restaurar, mejorar o mantener los servicios y productos de los ecosistemas. Estas metas de manejo del fuego también deben alinearse con las metas generales de conservación y con las necesidades más amplias de la comunidad. Esto supone la restauración, el diseño y el mantenimiento de regímenes de fuego adecuados para elementos de conservación específicos, tales como especies clave, tipos de vegetación, modelos de paisaje o productos sostenibles. Las estrategias pueden incluir la remoción, la mejora o la modificación de las fuentes de amenazas relacionadas con el fuego tales como la falta de control de los incendios agrícolas; el manejo de incendios no planificados con el fin de limitar sus efectos perjudiciales y aprovechar sus beneficios, y la aplicación del fuego en la forma de quemadas prescritas para imitar el papel adecuado del fuego de manera segura y controlada.

3. Leyes, políticas y marco institucional

En muchos países, las leyes nacionales y locales en materia de incendios en la vegetación no son propicias para lograr las metas de manejo adecuado del fuego o de conservación. Con frecuencia, el papel del fuego en el mantenimiento de ciertos ecosistemas no es reconocido dentro de la sociedad, ni siquiera en círculos académicos, y mucho menos entre los encargados de tomar decisiones. Esto ha llevado a la aprobación de políticas y leyes que consideran que todos los incendios son malos, prohíben el uso de quemadas prescritas en las áreas naturales protegidas, a pesar de los parques y las reservas tienen como metas establecidas mantener y restaurar los ecosistemas (que requieren fuego), y criminalizan el uso agrícola del fuego sin comprender las necesidades de los agricultores de subsistencia o proveer alternativas.

Criminalizar el uso del fuego en vez de promover quemadas seguras y eficaces puede tener como consecuencia un aumento en los incendios que escapan al control porque las personas iniciarán incendios que ellos ven como necesarios pero los dejarán sin cuidado para que no se los pueda hacer responsables.

Las leyes deben reflejar las necesidades de las comunidades rurales y promover el uso adecuado del fuego y, a la vez, prevenir igniciones no deseadas e incendios que escapan al control y que producen otros impactos negativos, tales como los efectos en la calidad del aire. El mejor enfoque es a través de un sistema de incentivos, sanciones, educación y alianzas entre el gobierno y las comunidades que fomente los usos responsables del fuego que apoyan y mejoran una variedad de actividades tales



Figura 13. Parte de una extensa red de cortafuegos creada quemando “líneas negras” que subdividen una reserva de sabana en unidades de quema relativamente pequeñas para evitar que grandes incendios afecten a toda el área natural simultáneamente. Parque Nacional de las Emas, Brasil. (Foto de Ary Soares)

como la agricultura, la silvicultura, el pastoreo, la caza, el claro de la tierra, la protección de las cuencas y el mantenimiento del ecosistema y que satisfacen las necesidades específicas de las especies prioritarias de plantas y animales. Las leyes y las políticas deben estar integradas y ser compatibles con otros usos del suelo y con otras políticas ambientales y de manejo del suelo y deben ocuparse eficazmente de cuestiones relacionadas con la tenencia de la tierra y la responsabilidad. Las instituciones que son responsables por los usos del suelo que involucran el fuego, o que los supervisan, deben estar integradas entre sí y deben tener mensajes, incentivos y programas consistentes y compatibles. A menudo, los departamentos forestales se preocupan sólo de los incendios forestales aunque muchos de estos incendios se originan en el sector agrícola.

Un incentivo relativamente nuevo que puede ayudar a los propietarios de las tierras a prevenir los incendios en la vegetación sensible a éstos es el pago por servicios ambientales. El mejor ejemplo de pago por servicios ambientales es, quizás, el programa innovador de Costa Rica, que paga a los propietarios de las tierras por mantenerlas forestadas y por restaurar los bosques en las áreas que han sido taladas. Esto incluye tomar medidas para reducir la posibilidad de incendios, lo que generalmente significa construir cortafuegos, que pueden o no ser eficaces en frenar el fuego. El pago por servicios ambientales puede expandirse con el fin de proporcionar a las comunidades locales recursos para apoyar a cuerpos de bomberos pagados y con base en la comunidad, que no sólo supriman los incendios indeseables sino que también realicen quemadas prescritas, ayuden a los propietarios de tierras a

Figura 14. Títeres que describen al “fuego bueno” y al “fuego malo”, usados en algunos programas educativos en América Latina para explicar la función dual que el fuego puede jugar en los ecosistemas y en las comunidades. (Fotos de R. Myers)



mantener sus quemas agrícolas y ganaderas bajo control, realicen quemas preventivas en áreas de alto riesgo antes de la estación de incendios y mantengan los cortafuegos. Los cuerpos de bomberos pueden ser financiados mediante aranceles a los servicios de agua en las ciudades importantes que obtienen su suministro de agua de las cuencas protegidas. El ingreso ayudaría a reducir la pobreza y mejorar la subsistencia de las comunidades locales.

En regiones en las cuales la quema prescrita es una práctica de manejo aceptada legalmente, los propietarios de tierras necesitan protección contra la responsabilidad que las quemas puedan originar como un incentivo para mantener regímenes de fuego adecuados. Asimismo, los organismos gubernamentales deben proteger a su personal contra las demandas personales y proveer seguridad laboral si ocurren daños como consecuencia de una quema que se realizó adecuadamente. El Estado de Florida, en los Estados Unidos, tiene una ley que otorga el “derecho a quemar” y que limita la responsabilidad de los propietarios que usan quemas siempre y cuando sigan el proceso de planificación y aprobación sancionado por el Estado, que incluye una certificación (es decir, un nivel determinado de capacitación y experiencia), y cuando se pruebe que no hubo negligencia flagrante por parte del propietario de las tierras al llevar a cabo la quema (Brenner y Wade 2003).

4. Prevención y educación

La prevención de incendios forestales dañinos es un componente necesario de todos los enfoques del Manejo Integral del Fuego, independientemente de las necesidades y de la tolerancia del ecosistema. En la mayoría de los lugares, a pesar de que el fuego puede ser necesario, es muy raro que se toleren incendios forestales que ardan libremente debido al daño potencial a la propiedad y la vida humana. El método más eficaz en relación a los costos es la prevención de los incendios indeseables. Para limitar con éxito la cantidad de igniciones indeseables son necesarias varias estrategias:

Educación

La educación y la disseminación de información deben adaptarse a los ambientes específicos y deben enfocarse en las necesidades de la comunidad. Un método útil es la caracterización del fuego como poseedor de dos caras, mediante un

mensaje de “*las dos caras del fuego*” o del “*fuego bueno*” versus el “*fuego malo*” (figura 14). Los fuegos buenos son las quemas agrícolas que se mantienen bajo control. Los fuegos buenos también son los que arden en un ecosistema dependiente del fuego con un impacto negativo mínimo en la subsistencia y la propiedad de los seres humanos, y con beneficios a largo plazo. Los fuegos malos son los incendios agrícolas que escapan al control y otros incendios que amenazan la vida y dañan la propiedad y las áreas de conservación.

Demasiado a menudo, las campañas de prevención de incendios se centran en la prevención de todos los incendios, incluso en ecosistemas que deben quemarse y que posiblemente se estén quemando adecuadamente por medio del uso tradicional del fuego o en lugares donde las personas no tienen otra opción que usar fuego. En los mensajes de prevención, muy pocas veces se incorporan las percepciones culturales sobre los beneficios de la quema. La noción de que todos los incendios son destructivos se arraiga en la mente y en las tradiciones de las personas por medio de campañas como la de la popular mascota Smokey Bear, la cual alienta la exclusión de incendios en los Estados Unidos en todos los casos. Cuando los encargados de las tierras de conservación reconocen la necesidad del uso del fuego, el público invariablemente expresa una resistencia considerable al manejo de incendios o a las quemas prescritas.

En lugares en los cuales el fuego es una herramienta necesaria para mantener el sustento de las comunidades rurales, los programas educativos y comunitarios deben centrarse en el empoderamiento de las personas mediante incentivos, herramientas, información y aptitudes para ayudarlas a mantener sus incendios necesarios bajo control, a fin de que las quemas cumplan con los objetivos individuales, de la comunidad y del ecosistema.

Cuando sea posible, el conocimiento tradicional debe ser incorporado a los mensajes y a las actividades. Se debe guiar a las comunidades para que puedan reconocer los beneficios económicos y sociales de mantener sus quemas bajo control, beneficios tales como la calidad y la cantidad del agua, los productos forestales sostenibles como la madera para combustible y los ingresos por el ecoturismo. También puede ser necesario capacitar a las comunidades, organizarlas y equiparlas para que

Figura 15. Agricultores de subsistencia plantan arroz en tierras clareadas con los métodos tradicionales *tavy* (de tala y quema), al este de Madagascar. La agricultura *tavy* y sus quemas asociadas son consideradas una de las principales amenazas al bosque tropical que subsiste en Madagascar.
© Frans Lanting/Minden Pictures



puedan suprimir incendios indeseables, o proporcionarles las herramientas y la información necesarias para que aumenten su capacidad en la prevención de incendios.

