

## 5. Medidas de adaptación al cambio climático

Este capítulo se sustenta en las conclusiones de los capítulos anteriores, especialmente en aquellas que pudieran aportar soluciones viables. ¿Cómo se podría adaptar a condiciones cambiantes el manejo de la vida silvestre y la planeación del uso de la tierra y, a la vez, mantener la sostenibilidad? Entre las herramientas posibles están la revisión de las leyes, regulaciones, políticas y planes de manejo, el monitoreo a largo plazo y los informes de control de las especies indicadoras (plantas y animales), el manejo adaptativo, la cooperación transfronteriza, la participación de los pobladores locales, el cumplimiento de acuerdos internacionales, etc. La adopción de tales herramientas y enfoques es particularmente importante en donde se esperan severas implicaciones negativas del cambio climático sobre el bienestar humano y los medios de vida. Sin embargo, se deben usar dentro del contexto de una estrategia realista de lo que se puede alcanzar y cuándo.

En el caso del cambio climático, prevenir es, por supuesto, mejor que curar; ya se han definido algunos pasos urgentes para reducir el cambio climático, sin embargo, siguen siendo difíciles de alcanzar. El cambio climático ya empezó y, a medida que las temperaturas globales sigan aumentando, será necesario desarrollar estrategias para conservar especies y hábitats incapaces de adaptarse al cambio climático.

Las respuestas de la vida silvestre a los desafíos del cambio climático pueden ser de cuatro categorías principales:

- Mantenimiento de ecosistemas actuales, cuando sea posible
- Adaptación del manejo para enfrentar el cambio climático
- Restauración de ecosistemas dañados o cambiantes
- Adopción de enfoques para paisajes marinos o terrestres

### 5.1 MANTENIMIENTO DE LOS ECOSISTEMAS ACTUALES

Cada vez hay más evidencia de que los ecosistemas grandes, saludables e intactos son más capaces de soportar el cambio climático (p.ej., Noss, 2001, para bosques). Además, los ecosistemas altamente diversos son probablemente más resilientes ante los cambios ambientales rápidos (Thompson *et al.* 2009). También se reconoce que los ecosistemas que tienen mayores posibilidades de mantener su forma actual son aquellos ubicados en los llamados “refugios climáticos”—áreas que por razones meteorológicas, geográficas, geológicas e históricas serán poco afectados por el cambio climático.

El mantenimiento de los ecosistemas actuales implica el fortalecimiento, expansión y, en algunos casos, la afinación de las redes mundiales de áreas protegidas para que se enfoquen en el mantenimiento de grandes bloques de

hábitats intactos, con especial énfasis en los refugios climáticos. La investigación sugiere que, en comparación con otros enfoques, las áreas protegidas son herramientas eficaces para mantener los ecosistemas y pueden desempeñar un papel fundamental en la protección de la vida silvestre ante el cambio climático. Además, esas áreas ayudan con el secuestro de carbono al conservar la vegetación natural y ofrecen muchos de los servicios ecosistémicos que las comunidades humanas necesitan para resistir un clima rápidamente cambiante, como la mitigación de desastres naturales, la provisión de agua potable y el mantenimiento de los suelos (Dudley *et al.* 2010).

Muchos autores han recomendado que se aumente el número y tamaño de las reservas, como un medio para garantizar una mayor diversidad de hábitats y una mayor probabilidad de persistencia de las especies ante un clima cambiante (Lawler *et al.* 2009; Noss, 2001). Es importante que se integren modelos de cambio climático al diseño y ubicación de las áreas protegidas para asegurarse de que serán capaces de proteger las especies a largo plazo (Lawler *et al.* 2009). La existencia de una mayor cantidad de reservas de mayor tamaño facilitará el uso de otras estrategias de adaptación propuestas, como la protección de refugios climáticos, el aumento de la conectividad y la reducción de presiones no climáticas en los bosques. Las reservas y las áreas protegidas también ofrecen beneficios importantes de valor recreativo y económico (Stolton y Dudley, 2010). Las estrategias de protección de los bosques y la biodiversidad ya probadas, como las reservas, son particularmente importantes en ecosistemas donde una alta sensibilidad al cambio climático, combinada con la conversión en el uso de la tierra, representa una amenaza particularmente aguda.

## 5.2 ADAPTACIÓN DEL MANEJO PARA ENFRENTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO

En muchos casos será necesario intervenir para salvaguardar la vida silvestre ante cambios acelerados. En esta sección se detalla una serie de posibles estrategias de manejo para enfrentar el cambio climático.

*Cambiar de lugar un área protegida.* Si se crea una reserva para proteger un cierto hábitat, y ese hábitat se mueve en respuesta a condiciones cambiantes, podría ser necesario que se extiendan los límites del área protegida en alguna dirección y liberar las áreas que ya no albergan al hábitat en cuestión (por ejemplo, mover un área costera protegida tierras adentro a medida que sube el nivel del mar, o un área montañosa protegida hacia las cumbres). Las comunidades que viven en la ruta hacia donde se mueve un área protegida, muy probablemente van a resistir a ese cambio, a menos que se les compense y se les entreguen nuevas tierras (los terrenos liberados podrían servir). Se reconoce que los desafíos prácticos de tal estrategia son desalentadores en la mayoría de los lugares. Los ecólogos también están considerando opciones como la reserva temporal de terrenos durante un periodo de algunos años o décadas para permitir la migración natural hacia hábitats más apropiados.

*Reubicación.* Si una barrera geográfica impide el movimiento natural de las especies como respuesta al cambio climático, podría ser necesario la reubicación de plantas y animales. Esto supone que haya un área apropiada que no esté ya ocupada por especies similares. Las experiencias con reubicaciones no siempre han sido exitosas: algunas (p.ej., para control biológico) resultaron en la dispersión de especies invasoras, por lo que ahora hay lineamientos estrictos para el movimiento de especies (p.ej., IUCN/SSC Reintroduction Specialist Group, 1998).

*Alimentación artificial.* A corto plazo, podría ser necesario ofrecer alimentos suplementarios y agua a poblaciones claves para mantener vivos a los animales hasta que se encuentre una solución más apropiada; por ejemplo, una sequía severa que provoca la muerte masiva de especies con una distribución limitada (Recuadro 2). Este tipo de intervención se ha practicado en la Reserva Natural Al-Talila (estepa Al Badia, República Árabe de Siria) para salvar al órice árabe (*Oryx leucoryx*) y la gacela árabe (*Gazella subgutturosa marica*; FAO, 2005b) y las poblaciones de hipopótamos que se salvaron con el alimento que recibieron durante los periodos de sequía en Kenia (Born Free Foundation, 2009) y Zimbabwe (Paolillo, 2011).

*Modificación de hábitats.* Si algunas plantas alimenticias que son básicas para la supervivencia de especies en particular empiezan a morir como resultado del cambio climático, el hábitat podría enriquecerse plantando otras plantas comestibles mejor adaptadas a las altas temperaturas. Debido a las sequías, también ha sido necesario abastecer de agua a los terrenos pantanosos, como se hizo en el Parque Nacional Keoladeo, en Rajasthan, India, aunque esta práctica pudiera ser controversial, si se toma agua necesaria para la agricultura.



EDGAR KAESLIN

Órices árabes (*Oryx leucoryx*) reciben agua y alimento en la Reserva Natural de Al-Talila, República Árabe de Siria

*Creación de hábitats.* En el peor de los escenarios –por ejemplo, donde un bosque húmedo es remplazado por condiciones áridas podría ser necesario intentar mover comunidades ecológicas enteras de especies de plantas, animales y hongos a sitios donde el cambio en los patrones de lluvia ha creado condiciones apropiadas. Algunas proyecciones indican que las precipitaciones podrían aumentar en el Sahel, África y partes de la Antártica y, aunque habrá gran presión por terrenos de cultivo para las poblaciones desplazadas, se podrían reservar algunas áreas para la reconstrucción de los ecosistemas.

