

Informe Técnico
Descripción General del Manejo
del Fuego en las Sabanas de Pino
Caribe (*Pinus caribaea*) de la
Mosquitia, Honduras



junio de 2006

GFI informe técnico 2006-1a

Cita: Myers, R., J. O'Brien y Steven Morrison, Descripción General del Manejo del Fuego en las Sabanas de Pino Caribe (*Pinus caribaea*) de la Mosquitia, Honduras. GFI informe técnico 2006-1a. The Nature Conservancy, Arlington, VA.

Traducción por Eva Vilarrubi.

La Iniciativa Global para el Manejo del Fuego de TNC reconoce el apoyo financiero de los programas Internacionales del Servicio Forestal de USDA en el desarrollo de esta evaluación.

Para mayor información, por favor póngase en contacto con:

Ronald L. Myers
Ecólogo de Fuego para América Latina y el Caribe
Iniciativa Global para el Manejo del Fuego
The Nature Conservancy
Tall Timbers Research Station
13093 Henry Beadel Drive
Tallahassee, FL 32312 USA
1 850 668-5569
rmyers@tnc.org
www.tncfuego.org

Fotografía de la portada: Incendios forestales en los bosques de pino caribe de la Reserva de la Biosfera Río Plátano, Honduras. ©Ronald Myers

índice

<u>Sección</u>	<u>Página</u>
Introducción	1
Objetivos y puntos principales	1
Distribución del pino caribe	2
Ecología general de las sabanas de pinos	3
Régimen del fuego	4
Adaptaciones y respuestas al fuego	6
Observaciones	12
Puerto Lempira-Mocorón-Pranza	12
Laguna de Brus	17
Tikales entre la Laguna de Brus y la Laguna de Ibans	18
Plaplaya y las sabanas de pino de la Reserva de la Biosfera Río Plátano	19
Conclusiones y Recomendaciones	22
Manejo integral del fuego	22
Atributos ecológicos clave relacionados con el fuego	22
Necesidades socioeconómicas y percepciones relacionadas con el fuego	25
Manejo del fuego	26
Próximos Pasos	28
Referencias	29

1 introducción

Objetivos y puntos principales

Entre el 2 y el 10 de marzo de 2005, un equipo de ecólogos de fuego convocados por la Iniciativa Global para el Manejo del Fuego de The Nature Conservancy, compuesto por tres, con experiencia en las aplicaciones del fuego, visitó lugares clave en las sabanas de pino caribe de la zona oriental de Honduras. El propósito de la visita fue comprender los problemas de manejo del fuego que afectan a la conservación de las sabanas de pino caribe ubicadas en la Reserva de la Biosfera Río Plátano y sus alrededores y en otras áreas de conservación en el Departamento de Gracias a Dios, en el área conocida por mucho tiempo como la Mosquitia. El viaje fue coordinado por el programa de Honduras/Nicaragua de The Nature Conservancy y MOPAWI (Mosquitia Pawisa Apiska), una ONG enfocada en el desarrollo y la conservación de la Mosquitia.

Los objetivos de la evaluación fueron:

- (1) Recolectar información sobre las necesidades y los problemas del manejo del fuego en el ecosistema del pino caribe y en las sabanas asociadas al mismo.
- (2) Evaluar los regímenes de fuego actuales y analizar si se han alterado significativamente, separándose de lo que se considera apropiado para mantener la integridad del ecosistema de sabana de pino.
- (3) Elaborar una lista de necesidades de investigación y vacíos de información.
- (4) Evaluar las necesidades de planificación y capacitación del manejo del fuego.
- (5) Estudiar cómo se pueden integrar a las comunidades locales y a la gente en las estrategias de manejo del fuego.
- (6) Identificar individuos clave que puedan participar en cursos de capacitación, intercambios y programas de mentoría.
- (7) Proponer talleres sobre el manejo del fuego que puedan realizarse en la región para encarar asuntos relacionados con el manejo del fuego.
- (8) Presentar a TNC Honduras y MOPAWI recomendaciones y pasos a seguir.

Los Miembros del Equipo

- Dr. Joseph O'Brien, Ecólogo de Fuego, Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Athens, Georgia, EE.UU.
- Dr. Ronald L. Myers, Ecólogo de Fuego para América Latina, Iniciativa Global para el Manejo del Fuego, The Nature Conservancy, Tallahassee, Florida, EE.UU.
- Steven Morrison, Director de Reservas del Centro de la Florida, The Nature Conservancy, Lake Wales, Florida, EE.UU.

El equipo estuvo acompañado por representantes de MOPAWI, en particular Carlos Molinero, y COHDEFOR (Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal), y se reunió con varios representantes de las comunidades locales en Puerto Lempira, Mocerón, Laguna de Brus y Laguna de Ibans.

Durante este viaje, no pudimos evaluar las amenazas al manejo del fuego y los problemas que afectan los bosques tropicales latifoliados de la Reserva de la Biosfera Río Plátano, aunque los problemas actuales de tenencia de la tierra y la colonización agrícola en la reserva y en sus zonas aledañas sugieren que se puede anticipar un aumento en el problema del fuego en estas áreas como consecuencia de las quemadas para limpiar terrenos y los fuegos agrícolas que se escapan.

Esta evaluación se llevó a cabo como parte de la Red de Aprendizaje para el Manejo del Fuego en América Latina y el Caribe, financiada por The Nature Conservancy, con ayuda financiera de los Programas Internacionales del Servicio Forestal de los Estados Unidos.

La información presentada en este informe está basada en las observaciones de los miembros del Equipo de Evaluación y de sus anfitriones hondureños y en las discusiones llevadas a cabo durante dos días de reuniones en Tegucigalpa y 6 días de trabajo de campo en la Mosquitia. Las observaciones del Equipo de Evaluación se limitaron a las siguientes áreas: (1) a lo largo del camino desde Puerto Lempira a la comunidad de Mocerón, y de Mocerón a la comunidad de Pranza, ubicada en el lado hondureño del Río Coco; (2) vuelos comerciales de La Ceiba a Puerto Lempira y de Puerto Lempira a Laguna de Brus, los cuales ofrecieron un panorama amplio de la distribución de la vegetación y de los incendios recientes; (3) las sabanas al oeste y al norte del poblado de Laguna de Brus, a las que se llegó por lancha y a pie; (4) la vía fluvial interior que va de Laguna de Brus a Laguna de Ibans y a Plaplaya; y (5) un sobrevuelo chárter al interior del país desde la Laguna de Ibans, sobre la Reserva de la Biosfera Río Plátano y luego rumbo este hacia Laguna de Brus.

Esta evaluación se basa en trabajo e información producto de años de experiencia de The

Nature Conservancy en las sabanas de pino de Florida, EE.UU., las cuales son ecológicamente similares a las sabanas de pino caribe, y en el trabajo actual de TNC en los bosques de pino caribe de Las Bahamas y de las sabanas de pino caribe de Belice. Una gran parte de este informe se basa en deducciones realizadas sobre la dinámica de las sabanas de pino hondureño a partir de los extensos conocimientos sobre la dinámica y los regímenes del fuego en las sabanas de pino *Pinus elliottii* (var. *densa*) y de pino de hoja larga (*Pinus palustris*) de Florida, los cuales son ecológicamente equivalentes. Observaciones recientes, actividades de manejo y el monitoreo en los bosques de pino caribe y las sabanas de Belice y Las Bahamas han prestado apoyo a estas deducciones.

Distribución del pino caribe

El *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, la variedad centroamericana de pino caribe, se extiende desde las planicies costeras de Belice y partes del Mountain Pine Ridge, hasta las tierras bajas del este de Honduras y el noreste de Nicaragua. Se pueden encontrar poblaciones extremas de esta especie en Quintana Roo, México, en la zona oriental de Guatemala y en las Islas de la Bahía (Honduras). A medida que aumenta la elevación, esta especie se entremezcla con el *Pinus oocarpa*, el cual eventualmente la reemplaza por completo. Existen otras dos variedades de pino caribe: *Pinus caribaea* var. *bahamensis* en Las Bahamas y en las Islas Turcos y Caicos y el *Pinus caribaea* var. *caribaea* en Cuba occidental y en la Isla de la Juventud (Farjon y Styles 1997). Ecológica y taxonómicamente, el *Pinus elliottii* var. *densa* (pinos del sur de Florida) en la zona del centro y sur de Florida es muy similar al *P. caribaea* en términos de su morfología, hábitat y respuesta al fuego. Anteriormente, habían sido considerados como la misma especie (Little y Dorman 1952).

Ecología general de las sabanas de pinos

Las sabanas de pino de las tierras bajas del Caribe cubren aproximadamente 6.000 km² en el oriente de Honduras y 10.000 km² en Nicaragua (figura 1). La topografía varía desde llana hasta levemente ondulada, menos de 200 m sobre el nivel del mar. Más cerca de la costa, el drenaje es pobre y los pinos se ven restringidos a las colinas y montículos formados por los antiguos bancos de arena insertados en una matriz de pastizales y/o de palmares inundados o anegados estacionalmente. Los bosques tropicales latifoliados se extienden a lo largo de los cursos de agua en forma de estrechas zonas ribereñas y pueden formar islas en áreas protegidas del fuego. Los suelos están compuestos de arenas, gravas y arcillas pobres en nutrientes, los cuales se superponen a arcillas pesadas, con un predominio de las arcillas en las zonas pobremente drenadas. En los suelos aluviales se encuentran extensiones de bosque latifoliado

más grandes. Sin embargo, los suelos no son una limitante para estos dos tipos de vegetación. En ausencia del fuego, los árboles de madera dura pueden invadir los pinares, mientras que las quemadas repetidas de bosques latifoliados pueden favorecer los pinos y a las especies adaptadas al fuego asociadas a éstos. En muchos lugares, el límite entre los bosques latifoliados y la sabana de pino es abrupto; en otros, un monte denso o una línea de maleza separa los dos tipos de vegetación.