Es posible prevenir los incendios o reducir su frecuencia haciendo frente a conflictos entre diferentes grupos de personas. En Sumatra se ha visto que la resolución de las disputas sobre la tenencia de la tierra reduce la cantidad de incendios iniciados como protesta o venganza (Suyanto *et al.* 2004).

Asimismo es necesaria la educación dirigida a los organismos de manejo de la tierra, las entidades políticas, los grupos de interés y la comunidad científica. Muchos de los obstáculos actuales para el manejo eficaz del fuego existen porque los científicos y los profesionales del manejo de tierras y del fuego no comprenden el papel que el fuego juega en los ecosistemas y en las vidas de las personas. No es raro que los principales científicos de los países o de las regiones tengan una idea equivocada sobre la función del fuego en muchos ecosistemas, o la desconozcan completamente. Los puntos de vista de estas personas proliferan porque ellos son quienes enseñan y capacitan a los científicos del futuro y a los profesionales que manejarán el medio ambiente. La transferencia de conocimientos técnicos y científicos es un componente clave de la educación. La traducción de conceptos y tecnologías emergentes en múltiples idiomas es también de suma importancia.

5. Uso del fuego

El uso del fuego adopta una gran variedad de formas y efectos. A continuación se examinan dos de éstos: (1) los usos tradicionales del fuego de la población rural que son necesarios para mantener el sustento o que han perdurado, incluso cuando los contextos sociales y económicos de la región cambiaron, junto con el papel que la gente juega en la creación, el mantenimiento o el cambio de los ecosistemas deseados y sus componentes y (2) el manejo del uso del fuego para restaurar y mantener el estado deseado del ecosistema o los productos y servicios deseados del ecosistema en las áreas de conservación. Éste último puede variar desde quemas prescritas y el manejo de incendios no planificados en ecosistemas dependientes del fuego hasta el uso del fuego para eliminar o reducir el combustible a fin de controlar la propagación de incendios a los ecosistemas sensibles al fuego.

Usos y necesidades tradicionales del fuego

Por mucho tiempo la gente ha venido jugando un papel importante en los ecosistemas dependientes del fuego creando, manteniendo, expandiendo o cambiando los ecosistemas que hoy aspiramos a conservar. Muchos paisajes que son ahora importantes para la conservación fueron creados, moldeados y/o mantenidos por quemas de origen humano. En ecosistemas influidos por el fuego o sensibles al fuego, las quemas asociadas con la agricultura de tala y quema han tenido una historia igualmente larga (figura 15).

En muchos lugares, los usos tradicionales del fuego (1) perduran en un ambiente en el cual la población crece cada vez más y el actual nivel de quema está superando la capacidad de mantenimiento del ecosistema o (2) están siendo reducidos mediante esfuerzos de prevención de incendios, supresión y cambios en el uso del suelo que ya no requieren el fuego o no lo toleran. Un componente importante del Manejo Integral del Fuego es reconocer y comprender el papel importante que el fuego de origen humano ha jugado en un paisaje determinado. Las prácticas de quema actuales pueden o no estar en desacuerdo con las metas de conservación. En cualquier caso, en vez de trabajar en contra de estos usos mediante la prevención, puede ser más práctico buscar maneras de modificar el uso actual del fuego, ya sea mitigando los impactos negativos actuales o, en algunos casos, explotando los usos existentes para facilitar el logro de los objetivos de manejo del fuego y de las metas de conservación.

Por ejemplo, las quemas iniciadas por comunidades locales para fines diferentes a la conservación pueden realizarse en lugares o en momentos estratégicos a fin de contener la propagación de incendios forestales más tarde, durante la estación seca, o para evitar que los incendios ardan dentro de las reservas. Este tipo de cooperación requiere sobreponerse a las dificultades ocasionadas por diferentes visiones de mundo, lenguajes y perspectivas culturales entre los encargados de la conservación, los pueblos indígenas y las poblaciones rurales no indígenas. La colaboración con los usuarios locales del fuego es especialmente crítica en lugares en los cuales grandes extensiones de tierras para la conservación y sus zonas de amortiguamiento se encuentran bajo la propiedad directa y/o el control de pueblos indígenas, o son tierras comunales de comunidades rurales. El recuadro 1 describe cuatro escenarios en los cuales el uso tradicional del fuego de origen humano ha sido incluido o podría incluirse en el manejo de las áreas de conservación.

Recuadro 1. Estudios de caso: Cómo incorporar el uso del fuego de origen humano en el manejo de las áreas de conservación

- En Australia, las prácticas de quema de la población aborigen han sido integradas a los programas de manejo del fuego de los parques nacionales y de las tierras aborígenes del norte de Australia (Morrison y Cooke 2003; Lewis 1989). En el mejor ejemplo de esta práctica, en el Parque Nacional Kakadu, surgieron conflictos porque las prácticas de quema de los aborígenes no siempre han sido consistentes con las metas de biodiversidad (Keith *et al.* 2002).
- En el Parque Nacional Canaima, en la Gran Sabana al sureste de Venezuela, el paisaje es un mosaico de pastizales y bosque latifoliado tropical húmedo. Desde hace muchos años existe un conflicto entre los científicos y técnicos y los Indios Pemón acerca del uso del fuego (Rodríguez 2004). El punto de vista tradicional entre los ecologistas de vegetación y los encargados del manejo del suelo en Venezuela es que la sabana es de origen edáfico y no el resultado del fuego.

Este concepto, probablemente erróneo, afecta de manera negativa a los enfoques del manejo del fuego en el parque, lo cual puede causar un impacto negativo en la viabilidad tanto de sus bosques como de sus pastizales. La política del Servicio de Parques Nacionales es la prevención de incendios, pero el Servicio tiene una capacidad limitada para responder a los incendios que ocurren. Los pueblos indígenas que viven dentro del parque queman la sabana regularmente por razones críticas a su subsistencia, como por ejemplo, para mejorar el acceso, para atraer la vida silvestre hacia las parcelas quemadas recientemente a fin de facilitar la caza y para comunicar señales a larga distancia. Para ellos, el fuego es una parte integral del medio ambiente que “limpia” la sabana y previene los grandes incendios destructivos en el bosque.

Las quemadas se inician a comienzos de la temporada seca, cuando los pastos todavía están verdes. El alto contenido de humedad disminuye la intensidad del fuego y la mayoría de los incendios se apaga en la noche, cuando aumenta la humedad. Estos incendios raramente queman la vegetación húmeda del bosque. En plena estación seca, cuando los incendios pueden penetrar el bosque, la mayor parte de la sabana ya ha sido quemada y los bosques están protegidos de la posibilidad de incendios severos a finales de la estación seca. Durante sequías prolongadas, los incendios penetran en las áreas del bosque y pueden ser bastante destructivos. Cuando se daña el bosque, el cambio en las características del combustible, junto con los incendios frecuentes de la sabana, obstaculiza la recuperación.

Si en algún momento el personal del parque se vuelve eficiente en la reducción de la incidencia de los incendios a comienzos de la estación seca, se podrían obtener dos resultados: (1) un éxito completo en la prevención de incendios, el cual llevaría a la pérdida de la sabana debido a la invasión del bosque o, más probablemente, (2) grandes trechos continuos de pastos combustibles que seguirían existiendo hacia finales de la estación seca y que podrían alimentar incendios grandes e intensos que ocasionarían daños extensos al bosque. El resultado sería una rápida expansión de los pastizales a costa del bosque.

Por otro lado, si los encargados del parque establecen una relación de trabajo con los pueblos indígenas a fin de que éstos realicen sus quemadas de comienzos de la temporada seca de manera estratégica, cerca de las zonas críticas de recuperación del bosque y de las áreas en las que existe un alto riesgo de que los incendios entren al bosque, el uso tradicional del fuego podría convertirse en una herramienta importante en el manejo de la abundancia relativa de hábitat del bosque y de los pastizales en el parque.

- En Zambia, antes de la década de 1990, las extensas quemadas sin control afectaban anualmente a vastas áreas de pastizales de tierras bajas y a bosques de tierras altas. La mayor parte de las quemadas se realizaba para promover el crecimiento de pastos verdes para alimentar al ganado, pero los incendios estaban afectando negativamente a los recursos del bosque tales como la leña y la paja. A comienzos de la década de 1990, una iniciativa conjunta de Zambia y los Países Bajos preparó un programa de Manejo Integral del Fuego mediante la evaluación de los aspectos ecológicos del fuego, los impactos socioeconómicos negativos y positivos, las políticas existentes y necesarias en la materia y los modelos actuales de uso del fuego.