### 5.3 RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS DAÑADOS O CAMBIANTES

El movimiento de los hábitats va mucho más allá de lo que normalmente se entiende por manejo. En un número cada vez mayor de lugares, la degradación de los ecosistemas ha llegado tan lejos que las respuestas de manejo requieren necesariamente de un enfoque de restauración en gran escala. El nuevo informe de evaluación rápida del PNUMA *Planeta muerto, planeta vivo* (Nellemann y Corcoran, 2010) ofrece varios ejemplos de restauración de ecosistemas, tales como la Iniciativa de Restauración de Manglares en África Occidental y la Restauración de Bosques de Mangle en el delta del Mekong. Ambas iniciativas buscan revertir la pérdida de bosques de manglares que protegen las tierras del interior de los eventos climáticos extremos, como tormentas y huracanes. Dado el papel clave que la restauración probablemente juegue en el manejo de la vida silvestre en el futuro, este tema se tratará exhaustivamente en esta sección.

#### 5.3.1 Restauración de los manglares

Los terrenos pantanosos tienen la reputación de ser peligrosos, malolientes y de poco valor hasta que se des sequen y conviertan en terrenos agrícolas u otros usos. Las preocupaciones por la pérdida de biodiversidad y el temor por los efectos acelerados y peligrosos del cambio climático han hecho, sin embargo, que se reconsidere su valor. En términos de los servicios de los ecosistemas, los pantanos y manglares tienen un valor enorme, ya que sirven como lugares de cría de muchas especies de peces y mariscos de valor comercial y ayudan a proteger los terrenos bajos contra las tormentas y tsunamis. Los humedales de agua dulce actúan como sistemas de filtración del agua y, en el caso de las turberas, como almacenes de enormes cantidades de carbono secuestrado a lo largo de milenios. En muchos lugares, al mejorarse la planificación del uso y restauración de estos importantes ecosistemas, se ha logrado reducir de manera significativa los problemas asociados con su destrucción y degradación.

En el 2004, el tsunami en el Océano Índico causó menos daño en las áreas donde había manglares saludables, pero la necesidad de madera para la reconstrucción después del fenómeno hizo que las amenazas para los bosques de manglar fueran más grandes que nunca. La restauración y protección de los manglares trae múltiples beneficios y servicios ecosistémicos, tales como el secuestro de carbono, el mejoramiento de los bancos de peces, la regulación del clima local (enfriamiento mediante la transpiración, sombra y protección contra los vientos), el control de



*Monos narigudos (Nasalis larvatus) en peligro de extinción se alimentan en los manglares costeros de Borneo.*

#### RECUADRO 19

#### La restauración de los manglares ayuda a la gente y a la fauna de la bahía Gazi, Kenia

Los manglares naturales de la bahía Gazi, en la costa sur de Kenia, han sido explotados por muchos años. En la década de 1970, la madera se usaba como combustible industrial y para postes de construcción. Entre 1991 y 1994, se iniciaron actividades experimentales de reforestación con la participación de las comunidades locales en la siembra de las plántulas. La comunidad local de pescadores se interesó en participar porque los recursos de los cuales dependían se estaban reduciendo de manera alarmante y empeoraban sus condiciones de vida. Los dueños de cabras estuvieron de acuerdo en no llevar sus animales a pastar a los sitios recién plantados y en amarrar a sus animales hasta que los árboles ya estuvieran bien establecidos (Bosire *et al.* 2004).

El estudio de Bosire *et al.* (2004) evaluó la riqueza de especies encontradas en los rodales reforestados, comparando el número de especies de cangrejos y peces presentes en las áreas regeneradas, en las áreas abiertas sin manglares y en las áreas relativamente poco disturbadas. Se encontró una mayor densidad de especies de cangrejos en los sitios reforestados, en comparación con los sitios naturales, aunque no se registró una diferencia significativa en la diversidad de especies de cangrejos entre sitios. Al comparar el número de especies entre sitios regenerados y áreas desnudas, sin embargo, se descubrió que los sitios reforestados habían reclutado nuevas especies.

La más alta densidad de infauna se halló en los sedimentos en los sitios reforestados, con nuevos taxones. La reforestación de los manglares ha permitido la recuperación de la funcionalidad del ecosistema en términos de provisión de hábitat para la fauna bentónica y especies de cangrejos. El área se ha empezado a manejar para el turismo, y las mujeres de las comunidades locales se han incorporado al proyecto *Mangrove Boardwalk*. Este proyecto permite a los visitantes disfrutar de una caminata de 300 m dentro del bosque de mangle y ofrece productos de la pesca para la venta (Bosire *et al.* 2004; Wahinya, 2010).



la erosión local (estabilización de laderas) y la protección a las costas (Mangroves for the Future Secretariat, 2010). A diferencia de otros hábitats, los manglares son relativamente fáciles de restaurar y ofrecen beneficios a corto plazo, tanto a las comunidades locales como distantes.

### 5.3.2 Restauración de las aguas continentales

Los drenajes, la contaminación, las represas en los cursos de agua para la irrigación y generación hidroeléctrica, las canalizaciones y la introducción de especies exóticas de peces han provocado grandes cambios en los cuerpos de agua dulce en todo el mundo. Muchos de estos cambios han provocado impactos directos en la fauna; otros han sido cuestionados por sus impactos potenciales en los seres humanos. Por ejemplo, las represas en las planicies naturales de inundación causan mayores inundaciones aguas abajo. La contaminación puede causar pérdidas catastróficas en las comunidades locales de peces.

La restauración puede abarcar desde el control de la contaminación hasta la eliminación de especies invasoras, el restablecimiento del cauce tradicional o de los patrones normales de flujo del agua y la reconstrucción total de las áreas de humedales. Si bien la restauración de una comunidad de agua dulce en su composición y funcionamiento exactos y originales es muy difícil –si no imposible, aun los cambios pequeños pueden hacer diferencias importantes en su capacidad de albergar la fauna silvestre.

Bajo las condiciones del cambio climático, algunas autoridades locales proponen que se abandonen ciertas áreas de tierras bajas a la inundación estacional o al efecto de las mareas, con lo que se tendría un espacio disponible que podría beneficiar a la fauna. Además, la restauración de las planicies naturales de inundación y de ecosistemas de agua dulce puede reducir los costos del control de las inundaciones, a la vez que se restauran los hábitats para las aves acuáticas y las especies de agua dulce. También puede reducir los costos de purificación del agua para uso doméstico, ya que esas planicies funcionan como un filtro natural (Bergkamp *et al.* 2003).



NIGEL DUDLEY

*Eliminación del jacinto acuático común (Eichhornia crassipes), una especie nativa de la Amazonia, en el Parque Nacional Keoladeo, Rajastán, India.*

RECUADRO 20  
**La restauración de humedales empodera a las poblaciones**

Con sus lluvias abundantes y terrenos ondulados, Ruanda genera buena parte de su electricidad por medio de estaciones hidroeléctricas. El 90 por ciento de la electricidad se produce en dos estaciones: Ntaruka y Mukungwa. La primera es alimentada por el agua del lago Bulera que fluye hacia el lago Ruhondo, ambos alimentados por los humedales de Rugezi. Estos humedales son el único sitio Ramsar de importancia internacional de Ruanda, según la Convención de Humedales de Importancia Internacional) y albergan la población probablemente más grande del mundo del zarzalero de Grauer (*Bradypterus graueri*). Esta cuenca abarca una de las áreas más densamente pobladas del África rural, con más de 500 personas por kilómetro cuadrado que a duras penas subsisten de la tierra (Hove, Parry y Lujara, 2011).

Entre el 2003-2004, el país sufrió una seria reducción del potencial hidroeléctrico al bajar los niveles del agua; la estación hidroeléctrica de Ntaruka solo podía hacer funcionar una de sus tres turbinas. Al reducirse la producción de electricidad, el Gobierno de Ruanda trató de remediar el desabastecimiento mediante generadores que funcionaban con combustibles importados y transportados por carretera desde la costa de África oriental –con un costo de más de 65 000 USD diarios; en ese tiempo, la electricidad de Ruanda era de las más caras del mundo. Por otra parte, el manto acuífero tan delgado afectó a las comunidades de pescadores locales y la pérdida de suelos por erosión dañó las fincas en laderas con pendiente fuerte, lo que aumentó la turbidez del agua (Hove, Parry y Lujara, 2011).