Estos límites son una función de las diferencias en inflamabilidad entre la vegetación de la sabana de pino, y los combustibles que ésta crea, y la vegetación latifoliada, más húmeda y menos inflamable. Prácticamente todos los incendios se originan en las zonas de pinos. La mayor parte de estos incendios se apagan cuando llegan a los combustibles más húmedos y sombreados del bosque. En los pocos lugares a lo largo de estos límites que no han sufrido incendios por varios

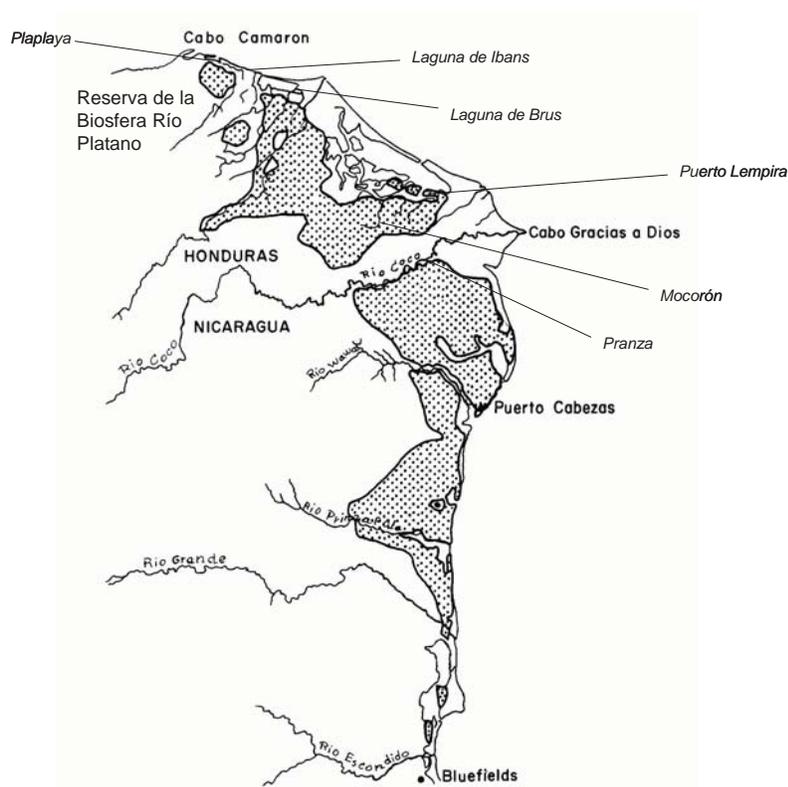


Figura 1. Ubicación general del pino caribe en el oriente de Honduras y Nicaragua (adaptado de Howell 1971) y ubicación aproximada de algunos lugares mencionados en este informe.

años, los árboles latifoliados se han mezclado con los pinos. Durante épocas de sequía severa, los incendios pueden cruzar estos límites y causar daño al bosque tropical de maderas duras. El bosque se recupera si se mantiene libre de incendios, pero los cambios causados por el fuego en las características del combustible hacen que estas áreas sean más inflamables y susceptibles a quemaduras futuras.

La precipitación anual en Honduras oriental es 2.600 a 3.500 mm, con una marcada estación seca que comienza en febrero y se extiende hasta mayo. Esta precipitación es más que suficiente para mantener a la vegetación tropical del bosque, lo cual sugiere que es la interacción del fuego con los suelos, y no el clima, el factor principal en el mantenimiento de las sabanas en la región. De hecho, se dice que la costa Miskito de Honduras y Nicaragua es probablemente la zona más lluviosa del Neotrópico con vegetación de sabana (Parsons 1955).

Es probable que los incendios en las sabanas de pino pueden ocurrir en cualquier momento del año, siempre y cuando hayan varios días soleados y sin lluvia. Los incendios que ocurren durante los períodos más húmedos son siempre más fragmentados y se apagan solos en la noche cuando aumenta la humedad. Al principio de la estación seca, los pastos todavía están verdes y la intensidad de los incendios es baja. Probablemente, la mayor parte de los incendios que ocurren durante esta época también se apagan por la noche. A medida que avanza la estación seca, los pastos combustibles y las agujas de pino caídas están cada vez más secas y es probable que los incendios continúen durante la noche y ardan durante muchos días.

Régimen del fuego

Las sabanas y los bosques de pino caribe de Honduras son mantenidos por el fuego, es decir, el ecosistema depende del fuego para su existencia. Sin incendios periódicos, los pinares se

transformarían en algo dominado por árboles tropicales de madera dura, palmas y arbustos. Los pinos, los pastos y las especies herbáceas desaparecerían. Hay probablemente muchas especies de vertebrados y de invertebrados que dependen de la sabana de pino abierta que se quema con frecuencia para mantener sus hábitats y sus fuentes de alimento. Las especies dominantes de plantas en el estrato superior, en el estrato medio y en la cobertura del suelo del ecosistema de pino, poseen adaptaciones tanto para sobrevivir al fuego como para responder positivamente a éste. Su inflamabilidad también facilita la propagación del fuego.

La manutención del ecosistema de sabana de pino requiere un régimen de fuego específico. Un régimen de fuego se define como un conjunto de condiciones del fuego recurrentes que caracterizan a un ecosistema determinado. Este conjunto de condiciones incluye la frecuencia del fuego, la intensidad del fuego, la severidad de las quemaduras, la estacionalidad de las quemaduras y el patrón de las quemaduras. El régimen del fuego necesario para mantener la biodiversidad del ecosistema de sabana de pino caribe de Honduras puede describirse de manera general como frecuente (es decir, los incendios se repiten a intervalos de entre 1 y 10 años), de baja intensidad, y de superficie (es decir, los combustibles que ayudan a propagar el fuego se encuentran sobre la superficie del suelo o inmediatamente por encima de la superficie). Estos incendios afectan poco a las especies del estrato superior o al substrato del suelo. El combustible es quizás capaz de quemarse en cualquier momento del año, siempre y cuando hayan uno o dos días secos después de una lluvia. Sin embargo, hay una extensa estación seca predecible que generalmente comienza a fines de enero y continúa hasta mayo. La mayoría de los incendios probablemente ocurren durante los meses de abril y mayo. La estación de incendios se puede extender hasta junio si la lluvia se demora en llegar. Esta evaluación se realizó entre

los comienzos y mediados de la estación seca, cuando la humedad es baja pero los pastos todavía están verdes. Los combustibles que propagan el fuego son pastos y agujas de pino. Los arbustos y palmeras existentes, entre dispersos y densos, también contribuyen a la intensidad del fuego y, cuando se queman, pueden afectar localmente a los estratos superiores de los pinos.

Si bien el intervalo adecuado de retorno del fuego varía entre 1 y 10 años, la palabra clave es “varía”, es decir, la variabilidad en la frecuencia del fuego y otros factores del régimen del fuego puede ser más importante ecológicamente que las propiedades promedio o repetidas. Aunque una sabana de pino que mantiene rodales de pino de edades mixtas o de edades parejas puede soportar incendios cada año durante varios años, incluso durante décadas, los incendios anuales repetidos reducirán gradualmente la densidad de los pinos hasta hacerlos desaparecer del todo, dado que los pinos no pueden reproducirse bajo un régimen de incendios anuales. De la misma manera, los incendios que ocurren cada 10 años estarían alimentados por combustibles muy pesados y, como consecuencia, aumentaría el riesgo de mortalidad de los árboles más grandes. Cuanto mayor sea la carga de combustibles, mayor será la intensidad del fuego, si todos los otros factores se mantienen constantes. Los incendios que se repiten solamente cada 10 años pueden permitir la persistencia de arbustos y árboles de maderas duras, los cuales se queman de manera intensa, y pueden promover el reemplazo de los bosques de pino con bosques latifoliados o de arbustos.

Existen dos fuentes de ignición: (1) Los relámpagos, particularmente hacia finales de la estación seca, son probablemente una fuente importante de igniciones, aunque en muchas áreas los incendios originados por relámpagos son muy pobremente reportados, y éste es probablemente el caso en la sabana de pino de la Mosquitia; y (2) Los seres humanos, los

cuales han sido una parte importante del ecosistema de sabana durante miles de años, y sus igniciones probablemente han sido clave, si no primordiales, en la configuración de la estructura, la composición de las especies, la dinámica de los rodales de pinos y la extensión de las sabanas. Es decir, los ecosistemas de pino biológicamente diversos invariablemente han estado sujetos a una influencia humana importante.

El régimen de fuego actual en la mayor parte de la sabana es probablemente demasiado frecuente para mantener los pinos a largo plazo, dado que muchas de las áreas se queman cada uno o dos años. Hay una significativa escasez de regeneración de pinos y de pinos más pequeños a lo largo de áreas extensas. Hace más de 50 años, Parsons (1955) notó esta situación en la zona oriental de Honduras y Nicaragua y afirmó que “*estos incendios no sólo han suprimido la invasión de árboles latifoliados, sino también han restringido marcadamente la regeneración de los pinos mismos. Las presiones adicionales de las operaciones madereras contribuyen a que la existencia a perpetuidad de los pinos como un elemento en la asociación de la sabana sea una causa de preocupación muy seria*”. La falta casi total de pinos en las sabanas cerca de Puerto Lempira probablemente refleja los efectos de la tala de madera y de las quemadas frecuentes.

La figura 2 presenta un modelo conceptual del régimen de fuego ecológico que muestra la relación entre el régimen del fuego y el tipo de vegetación. La densidad actual, la estatura y la composición de las especies de los rodales de pino y su sotobosque dependerán del intervalo promedio específico de retorno del fuego y de su varianza en un área particular. Esto se determinará por la frecuencia de ignición (proximidad a las actividades y comunidades humanas) y del modelo del paisaje (es decir, suelos, topografía, mosaico de vegetación de un área determinada).

Adaptaciones y respuestas al fuego

Las especies en ambientes en los cuales el fuego es previsible, como las sabanas de pino del este de Honduras, tienden a mostrar tres características: (1) **Resistencia** al daño causado por el fuego, (2) **Adaptaciones** para responder positivamente al fuego y (3) **Modificación** del ambiente del fuego en el cual están ubicadas. Esto se aplica tanto a las especies de la cobertura del suelo y del sotobosque como a los pinos.