Su examen llevó a una política de Manejo Integral del Fuego con quemadas planificadas y controladas en praderas seleccionadas, y a una reducción de las quemadas y de la alteración de las prácticas de quema en los bosques. Este programa está siendo implementado por las comunidades locales. El proyecto también proporciona asistencia técnica para facilitar la toma de decisiones en las comunidades (Goldammer *et al.* 2004).

- En la Reserva de la Biosfera La Sepultura, en Chiapas, México, la mayoría de las tierras de la reserva está en manos privadas o es propiedad comunitaria de los ejidos. El paisaje de la reserva consiste en granjas y tierras de pastoreo de baja elevación, bosques de pino a mediana altura y bosque latifoliado tropical húmedo montano, en las zonas más altas. Los agricultores queman sus parcelas y campos agrícolas anualmente. Los incendios agrícolas que se escapan frecuentemente queman el sotobosque del bosque de pino. Los residentes también queman periódicamente los pinares por una variedad de motivos. La falta de regeneración de los pinos es evidencia de que los bosques de pino probablemente se queman muy frecuentemente. Durante las sequías extremas algunos de estos incendios entran al bosque montano y causan mucho daño.

En el año 2005, The Nature Conservancy, en colaboración con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la ONG Conservación y Desarrollo, A.C., implementó un proyecto por medio del cual suministró ayuda técnica a varias comunidades, con el fin de ayudarlas a mantener sus quemadas agrícolas bajo control, desarrollar metas de manejo del fuego para los pinares compatibles con sus necesidades y con la conservación de la biodiversidad y diseñar y aplicar un régimen de quemadas prescritas adecuado a los pinares. Los planes, las decisiones y la implementación del proyecto fueron desarrollados y puestos en práctica por la comunidad.

Si bien los usos tradicionales del fuego pueden ser integrados a los planes y a las actividades de manejo del fuego a nivel regional y de área de conservación, se debe tener cuidado de no sobreenfatizar los usos tradicionales. Probablemente existen muchos usos diferentes del fuego que compiten, cada uno beneficiando a un grupo distinto de personas, y estos grupos pueden estar en desacuerdo entre sí y con las metas de conservación. Por ejemplo, pueden surgir problemas cuando las poblaciones indígenas han sido suplantadas por una población inmigrante que posee una tradición del fuego diferente o que no posee ninguna, como es el caso de la región del Petén, en el norte de Guatemala. Este paisaje fue una vez hogar de la cultura maya, pero sus tierras agrícolas fueron recuperadas por los bosques cuando esa cultura prácticamente desapareció cientos de años atrás. Hace poco tiempo esta región se abrió a la colonización por parte de campesinos provenientes de las tierras altas de Guatemala que no poseían tierras y quienes conocen poco del uso del fuego. Durante la última década, el Petén ha sido el epicentro mesoamericano de incendios destructivos, originados en quemas agrícolas o para clareo de tierras, que escaparon el control. En 2003, el impacto fue tan severo que las Naciones Unidas tuvieron que suministrar a la región cargamentos de alimentos de emergencia, dado que los incendios no sólo destruyeron la vegetación del bosque, sino también los cultivos de muchos agricultores. Desde entonces, se han implementado programas a nivel de la comunidad para enseñarles a los agricultores cómo quemar de manera segura.

Con frecuencia, el manejo del fuego basado en la comunidad involucra a un conjunto diverso de interesados con distintas visiones del fuego y necesidades encontradas. Una demanda principal entre los interesados es asegurar sus derechos al uso del fuego como una herramienta de manejo de la vegetación que se ajuste a sus propósitos. La clave para el éxito del Manejo Integral del Fuego basado en la comunidad es lograr un acuerdo sobre dónde, cuándo y cómo se debe usar el fuego en ambientes diferentes con objetivos diferentes. En aquellos lugares en donde el fuego es parte de la cultura, y las necesidades y usos del fuego varían y a menudo están en conflicto, la meta debe ser la optimización *del conjunto total* de beneficios de la quema. Cada grupo de interesados debe comprender su contribución al sostenimiento de los productos y servicios personales, de la comunidad y del ecosistema —tales como el balance de forraje rico en nutrientes para el ganado doméstico o los animales de caza con la producción de leña para cocinar y como fuente de calor— a la vez que se minimizan los impactos perjudiciales y se frenan o invierten tendencias de los ecosistemas

y la biodiversidad en deterioro. De lo contrario, estas tendencias terminarían degradando a toda la comunidad y a la región.

Enfoques de los usos del fuego

El *fuego prescrito* es la aplicación de quemas cuidadosamente controladas bajo condiciones de combustible y climáticas definidas a fin de cumplir con objetivos de manejo del suelo o ecológicos que *involucran un plan escrito*. Los objetivos generalmente incluyen efectos deseados del fuego en cada quema, más una tendencia a largo plazo o meta de la aplicación del fuego a lo largo del tiempo, es decir, una meta de régimen del fuego. En otras palabras, un *régimen de fuego prescrito* es un modelo repetido de quemas, diseñado para lograr un resultado deseado o anticipado. La quema prescrita es una herramienta cada vez más importante en el mantenimiento y en la restauración de ecosistemas dependientes del fuego dentro de las áreas naturales protegidas, en la protección de la infraestructura humana en paisajes propensos al fuego y en el manejo de operaciones agrícolas y forestales de gran escala. Es más predominante en regiones del mundo que cuentan con los recursos y con la capacidad técnica para desarrollar e implementar planes de quemas prescritas y donde la responsabilidad civil por los daños que causan los incendios que escapan al control es mayor.

La *quema controlada* es básicamente lo mismo, pero *sin un plan escrito*. Normalmente, la meta de los agricultores individuales y de los programas de manejo del fuego a nivel de la comunidad en países en desarrollo es realizar quemas controladas seguras en vez de llevar a cabo quemas prescritas. El agricultor que realiza una quema tiene un plan, comprende los combustibles locales y las condiciones climáticas y tiene objetivos específicos, y mantiene todo esto en su cabeza.

Las quemas controladas y prescritas no necesariamente requieren líneas de control, sino que se basan en cambios de vegetación y combustible y en la disponibilidad cambiante del combustible durante el día o en ciertas épocas del año. La mayor parte de las quemas que se llevan a cabo en pastizales y sabanas en todo el mundo depende del conocimiento de la persona que inicia el fuego sobre dónde y cuándo éste va a parar, no en líneas de control previamente establecidas.

El *uso de incendios en tierras silvestres* es el manejo de incendios forestales no planificados, generalmente dentro de áreas de conservación, a fin de obtener resultados beneficiosos que conduzcan a las metas de manejo. Aprovecha la labor ecológica que los incendios no planificados pueden lograr. El nivel de manejo de los incendios no planificados puede variar desde la observación y el monitoreo dentro de límites

predeterminados impuestos al tamaño del fuego por cortafuegos naturales y culturales, hasta una contención más agresiva dentro de zonas específicas. Generalmente es necesario tener conocimientos técnicos sólidos sobre el comportamiento del fuego y los combustibles para tomar decisiones sobre el uso de incendios en tierras silvestres.

El fuego prescrito y las quemas controladas tienen un papel específico tanto en los ecosistemas dependientes del fuego como en los sensibles al fuego. En ecosistemas dependientes del fuego, pueden usarse las quemas como herramienta de restauración, con quemas focalizadas planificadas de manera que un área vuelva a la condición anterior o deseada. La quema puede usarse para reemplazar, aumentar o modificar un régimen de fuego actual en áreas que ya no pueden tolerar algunos de los incendios

forestales que queman libremente. El uso controlado del fuego también puede crear brechas en el combustible y parcelas con cargas de combustible bajas que ayuden a facilitar el control de incendios indeseables o para acorralar incendios no planificados que están siendo manejados en beneficio de los recursos o de la conservación.

En ecosistemas sensibles al fuego, las quemas prescritas son una herramienta importante en la creación de cortafuegos en los límites de la reserva y para efectuar quemas preventivas alrededor de zonas en las que, si ocurriera un incendio forestal, el riesgo de daños sería muy alto. Las técnicas de quemas prescritas pueden ser usadas por agricultores, pequeños ganaderos y hacendados para evitar que los incendios escapen hacia la vegetación sensible al fuego.