La crisis energética impulsó al Gobierno de la República de Ruanda a elaborar una Política Ambiental Nacional: se prohibieron todas las actividades agrícolas y de irrigación en los humedales de Rugezi y se rellenaron las zanjas de irrigación pero, al mismo tiempo, se brindó capacitación y apoyo a los campesinos sobre protección de la cuenca. Esta ayuda incluía iniciativas para el control de la erosión, como el establecimiento de franjas de bambú y pastos alrededor de los humedales, y de árboles en el contorno de las colinas y la distribución de estufas ahorradoras para reducir la demanda por leña y carbón (Hove, Parry y Lujara, 2011).

En la actualidad, ya se ha restablecido la capacidad hídrica del lago Bulera y la planta hidroeléctrica está funcionando a plena capacidad. La pérdida de biodiversidad se ha detenido y los pobladores se benefician con la restauración del sistema de varias maneras: la pesca en el lago ha mejorado, se tiene agua más limpia, el turismo ha aumentado y ofrece nuevas oportunidades de empleo y capacitación. La Red Mundial de Humedales otorgó a Ruanda en el 2010, el premio Globo Verde por la restauración de los humedales Rugezi-Bulera-Ruhondo (Kagire, 2010), en reconocimiento a la importancia del ecosistema como corredor para aves migratorias y el mejoramiento del ecosistema de humedales después de que se clausuraran las zanjas de riego (Hove, Parry y Lujara, 2011).

Aunque estas medidas exitosas no fueron motivadas por el cambio climático, sí contribuirán a que el país mejore su resiliencia ante los cambios en temperatura y precipitación, y que sirva de modelo de los beneficios que da el planeamiento del uso de la tierra (Hove, Parry y Lujara, 2011).

*Continúa*

## BOX 21

**Restauración de la conectividad en los humedales de Somerset**

El condado de Somerset se ubica en el suroeste de Inglaterra, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, y alberga extensos territorios bajos que se inundan de manera natural cada invierno. Somerset significa, literalmente, "poblado de verano" porque en tiempos prehistóricos los agricultores se desplazaban hacia territorios más altos junto con su ganado durante el invierno para evitar la elevación de las aguas. Durante siglos, los humedales fueron drenados y la extracción de turba destruyó la mayor parte de los brezales y fragmentó otros hábitats naturales. Pero, a pesar de estos cambios, Somerset todavía posee un cuarto de las praderas costeras y pastizales en llanuras de inundación del país: más de 75 000 hectáreas de importancia como hábitat para aves (ADAS, 1995).

Algunos hábitats naturales han sido incluidos entre las áreas protegidas estatales y de ONG, o forman parte de los 25 Sitios de Interés Científico Especial (legalmente declarados) donde se llevan a cabo controles de conservación, o son Áreas Ambientalmente Sensibles de la Unión Europea. Las turberas, antes saqueadas para usarlas como combustible, han sido compradas por el gobierno u ONG y restauradas. Para ello se han cavado una serie de lagos interconectados y se ha promovido el restablecimiento de la vegetación nativa. Ya es evidente el incremento en las poblaciones de aves zancudas y rapaces; la nutria europea (*Lutra lutra*), antes amenazada, ya ha regresado. La conservación ha permitido la interconexión entre hábitats nativos remanentes mediante la restauración; además, se están restableciendo los patrones naturales de flujo de las aguas, con lo que temporalmente se reconectan sitios, ayudando a la dispersión de criaturas acuáticas (English Nature, 1997; Dudley y Rao, 2008).

Estos esfuerzos se están redoblando ante los probables impactos del cambio climático. En las próximas décadas, la frecuencia y escala de eventos de inundaciones se incrementarán y el aumento en el nivel del mar acelerará todavía más el proceso (Heathwaite, 1993). Los gobiernos locales y el nacional reconocen que será muy costo proteger al condado completo, por lo que se están concentrando en centros de población, para permitir que las inundaciones estacionales vuelvan a los terrenos bajos y áreas marginales. Los cambios en el próximo siglo podrían devolver tipos de hábitats que se han ido reduciendo o que han estado ausentes por miles de años. Una combinación de intentos pragmáticos para enfrentar el cambio climático mediante la restauración focalizada podría ayudar a crear conexiones entre hábitats a todo lo largo y ancho del condado y, debido a la presencia de aves acuáticas migratorias, tener también impactos regionales importantes.

## RECUADRO 22

**La restauración de las turberas trae múltiples beneficios**

Las turberas cubren solamente el 3 por ciento de la superficie terrestre del mundo, pero son el depósito de carbono más grande del planeta. Se calcula que las turberas del planeta albergan 550 mil millones de toneladas de carbono. Sin embargo, la destrucción de estos hábitats hace que el carbono se libere. La mayoría de los

*Continua*



*Recuadro 22 continuación*

pronósticos sobre el cambio climático se basan en el potencial de cambio en las turberas boreales, lo que crea un círculo vicioso entre la liberación de carbono y el cambio climático (Parish et al. 2007; Sabine et al. 2004). La restauración de las turberas se ha convertido, entonces, en una prioridad urgente. Las acciones de restauración pueden tener impactos positivos en las poblaciones silvestres de estas zonas, donde en las últimas décadas se ha cambiado el uso del suelo, incluso hacia plantaciones. La conservación muy probablemente beneficiará a la flora nativa y fauna asociada con las zonas de humedales.

En muchos países ya se están ejecutando proyectos. En Bielorrusia, por ejemplo, 40 000 ha de turberas degradadas han sido restauradas a su estado natural y 150 000 ha más están en proceso de restauración. La mitad de estas áreas ya están oficialmente protegidas, por lo que se podría pensar que su futuro está asegurado; las demás entrarán al sistema de protección una vez que hayan sido restauradas. Se calcula que el trabajo hecho hasta ahora ha logrado una reducción anual de gases con efecto invernadero equivalente a 448 000 toneladas de CO<sup>2</sup> por incendios y mineralización de las turberas. La rehabilitación de las turberas degradadas también ha ahorrado al gobierno unos 1,5 millones de USD anualmente por costos evitados en el control de incendios. Los proyectos de restauración gozan del apoyo decidido de las comunidades que se benefician de la caza y la pesca en los humedales y de la recolección de plantas medicinales y frutos silvestres (Rakovich y Bambalov, en prensa).

### 5.3.3 RESTAURACIÓN DE LOS BOSQUES

La deforestación ha sido una actividad humana durante miles de años. Algunas estimaciones establecen que hemos destruido cerca de la mitad de los bosques del planeta y que, en el siglo anterior, la tasa de destrucción se incrementó. Sin embargo, recientemente, se han visto signos de que la tendencia se empieza a revertir. La restauración de los bosques es parte de este cambio; cada vez son más frecuentes los proyectos de restauración de colinas desnudas –muchos de ellos de manera informal. No obstante, un enfoque más sistemático que considere las causas de la deforestación y la planificación del uso a futuro del paisaje tendrá mayores probabilidades de éxito (Hobbs y Norton, 1996). En algunos casos, el uso de especies arbóreas nativas ayuda a recrear un ecosistema similar al que se perdió en décadas o siglos anteriores. En otros, la plantación de árboles exóticos para madera o pulpa aumenta la extensión del terreno cubierto de árboles, aunque algunos se cuestionan si una plantación en monocultivo puede ser considerada como un bosque.

La restauración de los bosques se puede dividir en tres tipos principales (Mansourian, Vallauri y Dudley, 2005). A continuación se listan por orden de costos crecientes:

1. Proceso natural: esto ocurre cuando desaparece la presión sobre el bosque; en Europa, por ejemplo, el abandono de tierras cultivadas ha hecho que el bosque se reinstale.
2. Restauración planeada: esto ocurre cuando se controla artificialmente la presión sobre el bosque; por ejemplo, la instalación de cercados para evitar el pastoreo, con lo que la vegetación rebrota de manera natural.