Pino caribe

Las adaptaciones y respuestas del pino caribe al fuego no han sido estudiadas en profundidad, pero se pueden hacer varias inferencias a partir de (1) las observaciones sobre los efectos del fuego que se llevaron a cabo después de los incendios en las zonas de pino caribe; (2) las características morfológicas del pino (por ejemplo, el grosor de la corteza, las copas abiertas altas, las características de las plántulas); y (3) los conocimientos sobre las adaptaciones de especies de pino similares.

El pino caribe se regenera más fácilmente en los suelos minerales soleados que, naturalmente, ocurren después de los incendios. El fuego elimina la cobertura de pasto y de materia orgánica.

El fuego también puede matar árboles más antiguos, lo que reduce la densidad del rodal y, como consecuencia, permite más luz solar. Las plántulas no toleran la sombra y no sobreviven bajo doseles cerrados; por lo tanto, a fin de que la regeneración tenga éxito, es necesario algún tipo de agente que abra los rodales a la luz solar. Este agente puede ser el fuego, daños provocados por insectos o enfermedades, viento (principalmente huracanes) o tala. A veces el fuego puede interactuar con el daño causado por los insectos, el viento o la tala para permitir la regeneración.

Las plántulas de pino son sensibles al fuego, pero los árboles jóvenes (> 100 cm) pueden sobrevivir fuegos de superficie de baja intensidad, siempre que las cargas de combustible se mantengan bajas mediante quemas relativamente frecuentes y/o que los rodales se quemem bajo condiciones moderadas con un fuego en retroceso (es decir, que arde en dirección al viento). En Belice, se ha notado que la mayoría de los árboles muy jóvenes (entre 50 y 100 cm) sobreviven a los incendios en retroceso en las primeras épocas de la estación seca (diciembre) y que la mayoría de los árboles de más de 150 cm pueden sobrevivir fuegos en retroceso durante

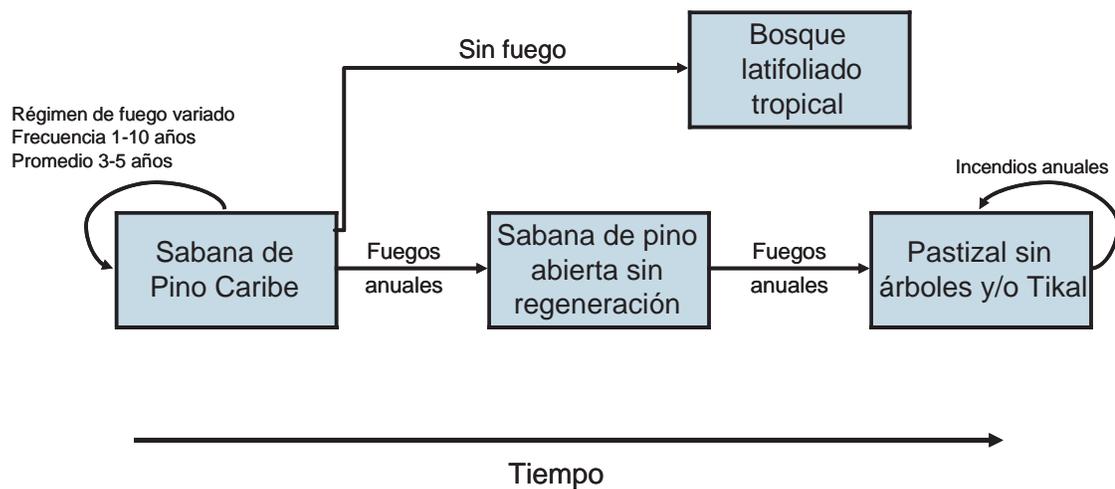


Figura 2. Modelo del régimen del fuego que muestra la relación entre la frecuencia del fuego y los cambios en la vegetación. El régimen actual de quemas casi anuales eventualmente causará la pérdida de los pinos. La supresión completa del fuego transformará las sabanas y los pinares en bosques latifoliados tropicales.

quemadas prescritas a mediados de la estación seca (febrero) en sitios que no se han quemado en 10 años (figura 3). En diciembre, enero y principios de febrero, el componente de combustible vivo (combustible verde) de los pastos es alto y el suelo está húmedo. A medida que avanza la estación seca, la proporción de combustibles vivos decrece con relación a los combustibles muertos. A fines de la estación seca, prácticamente todos los combustibles de la superficie están muertos, aumentando significativamente la intensidad potencial del fuego, la severidad de la quema y los efectos negativos sobre los árboles pequeños.

En general, las plántulas de pino caribe (es decir, menos de 1 año de edad) no pueden soportar incluso incendios de baja intensidad, pero algunos árboles jóvenes de 0,5 a 1,0 m de altura sobreviven los incendios de superficie, especial-

mente si las condiciones de la quema son moderadas y el frente de la llama está en retroceso o de flanco hacia el viento. La mayoría de los árboles jóvenes de pino caribe de más de 1,5 m de altura pueden sobrevivir condiciones de quemadas moderadas y/o fuego en retroceso o de flanco (figura 4). Los incendios forestales de finales de la temporada seca pueden ser mortales para la mayoría de los árboles jóvenes de menos de 1,5 m (figura 4).

Los árboles más grandes son muy resistentes al fuego. La corteza gruesa protege el cambium, mientras que el dosel alto y abierto permite la disipación del calor antes de que se alcancen temperaturas letales (figura 5). Las copas pueden soportar un chamuscado de agujas considerable, en algunos casos hasta el 100 por ciento, dado que los brotes están protegidos por agujas agrupadas en una densa roseta.



Figura 3. Fuego en retroceso como parte de una quema prescrita en la sabana de pino caribe en el Área de Conservación y Manejo Río Bravo de Belice. La quema se realizó en enero (principios de la estación seca) en combustibles que se habían acumulado por 8 años. El pino caribe de más de 1 m de altura tiene muy buenas probabilidades de sobrevivir a incendios con esta longitud de llama. Foto de R. Myers.



Figura 4. Foto superior: Árboles jóvenes de pino caribe inmediatamente después de una quema prescrita, Río Bravo, Belice, diciembre de 2003. Foto inferior: Supervivencia de árboles jóvenes en la misma vista, diciembre de 2004. Prácticamente todos los árboles jóvenes de más de 0,5 m sobrevivieron al fuego en retroceso que tuvo lugar bajo condiciones de quema moderadas. La intensidad de la línea del fuego fue menor que en la figura 3. Fotos de S. Morrison y R. Myers.



Figura 5. Rodal de pinos a lo largo del camino entre Mocarón y Pranza. La corteza gruesa y el dosel alto y abierto protegen al pino caribe del calor de los frecuentes incendios de superficie de baja intensidad. Foto de R. Myers.



Figura 6. Especies de pastos que florecen después de un incendio forestal a fines de marzo (medios de la estación seca) en una sabana de pino caribe de Belice. No se ha observado un florecimiento similar en quemas prescritas en pastizales de sabanas a principios de la estación seca (diciembre-febrero). Esto sugiere que puede haber una estación de respuesta a las quemas o a la intensidad de las quemas. Foto de R. Myers.

Especies de la cobertura del suelo

En la caracterización y el manejo de las sabanas de pino, a menudo se pasan por alto a las especies que componen la cobertura del suelo de las sabanas de pino, pero es precisamente allí donde se encuentra la mayor parte de la biodiversidad de estos ecosistemas. La cantidad de especies de plantas en la cobertura del suelo de sabanas de pino que se queman frecuentemente, como las de la Mosquitia, puede ser muy alta, en algunos casos con 30 o más especies por metro cuadrado (Walker y Peet 1983). Si bien no conocemos ningún estudio florístico de un año entero de pre-quema y post-quema de la cobertura del suelo en las sabanas de pino caribe, se supone que deberá ser tan alta como la diversidad de sabanas de pino ecológicamente equivalentes en cualquier otra parte, o incluso mayor. *Rhynchospora barbata*, *Bulbostylis paradoxus*, pastizales de los géneros *Trachypogon*, *Andropogon*, *Paspalum*, *Asistida* y *Leptocoryphium* y el helecho *Pteridium aquilinum*, estimulado por el fuego, son todas especies comunes.

La gran mayoría de las especies de la cobertura del suelo son resistentes al fuego. Casi todas son perennes y poseen la capacidad de rebrotar de raíces subterráneas, rizomas o lignotubérculos. Muchos de los pastos y otras hierbas están adaptados para florecer después de un fuego, especialmente si éstos ocurren a finales de la estación seca y/o son intensos (figura 6 y 7). Es probable que algunas de las especies de la cobertura del suelo no florezcan y produzcan semillas sin la influencia del fuego. También es probable que haya una cantidad de especies cuya presencia es rara excepto después de un incendio.

Las especies en ecosistemas mantenidos por el fuego y quemados frecuentemente tienden a ser inflamables dado que poseen una forma de crecimiento, estructura y composición química que facilita la ignición y la propagación del fuego. Las matas de hierba o pajonales, como los que se



Figura 7a. Estado vegetativo de *Bulbostylus paradoxa* (Cyperaceae), una especie común de cobertura en las sabanas de la Mosquitia y muy común en las sabanas tropicales mantenidas por el fuego en las Américas.



Figura 7b. *Bulbostylus paradoxa* en flor pocos días después de un incendio. Es probable que esta especie no florezca si no se quema. La presencia de especies con fuertes adaptaciones al fuego como ésta es una indicación de una larga historia de incendios frecuentes. Las fotos fueron tomadas en las sabanas entre Mocerón y Pranza. Fotos de R. Myers.

encuentran en la Mosquitia, son típicos de los ecosistemas mantenidos por el fuego y poseen estas características inflamables.