Recuadro 2. Dificultades potenciales de las quemas prescritas

1. Aplicación de regímenes de fuego que son muy limitados: Las quemas prescritas requieren tomar decisiones acerca de los componentes del régimen del fuego, como por ejemplo, el intervalo entre las quemas, la intensidad del fuego, el tamaño y el modelo de la quema y la estación en que ésta se lleva a cabo. Por motivos de conveniencia en la planificación y por razones de seguridad, los encargados tienden a centrarse en las propiedades promedio de estos componentes o en un rango muy estrecho de cada componente. Por ejemplo, las quemas se aplican en intervalos fijos, frecuentemente durante una estación en la cual el fuego pueda ser controlado fácilmente y tenga impactos modestos. Sin embargo, este momento e intensidad no necesariamente son consistentes con las necesidades reproductivas y las condiciones de crecimiento de las especies clave. Las quemas prescritas son, por lo general, incendios de superficie, pero algunos incendios de mayor severidad, a nivel del suelo o de copa, pueden crear efectos y hábitats necesarios para algunas especies. Los encargados se muestran reacios a planificar estos tipos de incendios. Como consecuencia, ha habido casos en los que se han aplicado regímenes de quemas prescritas que han sido demasiado limitados o que han carecido de la variabilidad necesaria para mantener ciertas especies o para mantener el ecosistema en el largo plazo. En vez de lograr los resultados deseados, se pueden crear gradualmente resultados completamente inesperados que incluyen la extinción de especies (Gill y Bradstock 1995). La variación dentro de los componentes del régimen de fuego puede ser ecológicamente más importante que las propiedades promedio.

A fin de evitar esta dificultad es importante comprender, o hacer deducciones bien fundamentadas sobre los ciclos biológicos y las respuestas al fuego de (1) las especies fundamentales, como las que controlan el ambiente del fuego por su producción de combustibles; (2) las especies dominantes, que le otorgan al ecosistema su carácter general, y (3) las especies que requieren atención especial. Dado que las decisiones se basan en deducciones, las aplicaciones del fuego y las respuestas subsiguientes deben ser monitoreadas y deben adaptarse con el tiempo.

2. Problemas de escala: Estos problemas surgen cuando no se comprenden los requisitos de tamaño del hábitat de las especies deseadas, cuando se debe establecer un compromiso entre el tamaño del

hábitat y su diversidad, o en los lugares en los que hubo una pérdida de contexto paisajístico debido a la fragmentación y el fuego ya no puede operar en la escala que lo hacía anteriormente. Algunos de estos problemas se pueden solucionar mediante el diseño de la reserva (por ejemplo, véase la figura 12). También necesitan metas establecidas claramente, el monitoreo de los resultados y el uso de la retroalimentación recibida de las tendencias observadas en el monitoreo para guiar las acciones futuras de manejo del fuego.

3. Distinción entre las fases de restauración y de mantenimiento: La restauración incluye quemas enfocadas con resultados específicos para cada quema. También puede ser necesario reconocer que el fuego solo no logrará la restauración deseada. Las quemas de mantenimiento requieren la aplicación de quemas variables dentro de los rangos adecuados del régimen del fuego para un ecosistema determinado.

4. Problema con las especies exóticas: En aquellos lugares en los que las especies invasoras no nativas controlan el régimen del fuego — por ejemplo, donde producen el combustible que permite el incendio — puede ser necesario diseñar regímenes de fuego novedosos que reduzcan gradualmente la dominancia de las especies exóticas, o que quemen de tal manera que se limiten los impactos negativos en los componentes y en los procesos deseados del ecosistema, dadas las características del combustible presente. Cuando las especies invasoras son una amenaza proveniente del exterior, puede ser necesario diseñar los regímenes del fuego para desalentar la colonización.

5. Tratamiento de la vegetación de transición: El fuego debe cumplir su función en los tipos de vegetación de transición, es decir, en los ecosistemas influidos por el fuego. Con frecuencia, la vegetación dependiente del fuego se distingue de la vegetación sensible al fuego. La primera se quema o se permite que se queme, mientras que en la segunda se excluye el fuego usando cortafuegos permanentes. Esto tiene como resultado la eliminación de importantes zonas de transición y de sus hábitats. Se puede permitir que los incendios entren a los ecosistemas influidos por el fuego si se comprenden las diferencias relativas en la inflamabilidad de los tipos de vegetación.

Las quemas prescritas eficaces requieren capacitación intensiva, comprensión del comportamiento del fuego, de los combustibles, de las condiciones climáticas, de la topografía y de los efectos del fuego, junto con una considerable experiencia. El nivel de capacitación necesario varía con la complejidad y el tamaño del área a ser quemada así como con los riesgos asociados al área circundante si el incendio escapa al control. La planificación cuidadosa y la preparación para los imprevistos son esenciales y también debe existir una capacidad suficiente para suprimir los incendios que escapan al control.

Dado que las quemas prescritas requieren un trabajo intensivo y son relativamente costosas, puede suceder que muchos gobiernos nunca lleguen a tener la capacidad de usar el fuego prescrito de manera eficaz, en gran escala, en áreas naturales protegidas. En tales casos, puede ser más eficaz proporcionarles a las comunidades locales las aptitudes para adaptar sus prácticas tradicionales de quema a fin de que logren las metas de conservación en las áreas protegidas.

Los fuegos prescritos tienen otros inconvenientes. Puede ser difícil recrear la variabilidad necesaria en el régimen de fuego para alcanzar las metas de biodiversidad mediante el uso de quemas prescritas. El recuadro 2 lista algunos posibles obstáculos adicionales.

Las quemas prescritas poseen una variedad de otros usos en las áreas de conservación, incluyendo la reducción de combustibles o riesgos con el fin de proteger a la gente que vive en lugares de vegetación inflamable; las quemas silvícolas, a fin de proteger los cultivos forestales; las quemas para la preparación del sitio, a fin de facilitar la regeneración del bosque y el control de enfermedades y plagas, y el manejo del hábitat de la vida silvestre.

La capacitación en quemas prescritas y la educación del público en general y de las comunidades locales sobre los beneficios y las necesidades del uso de quemas prescritas o controladas son sumamente inadecuadas o inexistentes en muchos países y regiones. En muchos casos, los programas de prevención de incendios que existen desde hace tiempo han creado un prejuicio fuerte y arraigado en contra del uso del fuego en las áreas de conservación o en las comunidades y sus zonas circundantes.

La quema también afecta la calidad del aire y la salud y el bienestar de la gente, y moldea la percepción que la gente tiene del fuego. A veces, aeropuertos internacionales importantes cierran durante días en países como Bolivia, Honduras e Indonesia, cuando se multiplican los incendios durante la estación seca. Las quemas prescritas proporcionan técnicas para el manejo del humo que no son posibles cuando la quema es dominante y sin control.

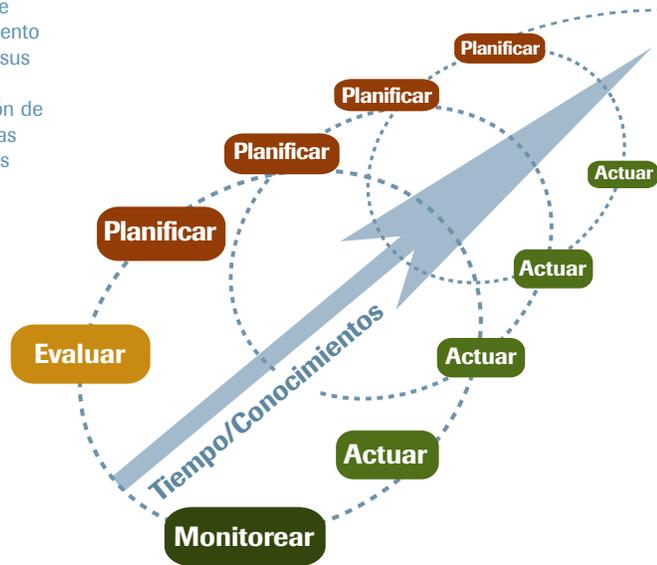
La quema de biomasa puede ser también una fuente significativa de carbono en la atmósfera, si bien un régimen de fuego adecuado en un ecosistema dependiente del fuego permanece en un estado estable respecto al carbono: lo que se libera durante una quema es recapturado durante el intervalo libre de incendios. Es la supresión del fuego en la vegetación dependiente del fuego lo que, en última instancia, produce como resultado la liberación de carbono, porque los incendios dañinos de mayor severidad ocurren cuando la cantidad de combustible presente es anormalmente grande. En los bosques y en los matorrales sensibles al fuego, la deforestación es la fuente principal de liberación de carbono. El fuego es una de las herramientas que facilita esta deforestación.

En muchos países, el uso de quemas prescritas en parques nacionales y en áreas naturales protegidas está prohibido por ley o por políticas administrativas, incluso en áreas reconocidas como dependientes del fuego. Esta restricción de las actividades de manejo en las áreas naturales tiene, generalmente, un origen filosófico. A menudo, las políticas y las leyes también requieren que los organismos supriman todos los fuegos, independientemente de la amenaza o de los beneficios potenciales para los recursos. Para que el uso de fuegos prescritos y de los incendios forestales alcance su potencial, se debe emprender un gran esfuerzo educativo para cambiar la política pública y las percepciones de las personas acerca del papel y de los beneficios potenciales del fuego en los ecosistemas que la sociedad busca proteger.