3. Plantación de árboles: esto ocurre cuando organizaciones públicas y privadas, así como individuos, siembran plántulas de árboles.

La conservación de la fauna y la restauración de los bosques con frecuencia se apoyan mutuamente. El uso de agentes naturales dispersores de semillas para mejorar la reforestación ha sido exitoso en varios casos. Más del 95 por ciento de los árboles tropicales dispersan sus semillas por medio de animales –aves, murciélagos, primates, elefantes, ungulados y aun peces (en los bosques estacionalmente anegados de la Amazonia). En los bosques africanos y asiáticos, los elefantes (*Loxodonta spp.* y *Elephas maximus*) dispersan más semillas que cualquier otra especie, en términos de cantidad, número de especies y distancia desde la planta madre; con razón se les ha llamado “los megajardineros del bosque” (Campos-Arceiz y Blake, en prensa). Algunas especies de árboles, como *Balanites wilsoniana* producen semillas tan grandes que solo los elefantes pueden dispersarlas (Babweteera, Savill y Brown, 2007). Los primates también juegan un papel importante en el mantenimiento de la biodiversidad del bosque. En el Parque Nacional Tai, en Costa de Marfil, los monos dispersan el 75 por ciento de las especies de árboles, de las cuales, el 69 por ciento son dispersadas casi exclusivamente por ellos (Koné *et al.* 2008).

La protección de los dispersores de semillas es, por lo tanto, un elemento importante de la reforestación si se quiere restaurar un bosque rico en biodiversidad. Si se mantiene un corredor entre el bosque natural existente y el área reforestada, los animales llevarán las semillas en su tripa después de alimentarse con frutas del bosque natural y las depositarán en el área en proceso de reforestación. Para aumentar la probabilidad de que esto ocurra, se pueden plantar “especies marco” que produzcan frutos que atraigan a frugívoros de los bosques vecinos. Aun si no se cuenta con un corredor, los pájaros y los murciélagos volarán al sitio reforestado tan pronto como los nuevos árboles empiecen a fructificar, y otros animales, como los primates y elefantes, se atreverán a cruzar paisajes agrícolas para llegar a las nuevas fuentes de alimento.



BODHI SURF SCHOOL

Los tucanes (*Ramphastidae sp.*) son importantes agentes dispersores de semillas en los bosques neotropicales.

## RECUADRO 23

**La restauración de bosques secos tropicales con la ayuda de aves y mamíferos**

Las montañas del norte de Tailandia poseen bosques tropicales estacionalmente secos que probablemente se verán expuestos a condiciones de sequía extrema con el cambio climático. La tala comercial representa la principal amenaza inmediata para su conservación, ya que exacerba los problemas de degradación y de fragmentación. El gobierno ha prohibido la tala, en respuesta a las amenazas y ha declarado áreas de protección para detener las actividades humanas destructivas en zonas claves. En pocos casos, la colaboración internacional ha permitido el desarrollo de prácticas de manejo para combatir la tala y la degradación de los bosques. Entre esas prácticas está la restauración de los bosques en el Parque Nacional de Doi Suthep-Pui (PNDSP), al noroeste de Chiang Mai en la zona norte de Tailandia (Blakesley y Elliot, 2003).

La zona tiene un clima monzónico con temporadas secas y húmedas muy pronunciadas. La regeneración natural de la vegetación nativa no es suficiente para revertir los procesos de degradación del bosque pues, además de la tala, sufre de condiciones climáticas diversas y la exposición a incendios durante la época seca (Blakesley y Elliot, 2003).

La Unidad de Investigación para la Restauración de los Bosques (FORRU, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Chai Mai, en colaboración con el PNDSP y el departamento de Investigación Internacional en Horticultura del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, han adaptado el método de especies marco para restaurar los bosques estacionalmente secos en cuencas degradadas en las montañas del norte de Tailandia. La estructura básica y función de los bosques se restablecen rápidamente al plantar una mezcla de 20-30 especies arbóreas nativas cuidadosamente seleccionadas (tanto pioneras como clímax), entre las que se incluyan especies con frutos que atraigan frugívoros, especialmente pájaros y mamíferos. Cuando los árboles plantados producen frutos, atraen a los animales dispersores de semillas de los bosques naturales cercanos y entonces la biodiversidad se empieza a recuperar. Las excretas de los animales contienen semillas de otras especies de plantas, lo que mejora la diversidad en los sitios restaurados (Blakesley y Elliot, 2003).

En vivero se hicieron experimentos para desarrollar prácticas hortícolas que permitieran optimizar el vigor y salud de las plántulas. Desde 1998, se han establecido cada año parcelas experimentales en colaboración con la comunidad indígena de Hmong que vive en el PNDSP. FORRU ha ayudado a los pobladores para que establezcan sus propios viveros comunales donde se pruebe, en condiciones de la aldea, la viabilidad de los nuevos métodos desarrollados en las parcelas de investigación (Blakesley y Elliot, 2003).

El proyecto ha demostrado que la cobertura forestal se puede restaurar en laderas seriamente degradadas a 1 300 m de altitud en 3-4 años. El dosel empieza a cerrarse a fines del segundo año y está casi completamente cerrado a fines del cuarto año. Un número cada vez mayor de insectos en las parcelas plantadas atraen a potenciales dispersores de semillas, como pájaros y mamíferos con dietas mixtas. De esta forma, los sitios degradados gradualmente recuperan la composición de especies que tenía el bosque nativo original (Blakesley y Elliot, 2003).

### 5.3.4 Restauración de las sabanas y las praderas

Las praderas y sabanas sobreviven si se logra un delicado balance entre pastoreo, incendios y condiciones climáticas: los cambios en cualquiera de los componentes altera el ecosistema; en condiciones de cambio climático, ambos ecosistemas probablemente van a necesitar restauraciones frecuentes.

La restauración puede ser de tres tipos:

1. Para contrarrestar la degradación: restablecimiento de praderas y sabanas en áreas donde se han degradado, en casos extremos, hasta convertirse en áreas desérticas o semidesérticas.
2. Para contrarrestar la alteración: restablecimiento de mezclas de especies nativas y de funciones del ecosistema en praderas que han sido radicalmente alteradas por el sobrepastoreo, incursiones de especies invasoras o plantación deliberada de especies exóticas.
3. Para contrarrestar la invasión: restablecimiento de praderas y sabanas en áreas donde la plantación deliberada o la eliminación de la vegetación por los herbívoros ha resultado en matorrales o invasión.

A largo plazo, la restauración de la biomasa del suelo podría ser tan importante como la restauración de la vegetación para la estabilidad del sistema. Probablemente, los cambios climáticos resultantes de las mayores sequías y de los patrones climáticos inestables –que en zonas áridas aumentan el riesgo de tormentas de polvo o de arena aumentará la necesidad de restauración. En términos prácticos, la restauración a menudo implica la reducción de la presión de pastoreo, lo que significa que se deben hacer cuidadosas negociaciones con agricultores y ganaderos. Si se enfoca la restauración en áreas claves, por ejemplo, a lo largo de las rutas de migración de aves y mamíferos, se pueden maximizar los beneficios de la inversión.

Las sabanas de alcornoque del Mediterráneo (Recuadro 8) son un ejemplo de qué tan beneficioso puede ser el buen manejo de los ecosistemas para la vida silvestre. En toda su extensión, las sabanas de alcornoque son amenazadas por una combinación de factores ambientales y de manejo. Entre los factores de manejo

#### RECUADRO 24

#### La recuperación de pastizales y herbívoros después de la sequía en el Amboseli

La cuenca del Amboseli, en el sur de Kenia, que abarca el Parque Nacional Amboseli y el ecosistema Amboseli en general es el refugio estacional de herbívoros durante la estación seca. El agua del deshielo del monte Kilimanjaro alimenta la cuenca y provee una fuente permanente de agua en forma de grandes pantanos dentro del parque mientras que las lluvias estacionales llenan las planicies de inundación del lago Amboseli. Herbívoros migratorios, cuyo desplazamiento se relaciona directamente con la lluvia estacional y la disponibilidad de agua, se congregan en esta zona durante la época seca (Ogutu et al. 2008; Western, 2007).