Especies del sotobosque

Otra especie sumamente inflamable en las sabanas de pino caribe es la especie de palma dominante, *Acoelorrhaphe wrightii* (figuras 8a y

b). La inflamabilidad asegura que los incendios se propaguen intensamente y que mantengan las condiciones propicias para el crecimiento y la reproducción constantes de las especies adaptadas.

Acoelorrhaphe wrightii es común en las sabanas de pino de la Mosquitia y grupos de esta palma tienden a dominar algunas áreas, especialmente cerca de la costa adyacente a las lagunas costeras rodeadas de manglares. El nombre local de la palma es tique, y las parcelas extensas de palmas se llaman tikales. Puede ser que estas palmas pequeñas sean más tolerantes que los pinos a niveles altos de la capa freática, a suelos que se saturan estacionalmente y a las inundaciones periódicas.

Otras especies leñosas están muy dispersas por toda la sabana y por los pinares. Su baja densidad se debe probablemente a la historia de incendios muy frecuentes. Prácticamente todas las especies leñosas comunes en la sabana poseen algún tipo de resistencia al fuego y la capacidad de rebrotar si los incendios las dañan. Las especies *Byrsonima crassifolia* (nance), *Curatella americana*, *Calliandra houstoniana*, *Miconia* spp., *Crescentia* sp. y el roble *Quercus oleoides* son todas comunes en sabanas mantenidas por el fuego, tanto naturales como derivadas, en Mesoamérica. La *Curatella* se extiende a sabanas derivadas y naturales en América del Sur.

Los arbustos se destacan más en rodales de pino que han escapado a los incendios por varios años, a costa de la cobertura herbácea del suelo. En Belice se estudió la respuesta al fuego de dos especies comunes de arbustos en las sabanas de pino caribe (Miyanishi y Kellman 1986). Se notó que la reproducción de *Miconia albicans* y *Clidemia sericea* a partir de semillas estaba estimulada por el fuego. Ambas especies también rebrotan después que el fuego ha matado a su parte superior.



Figura 8a. Un grupo de palma *Acoelorrhaphe wrightii* quemándose intensamente durante una quema prescrita en febrero de 2005 en Río Bravo, Belice. Esta foto ilustra la alta inflamabilidad de esta especie.



Figura 8b. La misma vista tomada 5 meses después de la quema. La palma, si bien es altamente inflamable, se recupera fácilmente del fuego intenso. Otras especies como el pino, que son menos tolerantes al fuego de intensidad alta, se morirían si estuvieran al lado de la palma. Por lo tanto, la inflamabilidad de la palma le ofrece una ventaja competitiva frente a otras especies. Fotos de R. Myers.

2 observaciones

Puerto Lempira–Mocorón–Pranza

Observación 1: Sabana cercana a Puerto Lempira. Las sabanas observadas entre Puerto Lempira y Pranza se queman muy frecuentemente, en algunos casos anualmente. Esto puede explicar la escasez de pinos en las cercanías de Puerto Lempira, si bien una larga historia de tala local y algo de tala comercial probablemente contribuyen a la falta de pinos. Dado que los incendios frecuentes mantienen la carga de combustible muy baja, los pinos desde el tamaño de postes hasta los maduros que existen, por lo general no se ven afectados por los incendios frecuentes. Por otro lado, se carece de regeneración (figura 9).

Observación 2: Manejo de los bosques de pino cerca de Mocorón. Más cerca de la comunidad de Mocorón hay una mezcla de plantaciones de pinos y rodales naturales de pino bastante den-

sos como consecuencia de las plantaciones y del manejo del bosque más intensivo que comenzó en 1975, cuando COHDEFOR participaba más activamente en el desarrollo comercial de bosques de pino y en la implementación de la protección del bosque en el área (figura 10). Estas actividades de manejo se abandonaron después de 15 a 20 años.

En las últimas décadas, la mayoría de estos rodales se han quemado durante incendios forestales relativamente frecuentes. Una guarnición militar en las cercanías de Mocorón todavía mantiene algunos esfuerzos de control de fuego.

Los esfuerzos de supresión del fuego en el área de Mocorón pueden estar, en realidad, aumentando la probabilidad de incendios más destructivos a medida que se acumula el com-



Figura 9. La sabana abierta, con una escasa población de pinos en las cercanías de Puerto Lempira, es probablemente una consecuencia de quemas muy frecuentes y de una larga historia de tala local. Los incendios son demasiado frecuentes como para permitir la regeneración adecuada de los pinos. Bajo los regímenes actuales del fuego, los pinos terminarán por desaparecer. Foto de R. Myers.

bustible o que progresa la estación seca. Los incendios que han estado ocurriendo parecen tener resultados positivos en los rodales de pino, dado que reducen los combustibles y protegen a los rodales de incendios forestales dañinos. A comienzos de la estación seca, estos incendios tienden a apagarse durante la noche, cuando la humedad relativa se acerca al 100 por ciento y el rocío se acumula sobre la superficie de la vegetación. Estos incendios de comienzos de la estación seca son efectivos no sólo porque reducen el combustible en los rodales de pino, sino también porque crean un mosaico de parcelas quemadas que sirve para restringir el tamaño de incendios posteriores. Los esfuerzos por suprimir estos incendios pueden exponer a los bosques a incendios más

severos a medida que avanza la estación seca, cuando la supresión es más difícil. Una mejor estrategia puede ser permitir que ardan la mayoría de los incendios a comienzos de la estación seca. Se podría alentar a las comunidades locales a que realicen sus quemas en esta época del año y que se enfoquen en las áreas prioritarias a la vez que eviten las quemas en áreas donde la regeneración es necesaria. Si bien estos incendios no estarían, en gran parte, bajo manejo, es una actividad que dirigiría el nivel actual de la quema hacia el logro de las metas de manejo del bosque y de las necesidades de la comunidad.

La mayor parte de este bosque representado en la figura 10 está compuesto por rodales de



Figura 10. Plantaciones de pino cerca de Mocorón. La mayoría de estas plantaciones y de los rodales naturales cercanos se queman frecuentemente con fuego que no está bajo manejo. A comienzos de la estación seca, estos incendios son beneficiosos porque impiden la acumulación de combustible y reducen la probabilidad de incendios que dañen a los árboles más tarde en la estación seca. Estas quemas a comienzos de la estación seca también crean un mosaico de parcelas quemadas que limitan la propagación de incendios forestales dañinos que ocurren más tarde en la estación seca. Foto de R. Myers.

edades parejas, con árboles de entre 30 y 40 años de edad. Algunos parecen mantener varias clases de edades. Desde una perspectiva silvicultural y de manejo del bosque, estos rodales están en buenas condiciones, mantenidos y protegidos por incendios antropogénicos frecuentes y no manejados. En algunos lugares, observamos rodales que habían sufrido por incendios intensos, los cuales habían causado una gran mortalidad entre los árboles (figura 11). En algunos casos, había una importante regeneración de pinos debajo de los árboles muertos. Este tipo de daño probablemente tuvo lugar durante incendios frontales intensos (incendios que avanzan a favor del viento) durante períodos extremadamente secos. La intensidad del fuego se debió a las cargas de combustibles más altas que resultan de las acciones de manejo anteriores de COHDEFOR y de las actividades actuales de supresión del fuego por parte del cuerpo militar.

La alta densidad de pinos en las áreas afectadas también puede haber contribuido al extenso daño producido por el fuego, dado que los rodales densos tienden a atrapar el calor por debajo del dosel.

Observación 3: Efectos del régimen de quemas actual cerca de Mocerón. Se observaron varias quemas recientes (pocos días o semanas atrás) y había varios incendios en curso en las zonas sur y oeste de Mocerón. Pensamos que el impacto de estos incendios es, mayormente, beneficioso. Varios incendios quemaron el sotobosque en rodales de pino de tal manera que un equipo profesional encargado de quemas prescritas no habría podido quemarlo mejor. Los incendios pueden ser demasiado frecuentes para permitir la regeneración de pinos, pero de cualquier manera, estos rodales de edades básicamente parejas, previamente manejados, son demasiado



Figura 11. Extenso daño y gran mortalidad de los árboles, probablemente como consecuencia de un incendio forestal a fines de la estación seca que ardió bajo condiciones ambientales severas, es decir, fuertes vientos, baja humedad relativa, baja humedad en los combustibles finos y, posiblemente, mayor acumulación de combustibles. Foto de R. Myers.

densos para permitir una regeneración exitosa. Con un intervalo un poco mayor entre los incendios, la regeneración ocurriría a medida que los rodales se hacen menos densos de manera natural y su edad se vuelve más despareja, o se puede facilitar la regeneración usando técnicas silviculturales adecuadas después de una tala. Las cargas bajas de combustible, mantenidas por una quema relativamente frecuente, están protegiendo eficazmente al bosque de los daños producidos por incendios severos.

Más cerca de la base militar al sur de Mocarón, algunos rodales de pino tenían sotobosques densos de arbustos y una acumulación considerable de combustible fino muerto, lo que indica que transcurrieron varios años sin ningún incendio. Es de suponer que esta situación es el resultado de acciones efectivas de supresión de incendios realizadas por el ejército. Pensamos que sería mejor si el ejército permitiera que la mayoría de los incendios que ocurren a comienzos de la estación seca sigan su curso, especialmente si están ardiendo con intensidad moderada o atravesando el rodal en retroceso o de flanco. La supresión agresiva de incendios debe ocurrir sólo en áreas que necesitan la regeneración o cuando amenazan características culturales. Las cuadrillas militares encargadas de la supresión de incendios podrían ser incorporadas a un programa de manejo del fuego que incluye quemas prescritas ubicadas estratégicamente para reducir el combustible y cortar su continuidad horizontal. Sus esfuerzos actuales de supresión sólo permiten incendios más severos y extensos cuando la estación seca está más avanzada.

Observación 4: Cortafuegos antiguos. Hay varios cortafuegos antiguos que separan los rodales de pino que fueron manejados en el pasado. Estos rodales no han sido mantenidos por años. Si los rodales o las unidades de manejo necesitan protección del fuego por varios años, podrían quemarse estos antiguos

cortafuegos para crear líneas negras. El uso de líneas negras y áreas quemadas como cortafuegos tiene un impacto ambiental mucho menor que el mantenimiento de los cortafuegos por medios mecánicos que perturban el suelo.