6. Preparación y respuesta

Los países, los organismos encargados del manejo de tierras y las comunidades deben estar preparados para responder eficazmente a los inevitables e indeseables incendios dañinos. Las estrategias incluyen el desarrollo y la implementación de (1) sistemas de detección temprana y predicción, es decir, evaluación del grado de peligro, monitoreo y predicción de las condiciones climáticas y meteorológicas; (2) detección de incendios y procesos e infraestructura de respuesta, por ejemplo, planificación de respuesta a los incendios forestales, almacenamiento de equipo para incendios y sistemas de detección y observación aérea, por satélite y terrestre; (3) sistemas de comunicación y acuerdos de cooperación multilaterales y entre múltiples organismos con estructuras de comando y control unificadas (Sistema de Comando de Incidentes o SCI —*Incident Command System* o ICS), de modo que permitan la comunicación entre entidades diversas, la planificación y la movilización eficaz de recursos, y (4) personal altamente competente y capacitado en todos los niveles, desde los encargados del manejo del fuego y los bomberos profesionales hasta los cuerpos comunitarios de bomberos voluntarios.

Figura 16. El ciclo continuo de manejo adaptativo. Se desarrollan planes y estrategias usando el conocimiento actual. Los planes se implementan y se monitorean sus acciones. La retroalimentación de las tendencias observadas en el monitoreo, además de la evaluación de los conocimientos nuevos que se desarrollan en otras partes, se incorporan a las revisiones del plan y a las acciones nuevas. (De Kaufmann *et al.* 2003)



Existe una amplia variedad de recursos tecnológicos disponibles que pueden ayudar en la preparación, la planificación de respuestas y las operaciones de supresión de incendios. Sin embargo, demasiado a menudo, los gobiernos y los ciudadanos simplemente reaccionan a los grandes incendios que son manejados a escala nacional como emergencias para proteger a las personas y los recursos de un desastre en curso. Los medios de comunicación refuerzan estas percepciones y reacciones, por lo que las respuestas se ven dictadas por los eventos. Inmediatamente después del incendio, se asignan enormes sumas de dinero a los esfuerzos de supresión y recuperación y, frecuentemente, parte de este dinero se destina a la compra de equipo de supresión y detección muy sofisticado y caro, como aviones cisterna, camiones cisterna y helicópteros. Durante los intervalos sin grandes incendios que atraigan la atención de los medios de comunicación, el interés decrece y los recursos disminuyen. El proceso se repite cuando ocurre el próximo incendio.

A pesar de que los equipos y las infraestructuras sofisticados son útiles en la detección y supresión de incendios, un enfoque más integral a la preparación y el manejo de incendios debe encarar los incendios no como eventos sino como regímenes (Gill *et al.* 2002). Un enfoque basado en el régimen toma las condiciones actuales y los resultados deseados como el resultado de una serie de eventos que ya han ocurrido y que probablemente se repetirán a lo largo del tiempo. En vez de responder a los eventos como emergencias y, en el período inmediatamente posterior a un incendio, gastar fondos de emergencia en herramientas que podrían haber sido útiles durante el evento, un enfoque basado en el régimen se centraría en los efectos

cumulativos de las acciones anteriores, los factores existentes y los ambientes cambiantes y llevaría a cabo continuamente acciones de mitigación para reducir la intensidad y/o los impactos de cada evento individual. Estas acciones de mitigación, entre las que se encuentran las quemas de mantenimiento del ecosistema, las actividades de reducción de combustible, los programas de manejo del fuego a nivel de la comunidad y los cuerpos de bomberos comunitarios, pueden adaptar las actividades de prevención, supresión y uso del fuego a las condiciones, las necesidades y la disponibilidad de recursos locales.

7. Restauración, recuperación y mantenimiento

La recuperación después de los incendios puede ser vista como una respuesta al evento o como una acción de mantenimiento del régimen a largo plazo en la que, de hecho, el manejo impone restricciones para contener potenciales episodios extremos, limitando las situaciones que requieren asistencia comunitaria de emergencia y esfuerzos agresivos de recuperación del ecosistema. Existen muchos casos en los cuales, después de un incendio, se invierten considerables esfuerzos y fondos para la construcción y mantenimiento de viveros de árboles y para la implementación de proyectos de plantación y resiembra, cuando el ecosistema es capaz de recuperarse por sí mismo si se mantiene libre de incendios por un tiempo suficiente. En estos casos, sería mejor dirigir los esfuerzos a reducir la probabilidad de incendios adicionales. La tala de recuperación es otra respuesta al incendio que debe ser evaluada en el contexto de las respuestas del ecosistema y de las necesidades de la comunidad.

8. Manejo adaptativo, investigación y transferencia de información

El diseño y el manejo de regímenes de fuego ecológicamente adecuados que beneficien tanto a las personas como a la naturaleza requieren el desarrollo de metas de manejo del fuego. La sociedad ha creado áreas naturales protegidas, parques nacionales y reservas forestales porque éstas contienen algo de valor, incluyendo productos y servicios necesarios. Estos productos y servicios son los “elementos” de conservación. Ellos pueden requerir fuego, ser sensibles a éste o tolerar sólo cierto tipo de incendios o regímenes de fuego específicos. Dado que estas áreas protegidas tienen algo de valor que la gente quiere restaurar, mantener o mejorar y que estas cosas o procesos están afectados por el fuego, se deben establecer metas de manejo del fuego para estos elementos.

Las metas deben basarse tanto en el conocimiento como en las deducciones acerca del estado actual, los ciclos biológicos, los requisitos de hábitat, la producción sostenible y la dinámica del fuego de los elementos de conservación, dentro del contexto del ambiente en constante cambio en el cual ocurren. Dado que las acciones de manejo se basan en deducciones sobre los elementos y no en un conocimiento completo, estas acciones de manejo deben ser monitoreadas. Las acciones de manejo futuras deben estar dictadas por la retroalimentación de las tendencias observadas en el monitoreo y por los nuevos conocimientos. Esto se conoce como *manejo adaptativo* (figura 16).

Para que el manejo adaptativo sea influyente y eficaz más allá de un área de conservación o de un sitio específico, las historias de éxito, las lecciones aprendidas y las nuevas

herramientas desarrolladas en un lugar deben ser traducidas y diseminadas a otros sitios y adaptadas a las nuevas situaciones. Los modos tradicionales de transferencia de tecnología, tales como las revistas profesionales, los manuales, las conferencias, los cursos de capacitación y los sitios de Internet continuarán siendo importantes. No obstante, la escasez de artículos científicos y técnicos y de cursos de capacitación en idiomas locales es un enorme obstáculo para la comprensión de la función del fuego en los ecosistemas y para la capacidad de integrar los conocimientos sobre combustibles, comportamiento del fuego y técnicas de manejo del fuego en muchos países. Además, las universidades y las escuelas técnicas deben ser una fuente de innovación, para que nuevos conceptos y nuevas aplicaciones en materia del fuego sean continuamente suministrados a los organismos, a las organizaciones y a las comunidades.

Una herramienta que se ha mostrado eficaz en la transferencia de información y tecnología es la red de aprendizaje estructurada. The Nature Conservancy, en colaboración con organismos encargados del manejo del fuego y otros socios, está usando *redes de aprendizaje para el manejo del fuego* en América Latina, el Caribe y los Estados Unidos como un mecanismo para unir eficientemente las fuerzas de los participantes con el fin de alcanzar las metas comunes en el manejo del fuego, reuniendo a personas diferentes tanto para identificar necesidades, problemas y obstáculos a la implementación de un manejo eficaz del fuego comunes, como para desarrollar y probar estrategias que tienen posibilidades de éxito en diferentes áreas de paisaje (figura 17). Por medio de la síntesis y del intercambio de experiencias, las redes de aprendizaje no sólo comunican los conocimientos



Figura 17. Las redes de aprendizaje para el manejo del fuego consisten en proyectos de conservación con amenazas de incendios y problemas de manejo del fuego similares. Los participantes se reúnen con expertos en manejo del fuego, encargados de tomar decisiones y científicos en talleres facilitados, cursos de capacitación, intercambios, programas de mentoría y visitas de estudio, y se mantienen conectados a través del Internet. El proceso acelera el aprendizaje de los conceptos del Manejo Integral del Fuego y del desarrollo e implementación de los planes de manejo del fuego que producen resultados de conservación tangibles. Mediante talleres y programas locales, los miembros interesados de la comunidad se integran al proceso y pueden asumir el liderazgo en la implementación de algunas estrategias.

existentes, sino que también crean nuevos conocimientos a medida que las experiencias y las ideas se adaptan a las situaciones locales.

A través de talleres facilitados, evaluaciones del sitio, programas de mentoría e intercambio, grupos de debate en Internet, sitios de Internet y boletines electrónicos, los participantes de las redes de aprendizaje tienen acceso a los últimos adelantos de la ciencia y a las mejores opciones en materia de manejo. Los participantes son guiados a lo largo de un proceso de identificación de las amenazas relacionadas con el fuego por medio de modelos ecológicos conceptuales y diagramas de situación que describen las relaciones ecológicas y sociales que afectan al fuego y que son afectadas por éste, identificando las condiciones futuras deseadas y las metas de manejo del fuego así como diseñando estrategias integrales, es decir, un manejo integral del fuego ecológicamente y socialmente adecuado, para alcanzar estas condiciones (véase www.tncfire.org/usfln y www.tncfire.org).