Esta cuenca ha sufrido grandes cambios en las últimas décadas: el mosaico de pastizales y bosque ralo se convirtió en pastizal abierto y la temperatura diurna se incrementó fuertemente (Altmann et al. 2002; Western y Maitumo, 2004). Y más

*Continua*

## Recuadro 24 continuación

importante aún, los patrones de precipitación se volvieron más estocásticos, con precipitaciones anuales que varían más de cuatro veces y una larga estación seca, a menudo precedida por un periodo de sequía (Altmann *et al.* 2002).

La sequía severa más reciente, por ejemplo, fue el resultado de la poca lluvia en el 2008 y la ausencia total de una temporada de lluvias en el 2009. Las fuentes de agua cada vez más reducidas atrajeron un gran número de herbívoros que rápidamente acabaron con los pastizales de la zona. En consecuencia, las poblaciones colapsaron durante el periodo de sequía. La tasa general de mortalidad superó el 75 por ciento: casi cuatro veces más alta que los niveles registrados desde 1967, que nunca excedieron el 20 por ciento de las poblaciones de herbívoros. Entre setiembre y noviembre del 2009, la población de ñus (*Connochaetes taurinus*) se redujo en un 92 por ciento y la de cebras (*Equus quagga*) entre 71-85 por ciento; al final de la sequía únicamente quedaban 312 ñus y 1 828 cebras en la cuenca del Amboseli.

Otras especies afectadas por la sequía fueron el búfalo africano (*Syncerus caffer*) y la gacela de Grant (*Nanger granti*), cuyas poblaciones se redujeron en 65 y 66 por ciento respectivamente; también murieron grandes cantidades de elefantes (*Loxodonta africana*) e hipopótamos (*Hippopotamus amphibius*) (Kenya Wildlife Service *et al.* 2010; Western 2010; Western y Amboseli Conservation Program, 2010; Worden, Mose y Western 2010).

La sequía terminó con lluvias fuertes y prolongadas en diciembre 2009, con lo que el ecosistema empezó a restaurarse. La vegetación se recuperó rápidamente con la lluvia y la baja presión de rumiantes sobrevivientes. Las poblaciones de herbívoros también empezaron a recuperarse rápidamente, con la ayuda (en el caso de los ñus) de la inmigración proveniente de ecosistemas vecinos, como el Parque Nacional Tsavo. Para junio del 2010, la población de ñus ya alcanzaba 1 667 animales, aunque todavía muy lejos de los 7 000 que había en el 2007 (Western y Amboseli Conservation Program, 2010). El restablecimiento en forma natural de las poblaciones de herbívoros a partir de poblaciones vecinas ilustra la importancia de mantener corredores para la fauna silvestre. Si el sistema del Amboseli hubiese estado aislado, la recuperación habría sido mucho más lenta debido, particularmente, a la presión de los predadores en la cuenca.

En el parque los herbívoros dependen de los pantanos como fuente permanente de agua en tiempos de sequía, lo cual fortalece aun más la necesidad de mantener la conectividad entre ecosistemas. El Servicio de Vida Silvestre de Kenia está contribuyendo a la restauración del Parque Nacional Amboseli de dos maneras. Para que se restablezcan las poblaciones de herbívoros, se planea introducir gradualmente 3 000 ñus y 4 000 cebras provenientes de criaderos vecinos (Kenya Wildlife Service, 2010b). La primera fase se inició en febrero del 2010 con la captura y reubicación de 137 cebras (Wildlife Extra, 2010).

El Servicio de Vida Silvestre de Kenia también ha dado su apoyo a un plan para el establecimiento de parcelas de restauración en bosque ralo y pantanos; a la vez, se está dando mantenimiento a las parcelas y cuarteles de restauración ya existentes (Kenya Wildlife Service *et al.* 2010; Western y Amboseli Conservation Program 2010). El cercado de áreas ha demostrado ser una forma eficiente, en términos de costos, para promover la regeneración de la vegetación (Western y Maitumo, 2004).

están las políticas deficientes y la mala gobernanza, la falta de capacidad técnica e inversiones inadecuadas en el manejo sostenible y en las prácticas de restauración. Con el impacto del cambio climático, la situación se vuelve aun más crítica: mayor vulnerabilidad de los alcornos a las enfermedades, plagas e incendios forestales en gran escala lo que finalmente conduce a un aumento en la pérdida de la biodiversidad.

#### 5.4 ADOPCIÓN DE ENFOQUES INTEGRADOS Y DE PAISAJE

La adaptación al cambio climático ya empezó, aunque de manera reactiva, ya que muchas sociedades todavía no están preparadas para adaptarse a los cambios y enfrentar eventos climáticos extremos. Dado que el uso de la tierra y el cambio climático contribuyen a los principales cambios ambientales que ya estamos viviendo (Costa y Foley 2000; Pielke, 2005), la mejor forma de adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes y de mitigar sus efectos es por medio de un enfoque preventivo que integre los efectos ambientales del clima cambiante a la planificación del uso de la tierra. Tales enfoques son particularmente útiles para enfrentar los eventos que afectan a los ecosistemas en gran escala, como los incendios forestales y las especies invasoras. La planificación adecuada del uso de los recursos debe ser parte de este proceso.

Las políticas y legislación públicas juegan un papel importante en la facilitación de adaptación al cambio climático. La planificación del uso de la tierra se debe regular mediante políticas que tomen en cuenta los cambios continuos y los eventos extremos (FAO, 2011b). En muchos países del mundo ya se está incorporando información sobre el clima y los ecosistemas cambiantes a la planificación del uso de los recursos, y se están asignando fondos nacionales e internacionales para tal propósito (Parry *et al.* 2007). En el desarrollo de tales planes de uso integrado de la tierra, se deben considerar las causas directas del cambio climático, junto con sus efectos tanto inmediatos como a largo plazo. La mitigación del riesgo solo puede tener éxito si la planificación del uso de la tierra toma en consideración los impactos de las condiciones climáticas cambiantes; particularmente, las relacionadas con el desplazamiento de las actividades humanas y el desarrollo. La planificación debe considerar no solo el cambio probable en frecuencia y extensión de los riesgos existentes, sino también la posible aparición de nuevos riesgos.

La planificación por lo general entraña la integración de varios enfoques. Bajo condiciones de sequías cada vez más severas, por ejemplo, el manejo de permisos de pastoreo de ganado no siempre considera el peligro de degradación de la tierra. En tales casos, la planificación mejorada del uso de la tierra también debe considerar la restauración de terrenos degradados, la sostenibilidad y los beneficios para los medios de vida de los seres humanos (Curtin, 2002).

Algunos estudios ofrecen modelaciones de los efectos futuros del cambio climático a nivel local y regional, con resultados que se podrían usar para mejorar la planificación del uso de la tierra (p.ej., Colls, Ash e Ikkala, 2009). Algunos de ellos han resultado en planes de uso de la tierra exitosos, aunque los altos costos hacen que requieran financiamiento internacional, particularmente en países en



vías de desarrollo. Las nuevas herramientas tecnológicas han hecho posible la integración de información sobre diferentes características del suelo en modelos informáticos para predecir la vulnerabilidad al cambio climático. Tales modelos ayudan a identificar las mejores prácticas de manejo para áreas específicas pues no solo permiten predecir los efectos potenciales del cambio climático sino también las actividades (y su alcance) que el suelo puede sostener sin que haya pérdidas en el ecosistema.