Observación 5: A lo largo del camino desde Mocarón a Pranza. Entre Mocarón y Pranza hay extensas áreas de rodales naturales de pino caribe (figura 12). Aparentemente, éstos nunca han sido talados con fines comerciales, aunque probablemente haya una larga historia de tala para uso local. La estructura de estos rodales refleja el régimen del fuego al que han sido expuestos. Hay árboles más antiguos dispersos, una mayor abundancia de árboles ampliamente separados que probablemente datan de la década de 1970, cuando se implementó, durante una década aproximadamente, la supresión de incendios, y muy pocos árboles jóvenes. La regeneración limitada es consecuencia de las quemas muy frecuentes.

Observación 6: Comunidad de Mocarón. El equipo de evaluación se reunió con líderes comunitarios de la comunidad indígena de Mocarón. Esta comunidad está ubicada en las afueras de una gran extensión de bosque, sabana y plantaciones de pino, que había sido administrada por COHDEFOR en la década de 1970 y comienzos de la década de 1980. Después de esta fecha, cuando COHDEFOR no pudo apoyar las actividades de manejo del bosque en el área, el bosque de pino quedó básicamente sin manejo y sólo protegido del fuego por el ejército hondureño.

Desde entonces, estos bosques se han mantenido, en gran parte, por incendios de origen humano, frecuentes, no planificados y sin control. La gente enciende el fuego para mejorar el pasto para la ganadería, para atraer animales de caza los cuales buscan la nueva materia verde, controlar las garrapatas y otras pestes y facilitar el viaje y el acceso al mantener los senderos



Figura 12. Pino caribe abierto y mantenido por el fuego en el camino a Pranza. La estructura de este rodal es probablemente consecuencia de incendios muy frecuentes, con un período libre de incendios en la década de 1970, lo cual permitió la regeneración de la mayoría de los árboles. Nótese los árboles de sotobosque *Byrsonima crassifolia* y *Curatella americana* dispersos. Foto de R. Myers.

abiertos y la vegetación baja. Las personas que encienden los fuegos también creen que los incendios son necesarios para “limpiar” la sabana de pino. “Los pinares se ponen feo sin quemar”. Estos pueblos indígenas, que han vivido miles de años en un ambiente de fuego, poseen una cultura de fuego que probablemente ha sido importante en el mantenimiento de la extensión y calidad de las sabanas nativas de pino. Los mensajes actuales de prevención de incendios están en desacuerdo con la cultura del fuego usada en el área. La campaña de TNC denominada “Las Dos Caras del Fuego”, que se analizará más adelante en este informe, es una alternativa a los mensajes actuales de prevención de incendios.

Si bien muchas personas ven una necesidad en los incendios, los líderes comunitarios ven el fuego como un hecho negativo. Señalan los incendios que arden durante días en la estación

seca y algunos lugares en los cuales el fuego ha dañado rodales enteros de pinos como indicadores de los efectos dañinos del fuego.

La comunidad está en proceso de ganar los derechos de manejo y tala en por lo menos una parte de los bosques de pinos cerca del poblado de Mocarón. El control y la prevención de incendios son una inquietud primordial tanto para la comunidad como para las agencias gubernamentales que están negociando la transición al control y uso comunitarios. Actualmente, la comunidad no posee la capacidad necesaria para luchar contra incendios o para implementar un programa de manejo del fuego. Más adelante en este informe se discutirán posibles oportunidades para promover e implementar un enfoque más integral al manejo del fuego a nivel comunitario para estos bosques de pino.

Laguna de Brus

Observación 1: Reunión con líderes comunitarios. Los líderes comunitarios de Laguna de Brus expresaron su preocupación con respecto a las restricciones impuestas por COHDEFOR a la quema, las cuales no son compatibles con las necesidades de la comunidad. A pesar de esto, COHDEFOR reconoce que no posee la capacidad necesaria para imponer las reglamentaciones relativas a las quemas. Los líderes comunitarios expresaron su preocupación sobre la visita del equipo evaluador, dado que pensaron que su presencia en la región se debía a que apoyaba la restricción de las quemas. Ellos expresaron la necesidad de las quemas principalmente como una forma de mejorar el forraje para el ganado. Asimismo, ellos queman para preparar los campos agrícolas, para matar las larvas de insectos que atacan al maíz y para facilitar la caza de iguanas.

Observación 2: Visita a los rodales de pino cerca de la comunidad y los pastizales al noreste. En

las afueras del poblado de Laguna de Brus, los pinos están limitados a “islas”, es decir, a pequeñas elevaciones rodeadas de un “mar” de pastizales estacionalmente inundados, con palmeras dispersas. Estas islas de pino están compuestas principalmente por árboles grandes maduros y hay muy poca o ninguna regeneración (figuras 13 y 14). Estas áreas se queman frecuentemente, principalmente en incendios anuales iniciados en los pastizales con el fin de mejorar el forraje. La frecuencia de la quema causa la carencia de regeneración de pinos. Además, los pinos se talan selectivamente para uso local. COHDEFOR tiene a su cargo la tarea de otorgar permisos para la tala de árboles. Debido a la falta de regeneración, los árboles cosechables se acabarán pronto. La creación de intervalos de varios años libres de incendios permitirá la regeneración y el mantenimiento a largo plazo de los rodales de pino. Éste podría ser un esfuerzo comunitario para manejar sosteniblemente los rodales como bosques comunales.



Figura 13. Bosque comunal de pino en las afueras del poblado de Laguna de Brus. Las quemas casi anuales y la tala pronto tendrán como consecuencia la desaparición de los pinos. Estos rodales podrían manejarse con el fuego para su uso sostenible. Foto de R. Myers.

La quema frecuente de los pastizales a fin de producir forraje para el ganado sigue la práctica muy común de quemar parcelas a lo largo de todo el año. Las quemaduras durante la estación húmeda, hasta comienzos de la estación seca, se apagan solos durante la noche. Los incendios que se inician más entrada la estación seca probablemente se extiendan a parcelas quemadas previamente y, por lo tanto, son de tamaño limitado. La progresión de parcelas recientemente quemadas y parcelas que están “reverdeciendo” sirve para rotar al ganado de una parcela verde a la otra durante todo el año.

No hay motivo que impida que los pastizales más húmedos y sin árboles continúen quemándose anualmente para cumplir con los objetivos de la mejora del forraje (figura 15). Se deberán poner en práctica técnicas apropiadas para evitar que los incendios anuales entren a los rodales de pinos. Para lograr esto, sería necesario crear líneas negras anuales alrededor de los rodales de pinos o llevar a cabo quemaduras prescritas en los pastizales a comienzos de la estación seca, los cuales protegerían a las islas de pinos de los incendios en la estación seca, siempre y cuando la comunidad se comprometiera a mantener los incendios fuera de los

rodiales por varios años. Desde el aire, se ven algunas elevaciones arenosas en las sabanas costeras que podrían mantener pinos o que tienen una población muy escasa de pino. Es posible que estas áreas puedan mantener bosques de pinos si la frecuencia de los incendios se redujera y si hubiera una fuente de semillas de pino adecuada.

Tikales entre la Laguna de Brus y la Laguna de Ibans

Observación 1. Quema de los tikales. Entre la Laguna de Brus y la Laguna de Ibans existen extensos humedales herbáceos que contienen grandes rodales o parcelas de palmeras *Acoelorrhapha wrightii*, conocidas en el lugar como tikales (figura 16). La construcción de un canal que conecta el Río Plátano con la Laguna de Ibans cruza uno de estos extensos tikales. Los incendios que se inician en el canal han estado quemando a los tikales cada año. Esta palmera provee importante material de construcción a las comunidades de las costas, las cuales usan las hojas de la palmera como material para los techos y los troncos para las paredes. Se ha expresado la preocupación de que los incendios afectan la calidad y la utilidad de las hojas de palma. No obstante, la palmera es muy



Figura 14. Islas de pino en elevaciones arenosas con buen desagüe, cerca de la costa entre Puerto Lempira y Laguna de Brus. Los incendios casi anuales impiden la regeneración de pinos y crean rodales de pinos muy poco densos. Foto de R. Myers.



Figura 15. Sabana muy húmeda sin árboles y con pequeñas palmeras dispersas cerca de la Laguna de Brus, que se quema casi todos los años para mejorar el forraje para el ganado. Foto de J. O'Brien.

inflamable y ciertamente depende del fuego. Se podría proteger a los ticales de estos incendios anuales quemando ambos lados del canal durante un período en el cual los incendios no se extiendan tan lejos y se apaguen durante la noche.

Plaplaya y las sabanas de pino de la Reserva de la Biosfera Río Plátano

Visitamos (1) una comunidad de bosque de pino del lado terrestre de las vías fluviales cerca de la comunidad de Plaplaya (figura 17) y (2) las sabanas de pino del lado suroriental de la Laguna



Figura 16. Incendios en un extenso humedal con parcelas de tical entre el Río Plátano y la Laguna de Ibans. Foto de R. Myers.



Figura 17. Bosque comunitario de pino cerca de Plaplaya. La falta de regeneración de los pinos es una consecuencia de la densidad del dosel y del sotobosque. Las quemadas periódicas facilitarían la regeneración en áreas abiertas y reducirían el riesgo que presentan los combustibles. Foto de R. Myers.

de Ibans, la cual constituye la única sabana de pino dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera Río Plátano (figura 18).