Las Redes Regionales de Incendios Forestales fomentadas en todo el mundo por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Centro Mundial del Monitoreo de Incendios son otro foro para el intercambio de información y la cooperación internacional (véase www.gfmc.org).

Enfoques para el manejo integral del fuego

La diversidad de las respuestas de los ecosistemas al fuego y las diversas percepciones culturales y realidades económicas de personas que obtienen su sustento de estos ecosistemas, junto con el estado y la tendencia de la alteración del régimen del fuego, apuntan a la necesidad de enfoques de manejo del fuego flexibles y multifacéticos. Si se le añade a esto la capacidad actual, o la falta de capacidad, de los gobiernos y de la sociedad de

Recuadro 3. Enfoques para el manejo del fuego

1. Comprender la función del fuego en el ecosistema que se maneja y la influencia que los cambios en el régimen del fuego tienen sobre características clave del ecosistema y sobre los valores de conservación.
2. Documentar, promover y, donde sea necesario, modificar los aspectos beneficiosos del uso tradicional del fuego, y desarrollar conocimientos, capacidad y tecnología para aplicar el fuego de manera segura donde sea necesario.
3. Reducir la incidencia de las igniciones de origen humano en lugares donde mucho fuego es un problema, utilizando programas educativos a nivel de la comunidad, que incluyan incentivos, el desarrollo de las capacidades y la capacitación, ya sea para reducir la necesidad de las quemaduras y/o para reducir la probabilidad de que las quemaduras necesarias escapen al control.
4. Desarrollar leyes y políticas que disminuyan las restricciones al uso de quemaduras prescritas y que proporcionen mecanismos para reducir la responsabilidad por las quemaduras prescritas que escapan al control y los costos del seguro para los organismos y los propietarios de tierras por ese concepto.
5. Desarrollar e implementar herramientas y procedimientos de detección, predicción y respuesta adecuadas y eficaces en relación a los costos, a fin de responder a los inevitables incendios no deseados y manejarlos para minimizar los impactos; y proporcionar, a la vez, un método para aprovechar los beneficios potenciales que puedan presentar.
6. Promover programas tales como los pagos por servicios ambientales a los propietarios privados y a los poseedores de las tierras comunales por el mantenimiento de regímenes de fuego adecuados mediante la ubicación sensata de las quemaduras prescritas y de los cortafuegos y, donde sea apropiado, apoyar a los cuerpos de bomberos comunitarios para que puedan luchar contra los incendios y llevar a cabo las quemaduras prescritas.
7. Vincular a los programas de manejo del fuego a nivel de la comunidad con las iniciativas de reducción de la pobreza, la seguridad alimentaria y el bienestar humano.
8. Obtener aceptación y apoyo de las comunidades locales que viven y trabajan en áreas de conservación dependientes del fuego y en sus zonas aledañas para que trabajen con el personal del área a fin de aprovechar, y quizás modificar, las quemaduras que realizan, con el fin de cumplir mejor con las metas de conservación.
9. Promover el mensaje de “las dos caras del fuego”, es decir, incendios buenos versus incendios malos, en vez de las campañas típicas de “prevención de todos los incendios”. En los ecosistemas dependientes del fuego, los incendios buenos son aquellos que caen dentro de un rango adecuado para el régimen de fuego que mantiene el ecosistema deseado pero causa poco o ningún daño económico o pérdida. Los incendios buenos en los ecosistemas sensibles al fuego incluyen las quemaduras agrícolas necesarias que se mantienen bajo control. Los programas de manejo del fuego a nivel de la comunidad pueden proporcionar herramientas y conocimientos para limitar las quemaduras agrícolas que escapan al control.
10. Incorporar información ecológica y el marco del Manejo Integral del Fuego a los planes de estudio sobre el fuego y a los programas de capacitación.

hacer frente a las amenazas relacionadas con el fuego, se obtiene un escenario descorazonador —un escenario de paisajes degradados, daños costosos, niveles de vida decrecientes y salud humana en deterioro.

¿Cuáles son algunos de los enfoques (recuadro 3) que pueden ayudar a los países y a los encargados del manejo de tierras a implementar el Manejo Integral del Fuego y a mitigar las amenazas relacionadas con el fuego? Uno de los enfoques más importantes es la conexión de la ecología del fuego con el manejo del fuego. Otro es la necesidad de comprender las causas subyacentes a los problemas del fuego. La combinación de la ecología del fuego y las causas socioeconómicas de la mayoría de los incendios con las técnicas de manejo del fuego multiplica la efectividad potencial de este último y limita la posibilidad de que las acciones de manejo del fuego actúen de manera no compatible con las necesidades de la sociedad y del medio ambiente. De esta manera, el manejo del fuego se torna mucho más poderoso, solucionando problemas en vez de simplemente prepararse para los incendios y responder a ellos.

Todos los lugares necesitan planes de Manejo Integral del Fuego que incorporen los problemas ecológicos y socioeconómicos e identifiquen los obstáculos. Los planes pueden elaborarse en múltiples escalas, desde el nivel de las comunidades o áreas protegidas hasta el país entero. Muchos organismos gubernamentales encargados del manejo del fuego se centran únicamente en la “protección contra el fuego”, es decir, en la prevención y la supresión. Muchos son reacios a ampliar su mandato para abarcar el amplio espectro de las decisiones y tecnologías del manejo del fuego. No quieren convertirse en organizaciones dedicadas al manejo del fuego, y mucho menos incorporar conceptos ecológicos y sociales y tratar de alcanzar metas ecológicas. Si no se consideran los beneficios del uso del fuego y se comprenden las tecnologías relacionadas, se impide que los organismos comprendan todo el potencial del Manejo Integral del Fuego con sus conexiones ecológicas y socioeconómicas.

En los lugares donde los organismos gubernamentales con responsabilidades contra incendios no pueden organizarse para el manejo integral del fuego con todos los elementos o componentes necesarios, es posible crear las conexiones formando grupos de trabajo o comisiones entre múltiples organismos o consejos para el manejo del fuego que incluyan a las comunidades y a las organizaciones no gubernamentales. Estas entidades pueden desarrollar un marco institucional a escala local, nacional y multinacional que adopte un amplio enfoque integral del manejo del fuego y que tome en

cuenta la diversidad de tipos de vegetación y las necesidades de la comunidad, en lugar de enfocarse, estrechamente, en la prevención y supresión de incendios en vegetación de bosques, o en la simple respuesta a éstos. El marco institucional debe tener la capacidad de desarrollar una *política nacional del fuego* o un *plan nacional para el manejo del fuego* que integre a los variados componentes ecológicos, económicos y sociales regionales del fuego y que asegure que estas políticas sean implementadas. También debe incorporar estos nuevos enfoques a los planes de estudio y de capacitación.

Conclusión

En este trabajo he descrito lo que creo que es un marco útil para encarar a los problemas del fuego, independientemente del tipo de medio ambiente y de la capacidad económica para desarrollar e implementar estrategias adecuadas. El propósito del Manejo Integral del Fuego es reducir las amenazas planteadas por el fuego tanto al sustento de las personas como a la biodiversidad, a la vez que se reconoce y se mantiene el papel importante del fuego en muchos ecosistemas y economías. Este enfoque exige que comprendamos primero cómo un ecosistema responde positiva o negativamente al fuego antes de decidir si las personas están quemando mucho, muy poco o de manera tal que promueve el logro de los objetivos de conservación o que, por lo menos, es consistente con éstos. Luego, este enfoque pide que comprendamos las causas subyacentes a los incendios y cómo el fuego es integral al sustento de muchos pobladores rurales en todo el mundo. Las quemadas inadecuadas y los incendios forestales pueden ser vistos, entonces, como regímenes en cierta forma previsibles, que pueden ser manejados de manera eficaz y segura para cumplir con las metas específicas de conservación, tanto comunitarias como nacionales.