La planificación mejorada del uso de la tierra debe considerar enfoques participativos que incluyan a las comunidades locales en el proceso de planificación; además, se les debe informar sobre los cambios probables en su área y se debe tomar en cuenta sus intereses. En Sudán, por ejemplo, se diseñó un plan de manejo que diversifica las técnicas tradicionales de cosecha y conservación de agua, y prevé la instalación de barreras contra el viento para contrarrestar los efectos de la menor precipitación en la degradación de la tierra (Osman-Elasha *et al.* 2006). En Florida, Estados Unidos, un taller con la participación de las comunidades locales se centró en la necesidad de mejorar la resiliencia de las comunidades ante los riesgos de tormentas e identificó estrategias para evitar que se amplíen las zonas propensas a las tormentas (Frazier, Wood y Yarnal, 2010).

El Gobierno Etíope ha desarrollado un Programa de Acción para la Adaptación al Cambio Climático (National Meteorological Agency, 2007). Este programa forma parte de un proyecto financiado por el GEF y desarrollado con el apoyo del PNUD, como consecuencia del incremento de 0,37 °C detectado en la temperatura media anual cada diez años entre 1961 y 2005, lo que hizo que aumentara la frecuencia de las sequías. El plan incluía una lista de 37 acciones de adaptación que van desde pólizas de seguros para los cultivos hasta la construcción de capacidades para crear sistemas de irrigación en pequeña escala, el establecimiento de una reserva natural en el valle Great Rift y el mejoramiento en el uso de los suelos en las montañas.

Estos planes integrados serán cada vez más importantes y complejos, a medida que conozcamos más sobre los impactos probables y las posibles respuestas ante el cambio climático. Desde la perspectiva del manejo de la fauna, tal integración implica, por ejemplo, que diferentes grupos de especies sean considerados de manera igualitaria. Todavía hay mucho que aprender sobre cómo puede funcionar la integración en la práctica. Los enfoques integrados que a continuación se describen consideran como aspectos claves los incendios y las especies invasoras, aunque los principios se pueden aplicar también en otras situaciones.

#### 5.4.1 Manejo de incendios forestales

Los incendios se han identificado como un factor crucial de cambio en un clima alterado. Las respuestas no se pueden limitar al manejo de sitios individuales, sino que requieren un enfoque de paisaje más amplio. Los regímenes de incendios se han modificado en el curso del último siglo y continúan cambiando (Dale *et al.* 2001). Este cambio ha provocado algunas respuestas ambientales significativas, incluyendo el cambio hacia especies mejor adaptadas al fuego, cambios en los

tipos de bosques con especies no nativas o de bajo valor y la degeneración hacia matorrales, pastizales y aun, desiertos. Muchos de estos cambios ambientales han hecho que se deteriore la calidad del agua y se reduzca en cantidad; asimismo, se ha disminuido el potencial de secuestro de carbono de los bosques (con lo que podría aumentar la velocidad del cambio climático) y la pérdida de medios de vida para las comunidades locales. La adaptación de los bosques a un clima cambiante y el mayor impacto mayor del fuego constituyen un gran desafío y podría tener costos significativos. Por otra parte, si este desafío no se enfrenta, el costo para la sociedad y el ambiente será aún mayor.

### *Ecosistemas sensibles al fuego*

El meollo del problema en ecosistemas sensibles al fuego no es tanto el incendio mismo sino la frecuencia de los eventos. Los registros históricos y la presencia de carbón en los perfiles del suelo muestran que los incendios en bosques tropicales, aun en bosques húmedos, ocurren con alguna frecuencia. Incluso, el fuego se puede considerar endémico en algunas áreas, aunque en bosques húmedos tropicales ocurre a intervalos de cientos, si no miles de años. Los bosques más húmedos se queman menos frecuentemente, pero son más vulnerables al fuego que los bosques secos porque la corteza de los árboles es más delgada y sufren tasas de mortalidad mucho más altas. Los disturbios periódicos por el fuego en estos ecosistemas también pueden favorecer la reproducción y abundancia de algunas especies maderables importantes del bosque tropical y mantener la biodiversidad (Otterstrom y Schwarts, 2006; Snook, 1993).

Una de las estrategias claves de adaptación a los incendios forestales es el uso del ‘manejo integral de incendios’, un marco comprensivo para manejar los incendios y las emisiones provocadas, tanto en ecosistemas sensibles como dependientes del fuego (FAO, 2006; Myers, 2006).

Este marco incluye:

- Evaluación y análisis del contexto
- Definición de los objetivos del manejo de incendios y condición deseada del ecosistema
- Evaluación del marco legal, político e institucional
- Prevención y educación
- Preparación y respuesta ante incendios
- Restauración, recuperación y mantenimiento de ecosistemas
- Manejo adaptativo, investigación y transferencia de información

La tenencia de la tierra es tan fundamental para el manejo exitoso de los incendios como para otros problemas de manejo de la tierra. Los propietarios por lo general tienden a evitar el uso del fuego como herramienta de manejo de la tierra y a invertir más en la prevención de incendios accidentales, con lo que se acumulan especies sensibles al fuego en sus propiedades (Nepstad *et al.* 2001). En algunos casos, el uso excesivo del fuego causa otro tipo de problemas. Dentro del marco del manejo integrado de incendios, las estrategias para el buen manejo de los incendios deben considerar la participación de los actores locales que provocan los incendios que

degradan el bosque y lo convierten en sistemas sensibles al fuego. Las comunidades locales son socios lógicos en el manejo y supresión de incendios porque son, a la vez, la primera línea de ataque y los más afectados por fuegos no deseados (Ganz, 2001; Ganz *et al.* 2007; FAO y FireFight South East Asia, 2002). Tales comunidades deberían recibir incentivos por el control de las quemas con fines agrícolas y por la extinción inmediata de fuegos no deseados. Las estrategias exitosas requieren planes y procedimientos que conecten las acciones locales y regionales de supresión de incendios, como una función de tamaño, duración y complejidad esperada. La movilización de las comunidades locales se puede mejorar a través de capacitación para la detección temprana, ataque inicial y comunicación descentralizada. Al igual que con el manejo y control de incendios, las comunidades locales son socios lógicos para la rehabilitación de los paisajes degradados y para la reducción de la susceptibilidad al fuego antes de la conversión a terrenos agrícolas o degradados (Ganz *et al.* 2007).

### *Ecosistemas dependientes del fuego*

Al igual que con los sistemas sensibles al fuego, el manejo integrado de incendios también ofrece un marco similar para la adaptación de ecosistemas que dependen del fuego. La adaptación de los ecosistemas implica el uso de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos como parte de una estrategia general de adaptación que ayude a la gente a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático. El rasgo distintivo de los sistemas que dependen del fuego es que el fuego en sí mismo se usa como herramienta para el manejo de los incendios (Myers, 2006; FAO, 2006).

Hay muchos ecosistemas forestales y de sabana o pradera que han evolucionado positivamente en respuesta a fuegos frecuentes provocados por causas de origen natural o humano, y han logrado mantener una alta biodiversidad en condiciones cambiantes y con baja intensidad de disturbios. Las prácticas de extinción de incendios en estos ambientes adaptados al fuego hacen que se reduzcan los hábitats propensos al fuego y las especies que dependen de ellos, como el caribú migratorio del bosque (*Rangifer tarandus caribou*) (Canadian Forest Service, 2005; van Lear y Harlow, 2002); (Recuadro 25). Otro efecto colateral es la acumulación de material combustible sobre el suelo, lo que aumenta la amenaza de incendios a escalas e intensidades para las que el bosque no está preparado (Bancroft *et al.* 1985). Este efecto de la extinción de incendios en ambientes adaptados al fuego ya ha sido bien establecido en la literatura (Agee y Skinner, 2005; Baeza *et al.* 2002; Grady y Hart, 2006; Liu, 2004; Myers, 2006; Perry, 1994; Piñol, Beven y Viegas, 2005; Pollet y Omi, 2002; Stocks, 1991).