Observación 1: Comunidad de bosque de pino. El sitio cerca de Plaplaya no es un bosque natural de pino. Dada su proximidad a las comunidades de la costa, el bosque ha sido usado durante años con fines ganaderos y para la tala selectiva de madera. Probablemente, los pinos de gran tamaño se establecieron en pastizales o terrenos agrícolas antiguos después de que éstos fueron abandonados. Actualmente, la comunidad protege al bosque del fuego y controla otros usos del bosque. Para ellos, el fuego es un elemento negativo. El sitio puede ser manejado para la tala sostenible de pinos usando el fuego para mantener una baja carga de combustible y para facilitar la regeneración. En este momento, el sitio carece de regeneración de pinos. Probablemente esto es una consecuencia de la sombra producida por el denso rodal de pinos y por una capa de arbustos densa. Las quemadas periódicas estimularían la

regeneración de pinos en parcelas abiertas. Si la ausencia de fuego continúa, los pinos finalmente desaparecerán, con o sin aprovechamiento de los árboles por parte de la comunidad.

Observación 2: Sabana de pino de la Reserva de la Biosfera Río Plátano. Al sureste de la Laguna de Ibans, dentro de la Reserva de la Biosfera Río Plátano, se extiende una extensa sabana de pino que se encuentra en estado casi natural. La tala selectiva para uso local y las quemadas frecuentes son comunes en las zonas de fácil acceso cerca de la laguna. Los pueblos locales que usan el bosque de pino sostienen firmemente que los pinares necesitan ser quemados, aunque las personas que viven en las comunidades a lo largo de la costa expresaron su preocupación por las quemadas frecuentes. El paisaje es un buen ejemplo de bosque de pino caribe y sabana, con pantanos herbáceos y pastizales muy húmedos en zonas de pobre drenaje (figura 18). Al igual que en otras áreas, la regeneración de pinos es escasa debido a las



Figura 18. Sabana de pinos frecuentemente quemada en la Reserva de la Biosfera Río Plátano. Nótese las parcelas quemadas y no quemadas, creadas por un incendio a comienzos de la estación seca. Las parcelas que se mantienen libres de fuego por 3 o 4 años pueden permitir la regeneración de pinos. Estos incendios de principios de la estación seca son de muy baja intensidad y baja severidad. Foto de R. Myers.

quemadas frecuentes. Esta área podría manejarse de manejo del fuego.
con quemadas mediante un proyecto comunitario

4 conclusiones y recomendaciones

Manejo integral del fuego

La Iniciativa Global para el Manejo del Fuego de The Nature Conservancy está promoviendo el concepto de **Manejo Integral del Fuego** como un mecanismo para el mantenimiento sostenible de los ecosistemas y de las comunidades. El concepto de manejo integral del fuego no es nuevo y ha sido usado de maneras diferentes y en contextos variados. Para TNC este concepto implica la integración de tres componentes interrelacionados del fuego (estrategias, acciones y procesos), con el fin de lograr el mantenimiento sostenible de las comunidades y de los ecosistemas. Los componentes son: (1) los aspectos técnicos del manejo del fuego, por ejemplo, la prevención, la supresión y el uso del fuego; (2) el papel ecológico que el fuego juega en los ecosistemas en consideración; y (3) la cultura del fuego en las comunidades que usan y viven en estos ecosistemas. El manejo integral del fuego puede visualizarse como un triángulo cuyos lados son: (1) el manejo del fuego, (2) la ecología del fuego y (3) los aspectos socio-culturales del fuego (figura 19).

El manejo integral del fuego es un método



Figura 19. El triángulo del manejo integral del fuego ilustra el marco conceptual que integra las percepciones básicas del fuego y la necesidad de las comunidades de utilizar al fuego, con las consecuencias beneficiosas y dañinas que el fuego puede tener para los ecosistemas, combinados con los aspectos técnicos del manejo del fuego.

para hacer frente a los problemas y a las preocupaciones planteadas tanto por los incendios deseables como por los indeseables, dentro del contexto de los ambientes naturales y de los marcos socioeconómicos en los cuales ocurren. Utiliza la evaluación y el balance de los riesgos relativos planteados por incendios con funciones ecológicas, económicas y sociales beneficiosas o necesarias en un área de conservación, región o paisaje determinado. También busca métodos eficaces en relación a los costos para prevenir incendios indeseables. Cuando los incendios ocurren, provee un proceso de (1) evaluación para saber si los efectos serán dañinos, beneficiosos o benignos, (2) un balance relativo de beneficios y riesgos y (3) una respuesta adecuada y efectiva basada en objetivos establecidos para el área en cuestión (Myers 2006).

A continuación se analizan los tres lados del triángulo del manejo integral del fuego en su relación con la situación y los problemas que enfrenta la Mosquitia:

Atributos ecológicos clave relacionados con el fuego

(1) La Mosquitia de la zona oriental de Honduras posee algunos de los mejores ejemplos de sabanas de pino caribe y ecosistemas relacionados relativamente intactos que se encuentran en América Central. A lo largo de Mesoamérica y del Caribe quedan muy pocos ecosistemas de pino tropical y de pino y roble realmente protegidos por su biodiversidad y por sus procesos naturales. Cuando realmente existe protección, ésta tiene lugar en un marco de intensa silvicultura y protección del fuego que favorecen la producción de pino a costa de la diversidad biológica y del mosaico de paisajes que se encuentran en sistemas naturales dinámicos.

(2) Estos ecosistemas son dependientes del fuego, es decir, sin fuego, o sin el tipo adecuado

de fuego—demasiado o muy poco—su estructura y la composición de sus especies cambiará, con la consecuente pérdida de hábitats y de las especies que dependen de las sabanas y de los bosques de pino. Si no se incorpora el fuego a la conservación y el manejo de estos ecosistemas, éstos terminarán por desaparecer. Si bien la prevención y supresión del fuego son actividades importantes para evitar los efectos negativos de los incendios indeseables, especialmente en plena estación seca, muchos de los incendios que ocurren anualmente tienen consecuencias positivas en vez de dañinas.

(3) La importancia del fuego en el mantenimiento de los ecosistemas de bosque y sabana de pino caribe puede deducirse de (a) la historia de vida y las características morfológicas de los pinos y de muchas otras especies, que les permiten persistir y responder positivamente en un ambiente caracterizado por quemaduras muy frecuentes, y (b) la enorme cantidad de información ecológica disponible sobre los ecosistemas relacionados de sabana de pino de Belice, la planicie costera suoriental de los Estados Unidos y Las Bahamas (Myers 2000).

(4) La principal evidencia de que, en la actualidad, los incendios en la Mosquitia pueden ser demasiado frecuentes es la pobreza de regeneración de los pinos y la escasez de pinos más jóvenes. A escala de paisaje, la estructura natural de los pinos bajo un régimen de fuego adecuado debería ser un mosaico de rodales de edad pareja y de diferentes tamaños, es decir, los árboles dentro de un rodal son de la misma edad, pero los rodales deben representar diferentes clases de edades. Es decir, debe haber una matriz de rodales abiertos de árboles viejos con rodales cada vez más densos de árboles más jóvenes intercalados en la matriz. La regeneración debe ocurrir en parcelas que carecen de un estrato superior denso de pinos y que han sido quemadas recientemente. La supervivencia de las plántulas depende de un intervalo libre de incendios de 3 a 5 años.

Se han desarrollado técnicas de manejo forestal que aprovechan esta estructura natural del bosque; éstas incluyen talas selectivas en los rodales más antiguos, seguidas de quemaduras para estimular la regeneración de pinos en las parcelas taladas. Las quemaduras también clarean

rodales más jóvenes en los que la regeneración es densa y protegen a otras áreas de los incendios forestales. Desde el punto de vista de la conservación, las plantaciones de pino densas no son un buen sustituto de los bosques y sabanas de pino naturales.

(5) La biodiversidad del ecosistema de sabana de pino se encuentra en la cobertura del suelo. El manejo forestal y las prácticas silviculturales que perturban a la cobertura del suelo son, por lo tanto, indeseables. Este es un hecho que muy a menudo se pasa por alto en el manejo y el mantenimiento de los ecosistemas de bosque de pino. Los esfuerzos de manejo y conservación tienden a concentrarse en el manejo de los pinos con fines comerciales y en usos locales más que en el mantenimiento del ecosistema en su totalidad. Las plantaciones de pino densas y su mantenimiento también son nocivos para la cobertura del suelo dado que la sombrean totalmente. Los esfuerzos realizados en el pasado para manejar a estos ecosistemas de pino en Honduras y en Nicaragua se han centrado en la conversión de las sabanas en bosques de pino densos. La estructura natural del ecosistema de pinos es abierta, hecha de rodales de pino maduros similares a un parque, con rodales más densos de pinos jóvenes y con regeneración, clareadas naturalmente por repetidos incendios. Esta estructura del bosque permite una cobertura del suelo continua, con arbustos dispersos y con islas de árboles de madera dura, en áreas con suelos adecuados y regímenes de fuego acomodaticios.

No conocemos ningún lugar en los ecosistemas de pino de Mesoamérica en el que se reconozca el valor de la biodiversidad de la cobertura del suelo y se proteja el ecosistema de manera acorde. De hecho, no hay estudios florísticos de la vegetación de la cobertura del suelo en ninguna parte de la región. En la mayoría de los casos, los pastos ni siquiera han sido identificados. El fuego es esencial para el mantenimiento de la diversidad de las especies de la cobertura del suelo y la regeneración de los pinos. Hay técnicas de manejo de bosques ecológicamente apropiadas para los bosques y las sabanas de pino naturales que mantienen la estructura natural de la población de pinos y dejan intacta a la cobertura del suelo.

(6) Ya en 1955 se había reconocido en la Mosquitia el papel del fuego y la necesidad de intervalos libres de incendios para estimular la regeneración de pinos. Parsons (1955) declaró que “*el efecto más serio de los incendios es la destrucción de plántulas de pinos jóvenes... La replantación no es necesaria, dado que los pinos son prolíficos productores de semillas. Sí es necesaria la protección completa del fuego en las áreas que fueron taladas durante cinco a diez años o hasta que la regeneración natural alcance una altura de dos y medio a tres metros. Un sistema simple de cortafuegos sería muy útil en este sentido, dado que, a menudo, un estrecho sendero es suficiente para frenar las llamas*”.