Referencias

- Armesto, J. J., y J. R. Gutiérrez. 1978. El efecto del fuego en la estructura de la vegetación de Chile central. *Anales del Museo de Historia Natural* 11:43-48.
- Bond, W. J., C. J. Geldenhuys, T. M. Everson, C. S. Everson y M. F. Calvin. 2004. Fire ecology: characteristics of some important biomes of Sub-Saharan Africa. En: J. G. Goldammer y C. de Ronde (eds). *Wildland Fire Management Handbook for Sub-Saharan Africa*. Global Fire Monitoring Center, Frieberg, Alemania.
- Brenner, J., y D. Wade. 2003. Florida's revised prescribed fire law: protection for responsible burners. Págs. 132-136. En: K. Galley, R. Klinger y N. Sugihara (eds.). *Proceedings of Fire Conference 2000*. Tall Timbers Research Station Miscellaneous Publication No. 13. Tallahassee, Florida, Estados Unidos.
- Bridge, S. R. J., K. Miyamishi y E. A. Johnson. 2005. A critical evaluation of fire suppression effects in the boreal forest of Ontario. *Forest Science* 51:41-50.
- Brown, J. K. 2000. Introduction and fire regimes. Págs. 1-8. En: J. K. Brown y J. Smith (eds.). *Wildland Fire in Ecosystems: Effects of Fire on Flora*. General USDA Forest Service Technical Report RMRS-GTR-24, Ogden, Utah, Estados Unidos.
- Cochrane, M. A. 2003. Fire science for rainforests. *Nature* 421:913-919.
- Cochrane, M. A. 2002. *Se extienden como un reguero de pólvora: Incendios en bosques tropicales en América Latina y el Caribe: Prevención, evaluación y alerta temprana*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Ciudad de México, México. También: <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc14514/doc14514-contenido.pdf>
- Cochrane, M. A. 2001. Synergistic interactions between habitat fragmentation and fire in tropical forests. *Conservation Biology* 15:1515-1521.
- Cochrane, M. A., y W. F. Laurance. 2002. Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests. *Journal of Tropical Ecology* 18:311-325.
- D'Antonio, C. M. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology & Systematics* 23:63-87.
- Espinosa, L. Y. 2001. *Apuntes de Dendrología*. Universidad Autónoma Chapingo, D.F. México.
- FAO. 2005. *Global Forest Resources Assessment: Progress Towards Sustainable Forest Management*. FAO Forestry Paper 147. Roma, Italia.
- FAO. 2003. *Wildland Fire Management Terminology*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO Forestry Paper 70, 257 p.
- Ganz, D., y P. Moore. 2002. Living with fire: summary of *Communities in Flames* International Conference. Págs. 1-9. En: P. Moore, D. Ganz, L. C. Tan, T. Enters y P. B. Durst (eds.), *Communities in Flames: Proceedings of an International Conference on Community Involvement in Fire Management*. FAO, Bangkok, Tailandia.
- Gill, A. M., R. A. Bradstock y J. E. Williams. 2002. Fire regimes and biodiversity: legacy and vision. En: R. A. Bradstock, J. E. Williams y M. A. Gill (eds.). *Flammable Australia: The Fire Regimes and Biodiversity of a Continent*. Cambridge University Press, Reino Unido.
- Gill, A. M., y R. A. Bradstock. 1995. Extinction of biota by fires. Págs. 309-322. En: R. A. Bradstock, T. D. Auld, D. A. Keith, R. T. Kingsford, D. Lunney y D. P. Sivertsen (eds). *Conserving Biodiversity: Threats and Solutions*. Surrey, Beatty & Sons.
- Goldammer, J. G., P. Frost, M. Jurvelius, E. Kammigna y T. Kruger. 2004. Community participation in integrated forest fire management: some experiences from Africa. En: J. G. Goldammer y C. de Ronde (eds). *Wildland Fire Management Handbook for Sub-Saharan Africa*. Global Fire Monitoring Center, Frieberg, Alemania.
- Goldammer, J. G., P. Frost, M. Jurvelius, E. M. Kamminga, T. Kruger, S. I. Moody y M. Pogeyed. 2002. Community participation in integrated forest fire management: experiences from Africa, Asia and Europe. Págs. 32-52. En: P. Moore, D. Ganz, L. C. Tan, T. Enters y P. B. Durst (eds.), *Communities in Flames: Proceedings of an International Conference on Community Involvement in Fire Management*. FAO, Bangkok, Tailandia.
- Hardesty, J., R. L. Myers y W. Fulks. 2005. Fire, ecosystems, and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. *The George Wright Forum* 22:78-87.
- Hoffman, A., P. Moore, D. Simorangkir y N. Haase. 2003. *Fires in South East Asia: Analysis, Insights and Ideas from Project FireFight*. Project FireFight, Bogor, Indonesia.
- Horn, S. P. 1998. Fire management and natural landscapes in the Chirripó páramo, Chirripó National Park, Costa Rica. En: K. S. Zimmerman y K. R. Young (eds.). *Nature's Geography: New Lessons from Conservation in Developing Countries*. University of Wisconsin Press, Madison, WI.

- Horn, S. P. 2005. Dinámica de la vegetación después de fuegos recientes en los páramos de Buenavista y Chirripó, Costa Rica. Págs. 631-656. En: M. Kappelle y S. Horn. *Páramos de Costa Rica*. INBio, Costa Rica.
- Horn, S. P., K. H. Orvis, L. M. Kennedy y G. M. Clark. 2000. Prehistoric fires in the highlands of the Dominican Republic: Evidence from charcoal in soils and sediments. *Caribbean Journal of Science* 36:10-18.
- Johnson, E. A., K. Miyanishi y S. R. J. Bridge. 2001. Wildfire regime in the boreal forest and the idea of suppression and fuel buildup. *Conservation Biology* 15:1554-1557.
- Kaufmann, M. R., A. Shlisky y B. Kent. 2003. Integrating scientific knowledge into social and economic decisions for ecologically sound fire and restoration management. *Proceedings 3rd International Wildland Fire Conference and Exhibition*. Sydney, Australia.
- Keeley, J. E. 2001. Fire and invasive species in Mediterranean climate ecosystems of California. Págs. 81-94. En K. Galley y T. Wilson, (eds.). *Tall Timbers Research Station Miscellaneous Publication No. 11*. Tallahassee, Florida, Estados Unidos.
- Keeley, J. E., y C. J. Fotheringham. 2003. Impact of past, present and future fire regimes on North American Mediterranean shrublands. Págs. 218-262. En: T. T. Veblen, W. L. Baker, G. Montenegro y T. W. Swetnam (eds.). *Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western Americas*. Springer, New York, Nueva York, Estados Unidos.
- Kellman, M., y J. Meave. 1997. Fire in the tropical gallery forests of Belize. *Journal of Biogeography* 24:23-34.
- Keith, D. A., J. E. Williams y J. C. Z. Woinarski. 2002. Fire management and biodiversity conservation: key approaches and principles. Págs. 401-425. En: R. A. Bradstock, J. E. Williams y M. A. Gill (eds.). *Flammable Australia: The Fire Regimes and Biodiversity of a Continent*. Cambridge University Press, Reino Unido.
- Komarek, E. V. 1971. Lightning and fire ecology in Africa. *Proceedings Tall Timbers Fire Ecology Conference* 11:473-511.
- Kowal, N. E. 1966. Shifting cultivation, fire, and pine forest in the Cordillera Central, Luzon, Philippines. *Ecological Monographs* 36:389-419.
- Lewis, H. 1989. Ecological and technological knowledge of fire: aborigines versus park rangers in northern Australia. *American Anthropologist* 91:940-961.
- McPherson, G. R. 1997. *Ecology and Management of North American Savannas*. The University of Arizona Press, Tucson, AZ, USA.
- Minnich, R. A., y Y. H. Chou. 1997. Wildland fire patch dynamics in the chaparral of southern California and northern Baja California. *International Journal of Wildland Fire* 7:221-248.
- Miranda, H. S., M. M. C. Bustamante y A. C. Miranda. 2002. The Fire Factor. En: P. S. Oliveira y R. J. Marquis (eds.). *The Cerrados of Brazil—Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press, Nueva York.
- Montenegro, G., R. Ginocchio, A. Segura, J. E. Keely y M. Gómez. 2004. Fire regimes and vegetation responses in two Mediterranean-climate regions. *Revista Chilena de Historia Natural* 77:455-464.
- Moore, P. F., J. Hardesty, S. Kelleher, S. Maginnis y R. Myers. 2003. Forests and wildfires: fixing the future by avoiding the past. *XII World Forestry Congress*. Quebec City, Canadá.
- Morrison, J. H., y P. M. Cooke. 2003. Caring for country: indigenous people managing country using fire, with particular emphasis on Northern Australia. *Abstract in: 3rd International Wildland Fire Conference*. Pág. 67.
- Myers, R. L. 2006. Forests and fires: toward an integrated approach to fire management in the Caribbean. En: P. L. Weaver y K. A. Gonzalez (eds.). *Wildland Fire Management & Restoration. Proceedings of the Twelfth Meeting of Caribbean Foresters*. USDA Forest Service International Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico.
- Myers, R. L. 2000. Fire in tropical and subtropical ecosystems. Págs. 161-173. En: J. K. Brown y J. Smith (eds.). *Wildland Fire in Ecosystems: Effects of Fire on Flora*. General USDA Forest Service Technical Report RMRS-GTR-24, Ogden, Utah, Estados Unidos.
- Myers, R. L. 1990. Palm Swamps. En: A. E. Lugo, M. Brinson y S. Brown (eds.). *Forested Wetlands: Ecosystems of the World* 15. Elsevier Press, Amsterdam.
- Myers, R. L. 1985. Fire and the dynamic relationship between Florida sandhill and sand pine scrub vegetation. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 112:241-252.
- Myers, R. L., J. O'Brien y S. Morrison. 2006. *Fire Management Overview of the Caribbean Pine (Pinus caribaea. var. hondurensis) Savannas of the Mosquitia, Honduras*. Global Fire Initiative Misc. Technical Report 2006-1. The Nature Conservancy.