La variabilidad natural intraespecies y su diferente capacidad de respuesta, evidente en diversas especies de árboles, ofrece oportunidades para mantener los bosques en condiciones de regímenes de disturbios cambiantes. El uso intencional de algún tipo de disturbio para el manejo forestal, como el fuego, puede crear resistencia, resiliencia y gradualmente, cambiar hacia un bosque de transición. Aumentar gradualmente la frecuencia de quemas controladas podría ayudar al bosque a prepararse para la mayor frecuencia de incendios pronosticada por los modelos

## RECUADRO 25

**Protección del hábitat del reno mediante el manejo del fuego**

El reno (*Rangifer tarandus*), conocido como caribú en Norteamérica, es una especie de venado con poblaciones residentes y migratorias a todo lo largo y ancho de la tundra, taiga y bosques boreales de Asia, Europa y Norteamérica. La especie es numerosa y de amplia distribución y, según la Lista Roja de UICN, es de preocupación menor, con tendencias poblacionales estables (Henttonen y Tikhonov, 2008), aunque algunos comités regionales (p.ej., COSEWIC 2010) consideran que hay subespecies en peligro (p.ej., el caribú migratorio del bosque (*R. t. caribou*), o de especial valor de conservación (p.ej., el caribú de tierra estéril (*R. t. groenlandicus*)).

Los líquenes que crecen sobre el suelo son el principal forraje de invierno para las poblaciones migratorias de renos y esta dependencia hace que la especie sea muy vulnerable a los disturbios causados por el fuego. La destrucción de líquenes a causa de incendios ha sido la causa principal de la reducción de las poblaciones del caribú del bosque y del caribú de tierra estéril en Norteamérica (Cumming, 1992). Después de un incendio, las primeras especies de líquenes tardan entre 20-40 años en reaparecer, y las especies favoritas de los renos tardan entre 40-60 años; una cobertura apropiada para el pastoreo tarda entre 60-80 años y más de 150 años para que las especies preferidas, como *Cladonia mitis*, *Cladonia rangiferina* y *Cetraria nivalis* alcancen nuevamente los niveles presentes antes del incendio (Thomas, Barry y Alaie, 1995). La distribución del caribú se relaciona con la abundancia de líquenes, con una distribución muy limitada en las áreas quemadas hace 50-60 años (Joly, Bente y Dau, 2007) y mucho más frecuentes en bosques viejos (150-200 años) (Thomas, 1998).

Es muy probable que los incendios forestales aumenten en número, extensión e intensidad a través de todos los ecosistemas de la tundra (Joly, Bente y Dau, 2007). Esto reducirá la disponibilidad de los hábitats de invierno preferidos por los renos. Las simulaciones pronostican que un incremento en la frecuencia de los incendios forestales hará que se reduzca la estructura etaria de los bosques y que quedarán pocas áreas con más de cien años, que es el límite inferior del hábitat de invierno preferido por los renos (Rupp et al. 2006).

Dados los fuertes efectos de los incendios forestales en los renos y la dependencia de las comunidades rurales en esta especie para cubrir necesidades que van desde el alimento, el vestido y el abrigo hasta las herramientas y el transporte, no es de sorprenderse que el manejo del fuego sea una importante instrumento de conservación (ver Cumming, 1992; Joly, Bente y Dau, 2007; Stevenson et al. 2003; Thomas, 1998). La mayoría de las medidas de manejo buscan mantener los bosques maduros y de viejo crecimiento (>100 años) mediante el control de incendios para salvaguardar los hábitats de forrajeo en invierno. Entre estas medidas se incluyen: 1) la determinación de áreas mínimas de hábitats maduros (>55 años); 2) la determinación de áreas máximas quemadas en hábitats de invierno; 3) la determinación de la tasa óptima de quema (alrededor de 0,25-0,5 anual); 4) el mapeo anual de áreas quemadas en hábitats de invierno de más de mil hectáreas; 5) el control de incendios en hábitats de invierno para mantener una adecuada distribución etaria de los bosques. Sin embargo, el manejo de los incendios forestales no se debiera centrar en una sola especie, como los renos, sino que se debiera basar en un enfoque de ecosistemas que considere los efectos de los regímenes de incendios sobre un amplio rango de especies (Thomas, 1998).

de cambio climático. La selección natural puede ser intensa y rápida entre plántulas y las quemadas controladas pueden hacer que especies y genotipos apropiados para condiciones de incendios frecuentes tomen la delantera (Galatowitsch, Frehlich y Phillips-Mao, 2009). El uso del fuego y de otros disturbios se debe usar en sitios de investigación controlados para ayudar a identificar los genotipos ya listos que se puedan usar para replantar después de incendios catastróficos.

### ***Cálculo financiero de pérdidas debidas al fuego***

Los incendios forestales de gran intensidad a menudo provocan pérdida de beneficios para los ecosistemas y la gente, incluyendo a quienes dependen del hábitat silvestre, especialmente en las áreas de producción de forraje. Los propietarios de grandes propiedades en Mato Grosso, Brasil, afirman que los incendios les causan pérdidas de al menos 11 000 USD al año, por propiedad (Nepstad *et al.* 2001). En las concesiones forestales en Kalimantan oriental, Indonesia, se calculó que la quema de 23 millones de metros cúbicos de madera cosechable debido a los incendios de 1997-1998 dejó pérdidas por aproximadamente 2 000 millones de USD (Hinrichs, 2000). Los costos económicos totales de esos incendios se estimaron en más de 9 300 millones de USD (Asian Development Bank y National Development Planning Agency 1999; Barber y Schweithelm, 2000). El valor de estas pérdidas se calculó a partir de los costos de remplazo o del valor de mercado del recurso quemado (Merlo y Croitoru, 2005), pero se podría incluir también la pérdida de la capacidad de generar ingresos, la pérdida de oportunidades de recreación, los cierres de aeropuertos y la degradación de los servicios ecosistémicos, tales como agua limpia y hábitat para la fauna silvestre (Asian Development Bank y National Development Planning Agency, 1999; Dunn, Gonzalez-Caban y Solari, 2005).

La suma de bienes y servicios del ecosistema muy pocas veces es comprehensiva; sin embargo, debe serlo si queremos conocer los costos reales de los incendios y sus impactos a largo plazo en la degradación del sitio sobre los servicios ecosistémicos y la fauna (TSS Consultants and Spatial Informatics Group LLC, 2005). Tales cálculos son un importante primer paso en la evaluación general de los costos ambientales, de manera que se consideren los incentivos apropiados en las estrategias de manejo de incendios.

### **5.4.2 Manejo de especies invasoras y enfermedades de la fauna**

Los efectos de las interacciones entre el calentamiento global y las invasiones biológicas son alarmantes, por lo que es cada vez más urgente contar con políticas de conservación efectivas. Estas no solo deben tratar de responder a las invasiones sino también explorar medidas proactivas para contrarrestar los cambios climáticos pronosticados.

En general, es de crucial importancia que los gobiernos promuevan estrategias coordinadas para mitigar los impactos de las invasiones. Estas se deben basar en, por ejemplo, la prevención de nuevas incursiones pero, también, deben asegurar el manejo pronto y efectivo de las especies invasoras cuando la prevención falla. Como principio general, a nivel mundial se reconoce que la prevención debe ser la primera

línea de defensa porque evitar la llegada o introducción de especies potencialmente invasoras es mucho más eficiente, en términos de costos, que lidiar después con el problema. Es claro, sin embargo, que un marco preventivo no detendrá completamente la ocurrencia de nuevas introducciones, por lo que es importante emplear un enfoque jerárquico: la prevención es la primera prioridad, seguida por la detección temprana y respuesta rápida cuando falla la prevención, seguida de la erradicación de especies invasoras y, finalmente, el control como última opción.