Nuestros datos de Belice indican que muchos árboles de entre 1 y 1,5 metros de altura pueden sobrevivir incendios de baja intensidad y sugieren que un intervalo de 5 años (o menos) libre de incendios puede ser suficiente. Nos oponemos al uso extensivo de cortafuegos de suelo mineral con el fin de limitar la propagación de incendios dado el daño que causan a la cobertura del suelo. Más apropiado es el uso de líneas negras, la selección del día de las quemaduras y la ubicación de áreas quemadas en lugares apropiados en vez del uso de cortafuegos de suelo mineral.

(7) Se citó con frecuencia el daño al suelo y su erosión como efectos perjudiciales del fuego en el ecosistema de sabana de pino en la Mosquitia. Hay una falta de comprensión considerable con respecto al papel y al impacto de los incendios en los suelos y en la calidad del agua. Los ecosistemas de pino son notablemente pobres en nutrientes. Esta pobreza de nutrientes es una consecuencia del material original del suelo y no el resultado de la pérdida de nutrientes por causa del fuego. Los ecosistemas mantenidos por el fuego y pobres en nutrientes tienen una capacidad enorme de capturar y reciclar nutrientes liberados por incendios de baja intensidad. De hecho, una de las funciones beneficiosas que el fuego cumple en estos ecosistemas es la liberación y el reciclaje de nutrientes que se encuentran en las plantas muertas. El nitrógeno en el material vegetal se volatiliza con el fuego, pero este

nutriente es recapturado por las legumbres fijadoras de nitrógeno que son comunes en estos ecosistemas y por la fijación de nitrógeno de las algas verdiazules (cyanobacteria) que son estimuladas por el cambio del pH del suelo que sigue a los incendios.

Los estudios sobre la retención y la pérdida de nutrientes en las sabanas de pino caribe de Belice demostraron la resistencia de la vegetación de la sabana a la pérdida de nutrientes que sigue a los incendios (Kellman *et al.* 1985; 1987). Se llegó a la conclusión que las quemaduras sucesivas no han reducido la fertilidad de la superficie del suelo y que las quemaduras facilitan la absorción de calcio y de magnesio por parte de las plantas, los cuales de otra manera se encontrarían en forma insoluble.

El fuego expone la superficie del suelo a la erosión, pero dado que prácticamente ninguna de las plantas de la cobertura se muere con el fuego, sus raíces se mantienen intactas y la cobertura de vegetación protectora vuelve a aparecer pocas semanas después del incendio. Es más probable que la erosión ocurra durante los aguaceros intensos que acompañan a las tormentas eléctricas y a las tormentas tropicales de la estación húmeda. Las áreas que sufren incendios a finales de la estación seca pueden quedar sujetas a los efectos de la erosión cuando comienzan las tormentas de la estación húmeda, pero las áreas que fueron quemadas a principios de la estación seca ya tienen un crecimiento nuevo de 1–3 meses de las especies de vegetación de la cobertura del suelo antes que las lluvias fuertes comiencen. Para cuando éstas empiezan, el suelo está protegido por la cobertura vegetal. Esto agrega otro motivo por el cual es importante permitir que los incendios de principios de la estación seca sigan su curso natural y/o de llevar quemaduras prescritas entre principios y mediados de la estación seca. [Para un análisis de la estación de quema y los efectos de los incendios forestales sobre la escorrentía y sobre la erosión en los rodales de *Pinus oocarpa* en Honduras, véase Hudson *et al.* (1983). Estos autores sugieren que las quemaduras prescritas de comienzos de la estación seca protegen mejor a los suelos que los incendios forestales de fines de la estación seca.] Las actividades de supresión sola-

mente aplazan la mayoría de los incendios forestales hasta finales de la estación seca, cuando son más perjudiciales para los árboles y el suelo.

El daño provocado a los suelos es quizás mayor en los rodales de pino artificialmente densos, los cuales perecen por causa de los incendios intensos. En estas situaciones, la cobertura del suelo ha sido eliminada totalmente o se encuentra muy reducida por la sombra del dosel denso y el sistema no puede responder con el crecimiento rápido que normalmente ocurre después de un incendio.

(8) Si bien hemos reportado que los incendios a fines de la estación seca pueden ser más dañinos para los pinos y para el suelo, estos incendios tienen una importancia ecológica. Los resultados de las investigaciones en las sabanas de pino del sureste de Estados Unidos, combinados con las observaciones realizadas después de quemaduras prescritas e incendios forestales en las sabanas de pino caribe de Belice, demuestran que los incendios a fines de la estación seca son importantes para estimular el florecimiento y la producción de semillas de muchas especies herbáceas, especialmente los pastos (Robbins & Myers 1992; Platt 1999). El punto clave es la variabilidad en el régimen del fuego, en este caso la estación de la quema, dentro de los límites que son ecológicamente adecuados para el ecosistema.

Necesidades socioeconómicas y percepciones relacionadas con el fuego

(1) Se puede suponer que desde que el ser humano comenzó a vivir en la Mosquitia, ha estado quemándola. En todos los lugares del mundo, cuando la gente vive en ambientes propensos al fuego, se quema la vegetación frecuentemente y por diferentes motivos. Es probable que esta larga historia de quemaduras, quizás tan antigua como desde hace 12.000 años, haya sido importante en la creación y extensión de las condiciones de sabana de pino que estamos tratando de conservar.

Los principales motivos tradicionales para la quema de la sabana son, probablemente: (1) mantener una altura baja de la vegetación para

facilitar el acceso entre las comunidades, hacia las zonas de caza, a las parcelas agrícolas y a las áreas usadas para recolectar materiales y alimentos; (2) estimular la producción de los materiales y alimentos deseados y/o facilitar la recolección de estos artículos; (3) facilitar la caza atrayendo a los animales de caza al crecimiento nuevo en las zonas recién quemadas; (4) controlar las plagas, como las garrapatas y los ácaros; y (5) quemar a fin de clarear la vegetación en preparación para el cultivo.

Estos motivos son tan válidos hoy como lo han sido por milenios. Se le suman a estas razones tradicionales la quema para mejorar el forraje para el ganado doméstico.

(2) Existe un conflicto entre las prácticas tradicionales de quema de las personas que habitan las sabanas de pino de la Mosquitia y las políticas nacionales que se centran en el manejo comercial del pino y en la protección del bosque. Las actuales campañas de prevención de incendios presentan a todos los incendios como dañinos y, por lo tanto, algo que debe evitar. Estas campañas, si llegan a tener éxito, producirán cambios indeseables precisamente en los ecosistemas que estamos tratando de proteger. Las poblaciones indígenas, especialmente las que habitan la sabana de pino y obtienen su sustento de ésta, comprenden la función del fuego y las situaciones en las cuales éste es beneficioso para ellas y para el medio ambiente. Hasta el momento, su cultura no se ha centrado en los pinos como un producto con valor comercial.

(3) La necesidad de mantener el bosque de pino en un estado saludable y productivo fue ilustrada tanto en el área de Mocerón, donde la comunidad desearía conseguir el control del manejo del bosque y obtener beneficios económicos del mismo, como en el área de la Laguna de Brus, donde las quemaduras frecuentes, principalmente a fin de mejorar el forraje y para la tala selectiva, llevarán con el tiempo a la pérdida de los rodales de pino a los que la comunidad tienen acceso para su uso. Es evidente que se necesita un nuevo enfoque que reconozca la función y los usos ecológicos, tradicionales y económicos del fuego.

(4) TNC ha estado promocionando el concepto de **Las Dos Caras del Fuego**, como un mensaje que integra la función, los usos y los impactos del fuego. Hay incendios buenos e incendios malos. Los incendios buenos son los que, manejados o no manejados, mantienen a la biodiversidad y la salud ecológica general de la sabana de pino y de los ecosistemas relacionados. También son incendios buenos aquellos que satisfacen las necesidades tradicionales de las comunidades indígenas, es decir, que facilitan el acceso, controlan las plagas, etc., a la vez que cumplen con su función ecológica apropiada. Los incendios buenos son las quemaduras agrícolas que se mantienen bajo control, o cualquier quema que se inicia intencionalmente con fines económicos o tradicionales y que contribuyen a mantener la salud tanto de los ecosistemas como de las comunidades. Los incendios malos son las quemaduras agrícolas que se escapan de control y los incendios que entran a los bosques de pino comerciales y a otras sabanas de pino demasiado frecuentemente. A la larga, su resultado es la pérdida del bosque porque impiden la regeneración de los pinos. Los incendios malos son cualquier quema agrícola que se escapa hacia la vegetación sensible al fuego, tales como los bosques tropicales latifoliados. También son incendios malos aquellos que amenazan a la vida humana y a la propiedad.

El mensaje de **Las Dos Caras del Fuego** reconoce que el fuego es un proceso ecológico vital en ecosistemas específicos y una herramienta tradicional necesaria para el sustento humano. Este método busca manejar a los incendios que son beneficiosos y prevenir a los que son dañinos.

(5) Si bien sólo visitamos unas pocas comunidades, vimos oportunidades para proyectos innovadores al nivel de comunidad para manejar al fuego de manera que sea beneficioso tanto para las personas como para el ecosistema.

Mocorón podría beneficiarse de un proyecto de manejo comunitario del fuego en las plantaciones de pino de las cercanías, las cuales ellos esperan controlar. Este proyecto se centraría

principalmente en identificar dónde es necesario reducir los combustibles para proteger a los árboles en pie, dónde es necesario prevenir incendios durante varios años para permitir la regeneración de pinos y dónde se puede permitir que la mayor parte de los incendios sigan su curso natural hasta que cambien las necesidades ecológicas o de manejo.

La ciudad de Laguna de Brus podría beneficiarse de un proyecto forestal comunitario para proteger y mantener a las islas de pino cercanas al poblado. Esto incluiría la toma de decisiones acerca de dónde y cuándo se deben realizar las quemaduras.

Los poblados sobre la Laguna de Ibans podrían manejar la sabana de pino dentro de la Reserva de la Biosfera Río Plátano para satisfacer sus necesidades locales.