Referencias

- Myers, R. L., D. Wade y C. Bergh. 2004a. *Fire Management Assessment of the Caribbean Pine (Pinus caribaea) Forest Ecosystems on Andros and Abaco Islands, Bahamas*. Global Fire Initiative Misc. Technical Report 2004-2. The Nature Conservancy
- Myers, R. L., J. O'Brien, D. Mehlman y C. Bergh. 2004b. *Evaluación del Manejo del Fuego en los Ecosistemas de Tierras Altas de la República Dominicana*. Global Fire Initiative Misc. Technical Report 2004-2. The Nature Conservancy.
- National Commission on Wildfire Disasters. 1995. *Report of the National Commission on Wildfire Disasters*. Washington, DC.
- Richardson, D. M., y P. W. Rundel. 1998. Ecology and biogeography of *Pinus*: an introduction. En: D. M. Richardson (ed.), *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Rodríguez, I. 2004. Conocimiento indígena vs científico: El conflicto por el uso del fuego en el Parque Nacional Canaima, Venezuela. *Interciencia* 29:121-129.
- Rodríguez-Trejo, D. A. 2006. Nuevos horizontes en el manejo del fuego. *México Forestal-Revista Electrónica de la Comisión Nacional Forestal*. No. 43. www.mexicoforestal.gob.mx/editorial.php?id=23
- Rodríguez-Trejo, D. A., y P. Z. Fulé. 2003. Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal. *International Journal of Wildland Fire* 12:23-37.
- Rowell, A., y P. F. Moore. 2000. *Global Review of Forest Fires*. WWF/IUCN, Gland, Suiza.
- Russell-Smith, J., y P. Stanton. 2002. Fire regimes and fire management of rainforest communities across northern Australia. Págs. 329-350. En: R. Bradstock, J. Williams y M. Gill (eds.). *Flammable Australia: The Fire Regimes and Biodiversity of a Continent*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Sheldon, T. 2006. Canada's fire management strategy. *Primer Taller Internacional sobre el Manejo de Fuego*. Pinar del Río, Cuba.
- Snook, L. 1993. *Stand Dynamics of Mahogany (Swietenia macrophylla King) and Associated Species After Fire and Hurricanes in Tropical Forests of the Yucatán Peninsula*. Tesis doctoral. Yale University, New Haven, CT.
- Stolton, S., y N. Dudley (eds). 2003. Future fires: perpetuating problems of the past *Aborvitae*. WWF/IUCN Gland, Suiza.
- Suyanto, S., G. Applegate, R. P. Permana, N. Khususiyah y I. Kurniawan. 2004. The role of fire in changing land use and livelihoods in Riau-Sumatra. *Ecology and Society* 9(1): 15. [en línea] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art15/>
- USDA Forest Service. 2000. *Protecting People and Sustaining Resources in Fire-Adapted Ecosystems: A Cohesive Strategy*. General Accounting Office Report GAO/RCED-99-65. Washington, DC.
- Vélez, R. 2005. *Community Based Fire Management in Spain*. FAO Working Paper FFM/4/E. Roma, Italia.
- Zavala Chávez, F. 2003. *Identificación de Encinos de México*. Universidad Autónoma Chapingo, D.F. México.



Fotos:

Imagen de la portada: Los incendios iniciados por chagras (campesinos andinos) para renovar los pastos de forraje favorecen al páramo en Ecuador a costa de la especie *Polylepis* que domina a los bosques enanos de los Andes.
© Pete Oxford/Minden Pictures

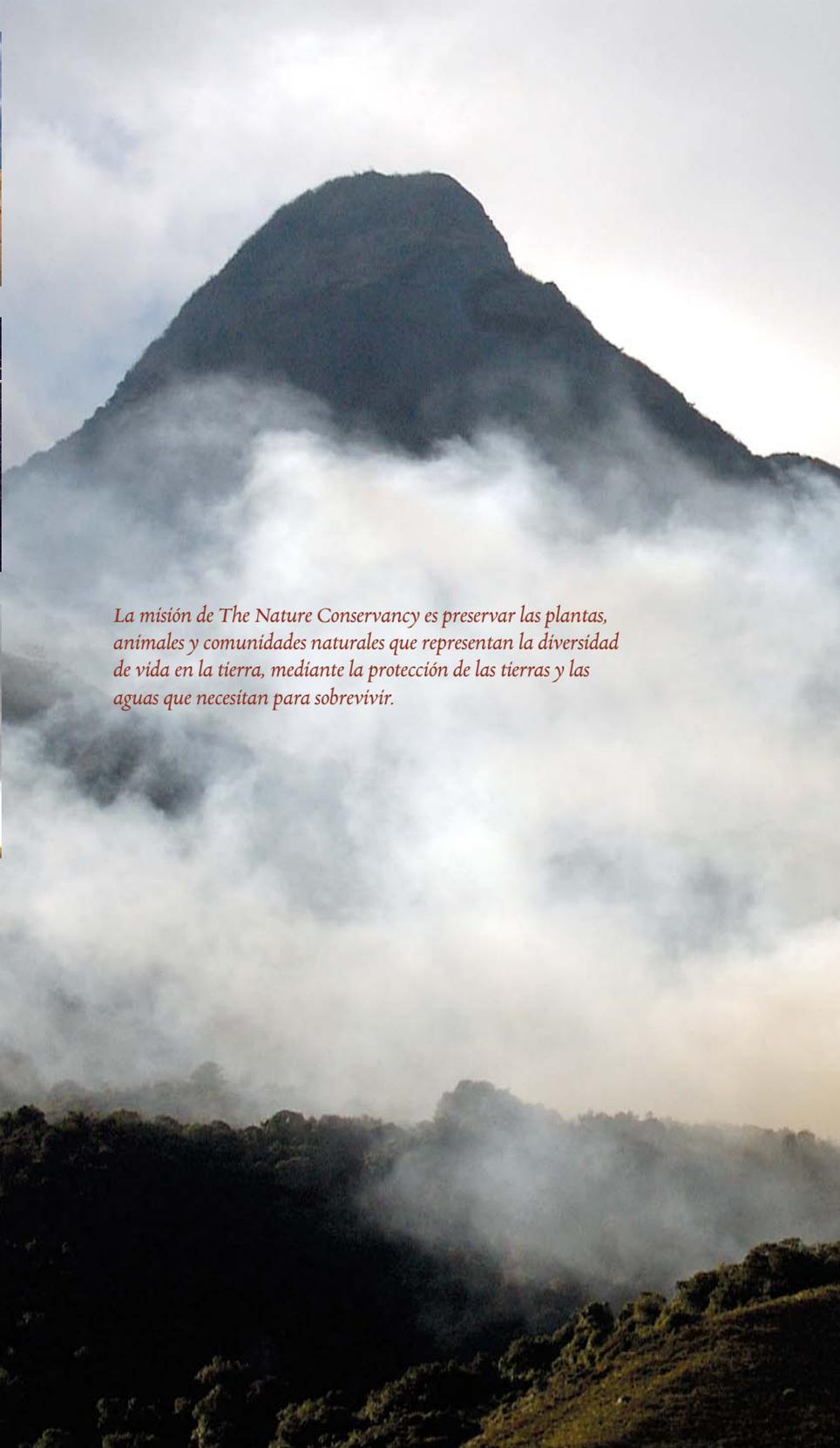
Contraportada, arriba: El Cerrado de Brasil, que en una época cubría el 22% del país o 2 millones de kilómetros cuadrados, es un mosaico de sabana y matorral moldeado por una variedad de regímenes de fuego.
© Tui De Roy/Minden Pictures

Contraportada, centro: Agricultura tradicional (tavy) en Madagascar.
© Frans Lanting/Minden Pictures

Contraportada, abajo: Quema para ayudar a arrear el ganado durante el arreo de ganado anual en el páramo del norte andino, en Ecuador. El páramo es un ecosistema dependiente del fuego, pero aún no se conoce bien cuál es el régimen de fuego ecológicamente adecuado.
© Pete Oxford/Minden Pictures

Interior de la portada: Agricultura de tala y quema en el este de Bolivia.
© Carlos Pinto

Interior de la contraportada: Quema prescrita en la sabana de pino caribe dependiente del fuego en Belice, América Central © Ron Myers



La misión de The Nature Conservancy es preservar las plantas, animales y comunidades naturales que representan la diversidad de vida en la tierra, mediante la protección de las tierras y las aguas que necesitan para sobrevivir.