Debe quedar claro que todas las medidas necesarias para mitigar el impacto de las invasiones son potencialmente afectadas por el cambio climático y, por lo tanto, es urgente que desarrollemos nuestras estrategias teniendo ese principio en mente. La respuesta rápida, por ejemplo, es, de lejos, el enfoque de manejo más eficiente contra las invasiones; en general, la remoción de una especie es más fácil –y por lo general, factible inmediatamente después de la introducción, cuando las poblaciones son todavía pequeñas y confinadas a áreas restringidas (Genovesi *et al.* 2010). La exitosa erradicación del castor americano (*Castor canadensis*) en Francia, o del puercoespín de la India (*Hystrix indica*) en el Reino Unido, fue posible gracias a una rápida reacción que empezó antes de que las especies se establecieran ampliamente en la naturaleza (Genovesi, 2005). La respuesta rápida también se sustenta en la predicción de las especies más propensas a convertirse en invasoras. El potencial de una especie de llegar y establecerse depende, en buena medida, de las condiciones climáticas de la zona invadida. Muchas especies tropicales que están llegando a Europa encuentran ahora temperaturas que les permiten establecerse en la región.

La rápida eliminación no es la única respuesta a la invasión: hay numerosos ejemplos de erradicación exitosa de poblaciones ya establecidas de especies



JOHN AND KAREN HOLLINGSWORTH/FISH AND WILDLIFE SERVICE/BIGWOOD.ORG

El cambio climático facilita la dispersión de especies invasoras como el coipú (*Myocastor coypus*).



invasoras. A nivel mundial, se han registrado 1 129 programas de erradicación de especies de plantas o animales invasores en toda clase de ambientes y con resultados sobresalientes en términos de recuperación de la biodiversidad (Genovesi, 2011). La erradicación exitosa del coipú (*Myocastor coypus*) en East Anglia, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, por ejemplo, se facilitó con la ocurrencia de inviernos fríos que redujeron las poblaciones antes de que se iniciara la campaña de eliminación (Gosling, 1981; Panzacchi *et al.* 2007);( Recuadro 26). Sin embargo,

#### RECUADRO 26 Invasión y eliminación del coipú en Europa

El coipú (*Myocastor coypus*) es un roedor grande y semiacuático nativo de América del Sur que ha sido introducido en muchas partes del mundo por su valiosa piel. Como consecuencia de animales escapados o liberados, la especie se ha establecido en muchos países de Asia, Europa y Norteamérica, donde causa un fuerte impacto en la vegetación natural, en los cultivos de los que se alimenta y daños a las riberas de los ríos y diques por su conducta excavadora. El coipú también puede afectar negativamente a especies de insectos, pájaros y peces y alterar la funcionalidad de los ecosistemas de agua dulce. Las pérdidas económicas causadas por el coipú pueden ser severas. En Italia, por ejemplo, el costo anual promedio del daño causado por el coipú excede los 4 millones de EUR y se cree que llegará hasta 12 millones de EUR en el futuro (Panzacchi *et al.* 2007). La especie es una de las cien invasoras más dañinas del mundo, según el grupo de especialistas en especies invasoras de la Comisión por la Supervivencia de las Especies de UICN (Lowe *et al.* 2000).

Para mitigar sus impactos, se busca controlar al coipú en muchas partes del mundo; de hecho, este es uno de los objetivos principales de varios programas de erradicación. Uno de los programas de erradicación más exitosos fue el de East Anglia, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, en la década de 1980 (Gosling y Baker, 1989; Genovesi, 2005). El éxito de esa erradicación se facilitó por la susceptibilidad de la especie a los inviernos muy fríos, cuando la tasa de mortalidad puede exceder el 80 por ciento de la población (Carter y Leonard, 2002). Algunas poblaciones incluso colapsan completamente en inviernos muy crudos (Doncaster y Micol, 1990). Por el contrario, después de un invierno suave, las poblaciones de coipús muestran un crecimiento demográfico impresionante con tasas de supervivencia y reproducción más altas.

En muchas partes de Europa y Norteamérica donde la especie ha sido introducida, el clima es continental, con inviernos fríos que limitan la expansión de la especie. Pero el calentamiento global podría hacer que los daños causados por este roedor invasor aumenten considerablemente, al fomentar el crecimiento de las poblaciones, facilitar su expansión hacia áreas que actualmente no son aptas y limitar la eficacia de los programas de control. Las consecuencias podrían ser muy severas, no solo para la diversidad biológica en los ecosistemas de agua dulce, sino también para la economía de muchas áreas rurales. Una gran invasión podría afectar también la seguridad de las personas que habitan cerca de los ríos y las corrientes. El coipú debilita las riberas de los cuerpos de agua al cavar, lo que provoca derrumbes y, en algunos casos, podría provocar inundaciones.

el cambio climático podría facilitar la rápida expansión de este roedor neotropical invasor en buena parte de Europa. De hecho, ya está causando enormes pérdidas económicas en Italia. Los resultados alentadores también dependen de los grandes avances de la ciencia en cuanto a la erradicación. En los últimos años se ha desarrollado un número significativo de técnicas sofisticadas y protocolos, los cuales permiten el empleo de métodos altamente selectivos de eliminación que minimizan los impactos no deseados sobre el ambiente. En la erradicación se han usado muchas técnicas –con frecuencia de manera integrada desde atrapar o disparar a vertebrados, hasta envenenar invertebrados y usar tóxicos, pesticidas y herbicidas para eliminar malezas. También existe un número cada vez mayor de programas que apuntan a varias especies a la vez, con lo que se reducen los costos globales y se multiplican los resultados positivos de las campañas (Genovesi, 2007).

La eficacia de las diferentes técnicas depende de las condiciones climáticas; por ejemplo, la precipitación puede alterar seriamente los efectos de los tóxicos, cambiar la vulnerabilidad de las especies objetivo e influir en la respuesta de los invasores a la eliminación. El efecto potencial del cambio climático en los métodos de eliminación es aun más notable en el caso del control permanente, que es la única alternativa de manejo si la erradicación no es posible.

El calentamiento global agrega nuevos desafíos al manejo de invasiones, ya que afecta la posibilidad de nuevas incursiones y la manejabilidad de las especies y altera la eficacia de las medidas de control. Por lo tanto, es importante considerar tales efectos al formular estrategias de respuesta a las invasiones biológicas en toda la escala, desde el nivel mundial hasta el local. La modelación de poblaciones debe considerar los posibles efectos de los cambios globales. Es urgente el desarrollo de marcos efectivos de alertas tempranas y respuesta rápida, que guíen y sustenten las respuestas de los gobiernos. Asimismo, los métodos de manejo para combatir las invasiones actualmente en uso deben ser probados para detectar los efectos posibles del cambio climático (US Environmental Protection Agency, 2008).

Las condiciones climáticas también afectan el manejo de los patógenos que ingresan a nuevos ambientes y nichos, y con potencial de cambiar la dinámica de enfermedades relacionadas con el cambio climático. En áreas afectadas por incrementos de lluvia y temperatura, así como otros cambios en factores climáticos, se debiera hacer un mayor monitoreo de los cambios en los patrones de enfermedades endémicas y reconocimiento de las nuevas tendencias de patógenos emergentes. Los estudios epidemiológicos para el modelaje de los factores climáticos asociados con brotes de enfermedades pueden ayudar a identificar disparadores para mejorar la vigilancia y medidas preventivas. La identificación de factores de riesgo asociados con el intercambio de patógenos entre la fauna, animales domésticos y personas puede ayudar al desarrollo de planes de respuesta cuando se da el brote de la enfermedad. Este proceso requiere cooperación y que se comparta la información entre los oficiales de salud pública, veterinaria y vida silvestre en la región. La salud de los ecosistemas y la vida silvestre se relaciona directamente con la salud de los humanos y del ganado, de los cuales dependen. Es importante que desarrollemos la capacidad de monitorear, reconocer y responder a eventos de enfermedad poco

usuales por medio del enfoque multidisciplinario “*One Health*” (FAO, 2011c; Newman, Slingenbergh y Lubroth, 2010).



JOHN H. GHENT / USDA FOREST SERVICE / BUGWOOD.ORG

*Una avioneta rocía un insecticida biológico como parte de un programa de erradicación de la polilla gitana (Lymantria dispar).*