Manejo del fuego

El manejo del fuego abarca todas las técnicas, actividades y decisiones estratégicas que intervienen en la prevención de incendios, en la supresión de incendios y en el uso del fuego.

(1) **Prevención:** La prevención de incendios indeseables es el sello distintivo del manejo del fuego, tanto en ecosistemas mantenidos por el fuego como en los sensibles al fuego, dado que es bastante más económico y más efectivo prevenir incendios indeseables que tratar de apagarlos después de iniciados. La prevención es un componente esencial de todos los programas de manejo del fuego porque siempre existe el riesgo de que un incendio amenace la salud, la vida y la propiedad o que sea dañino desde una perspectiva ecológica o económica. En muchos lugares, las campañas y los programas de prevención han sido tan efectivas que han traído como resultado cambios ambientales indeseables.

Las campañas de prevención que existen en la Mosquitia se centran exclusivamente en los aspectos negativos del fuego. La suposición es que todos los incendios son malos y la meta es prevenir todos los incendios. Se ignora tanto la necesidad ecológica de quemarse que tienen estos ecosistemas de pino como las necesidades

tradicionales y las percepciones de las comunidades indígenas. Recomendamos un enfoque más equilibrado que reconozca al fuego como un elemento esencial del medio ambiente.

(2) **Supresión:** El control de los incendios indeseables es el componente costoso y lógicamente difícil de la ecuación del manejo del fuego. La supresión de los incendios es especialmente importante cuando los incendios amenazan a la vida o la propiedad o cuando son ecológicamente perjudiciales.

Excepto por las actividades limitadas de supresión del ejército de Honduras cerca de Mocerón, la capacidad de supresión en la región es inexistente. La supresión debería tener su base en la comunidad e implementarse mediante un plan de manejo del fuego aprobado para cada una de ellas. Pueden tomarse decisiones acerca de qué áreas deben protegerse del fuego por intervalos específicos, qué áreas se pueden quemar y qué áreas necesitan quemarse ya sea para estimular la regeneración o para protegerlas de incendios forestales intensos. Este tipo de plan muy probablemente permitiría que muchos incendios sigan su curso natural.

(3) **Uso del fuego:** El uso del fuego es la aplicación o el uso del fuego para lograr objetivos económicos o ecológicos específicos. Los incendios pueden ser controlados o no controlados y planificados o no planificados. La quema prescrita es el uso controlado del fuego mediante un plan escrito diseñado para cumplir objetivos específicos. La quema controlada es básicamente lo mismo pero sin un

plan escrito. Los incendios no planificados y no controlados también pueden ser usados o manejados para cumplir objetivos específicos y metas del manejo de los recursos. En este proceso, se toman decisiones sobre el curso de acción que debe seguirse respecto a los incendios que ocurren, o que se espera que ocurran, en un área determinada. Estas decisiones pueden involucrar la supresión agresiva, el monitoreo o el manejo indirecto de dónde se permitirá que el incendio arda, basándose en los combustibles, los cortafuegos naturales, las condiciones climáticas y otros factores.

Los incendios se pueden encender a propósito en porciones de la sabana de pino con el fin de reducir los combustibles, estimular la regeneración, satisfacer las necesidades tradicionales y proteger ciertas áreas que necesitan regeneración. La mayor parte de estas quemas pueden realizarse usando los conocimientos locales de los combustibles, las condiciones climáticas, la topografía y los efectos del fuego que ya existen en las comunidades y usando los recursos disponibles dentro de la comunidad. La mayor parte de las quemas no tendrían que ser quemas prescritas demasiado técnicas, si bien sería útil proporcionar capacitación básica sobre quemas prescritas a los individuos responsables de los programas.

Vemos un pequeño cambio en la frecuencia de las quemas de origen humano (hacia menos incendios) como un elemento clave en la manutención de la integridad ecológica del ecosistema de sabana de pino y en proporcionar productos y servicios sostenibles a las comunidades locales.

S próximos pasos

- (1) Distribuir el informe a TNC Honduras/Nicaragua, MOPAWI y COHDEFOR para recibir comentarios.
- (2) Reunirse con TNC Honduras/Nicaragua, MOPAWI y COHDEFOR a fin de discutir la implementación de estrategias y de acciones seleccionadas.
- (3) Organizar un taller en Honduras ya sea a escala regional (es decir, que trate específicamente de las sabanas de pino de la Mosquitia) o a escala nacional o internacional, para tratar sobre los asuntos del manejo integral del fuego en todos los tipos de bosques de pino de Honduras o en los ecosistemas de pino tropical en Mesoamérica y el Caribe. Existe financiamiento disponible proporcionado por los Programas Internacionales del Servicio Forestal de Estados Unidos para llevar a cabo un taller en 2006 o comienzos de 2007.
- (4) Identificar y discutir las necesidades de capacitación. Tres talleres internacionales sobre manejo del fuego, organizados por la Iniciativa Global para el Manejo del Fuego de TNC a través de su Red de Aprendizaje para el Manejo de Fuego en América Latina y el Caribe, contaron con participantes hondureños. Tres personas de la Mosquitia participaron en un taller en la República Dominicana que se centró en los conceptos del manejo integral del fuego. Un representante de COHDEFOR participó en un curso básico de capacitación técnica en quemas prescritas, realizado en las sabanas de pino caribe de Belice, y dos representantes de esta organización participaron en un curso de capacitación, patrocinado por la FAO, para instructores en manejo del fuego a nivel comunitario, que también se llevó a cabo en las sabanas de pino de Belice. En Honduras se podrían realizar cursos y talleres de capacitación similares. Los talleres y cursos de capacitación que se realizarán en otras partes deberían incluir representantes de las agencias y ONGs hondureñas.
- (5) Promover los conceptos de manejo integral del fuego en COHDEFOR a fin de hacer frente y manejar mejor la gran cantidad de incendios que ocurren anualmente en todos los pinares del país durante la estación seca.
- (6) Promover el mensaje de **Las Dos Caras del Fuego** como una alternativa a las campañas de prevención existentes.
- (7) Identificar posibles proyectos modelo o demostrativos dentro de la Mosquitia o en otros lugares de Honduras, en donde los conceptos de manejo integral del fuego puedan ser aplicados mediante programas a nivel comunitario. Procurar financiamiento para uno o más programas.
- (8) Discutir el valor de una evaluación e informe similares para las sabanas de pino de Nicaragua.
- (9) Discutir quién debería ser el responsable de los asuntos relacionados con el manejo del fuego y servir de contacto con la Iniciativa Global para el Manejo del Fuego dentro del programa de Honduras/Nicaragua o la Región de Conservación Mesoamericana.

6 referencias

- Agee, J. K. 1998. Fire and pine ecosystems. Páginas 193-218. En: D. M. Richardson (ed). *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Farjon, A., y B. T. Styles. 1997. *Pinus* (Pinaceae). *Flora Neotropica Monograph* 75:1-293. The New York Botanical Garden, Nueva York, USA.
- 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.
- Howell, T. R. 1971. An ecological study of the birds of the lowland pine savanna and adjacent rainforest in northeastern Nicaragua. *Living Bird* 10:185-242.
- Hudson, J., M. Kellman, K. Sanmugadas y C. Alvarado. 1983. Prescribed burning of *Pinus oocarpa* in Honduras: effects on surface runoff and sediment loss. *Forest Ecology & Management* 5:269-281.
- Kellman, M., K. Miyanishi y P. Hiebert 1987. Nutrient sequestering by the understory strata of natural *Pinus caribaea* stands subject to prescription burning. *Forest Ecology & Management* 21:57-73.
- Kellman, M., K. Miyanishi y P. Hiebert 1985. Nutrient retention by savanna ecosystems: retention after fire. *Journal of Ecology* 73:953-962.
- Little, E. L., y K. W. Dorman. 1952. Slash pine (*Pinus elliottii* var. *densa*), its nomenclature and varieties. *Journal of Forestry* 50:918-23.
- Miyanishi, K., y M. Kellman. The role of fire in recruitment of two Neotropical savanna shrubs, *Miconia albicans* and *Clidemia sericea*. *Biotropica* 18:224-230.
- Munro, N. 1966. The ecology of Caribbean pine in Nicaragua. *Proceedings 5th Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference*. Páginas: 67-83.
- 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. *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., D. Wade y C. Bergh. 2004. Fire management assessment of the Caribbean pine (*Pinus caribaea*) forest ecosystems on Andros and Abaco Islands, Bahamas. *GFI Technical Report* 2004-2.
- Myers, R. L. 2000. Fire in tropical and subtropical ecosystems. En: J. K. Brown y J. K. Smith, eds. *Wildland fire in ecosystems: effects of fire on flora*. USDA Forest Service Gen. Tech. Report RMRS-GTR 42 vol. 2. Ogden, Utah, USA.
- Robbins, L. E., y R. L. Myers. 1992. *Seasonal Effects of Prescribed Burning in Florida: A Review*. Tall Timbers Research Station Miscellaneous Publication No. 8.
- Parsons, J. J. 1955. The Miskito pine savanna of Nicaragua and Honduras. *Annals of the Association of American Geographers* 45:36-63.

- Perry, J. P., A. Graham y D. M. Richardson. 1998. The history of pines in Mexico and Central America. Páginas 137-149. En: D. M. Richardson (ed.). *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Platt, W. J. 1999. Southeast pine savannas. Páginas 23-51. En: R. C. Anderson, J. S. Fralish y J. M. Baskin (eds.). *Savanna, Barrens, and Rock Outcrop Plant Communities of North America*. Cambridge University Press, UK.
- Taylor, B. W. 1963. An outline of the vegetation of Nicaragua. *Journal of Ecology* 51:27-54.
- Vreugdenhil, D., J. Meerman, A. Meyrat y L. D. Gómez. 2002. *Map of the Ecosystems of Central America: Final Report*. Banco Mundial, Washington, D. C.
- Walker, J., y R. K. Peet 1983. Composition and species diversity of pine-wiregrass savannas of the Green Swamp, North Carolina. *Vegetatio* 55:163-179.