

1.3



Quema prescrita de la vegetación del sotobosque y de restos vegetales acumulados en una plantación de pino. Foto: GFMC

Manejo integral del fuego en bosques tropicales y paisajes abiertos

Johann Georg Goldammer

“Las prácticas seguras de manejo del fuego son fundamentales, pero para ser realmente eficaces deben basarse en el ecosistema, aplicarse con la cooperación de la comunidad y seguir las directrices nacionales.”

Introducción

Los humanos han utilizado el fuego durante milenios para el cultivo sostenible y para el mantenimiento de los paisajes de bosques tropicales y sabanas abiertas; sin embargo, en las últimas décadas se ha aplicado de forma excesiva para la modificación de tierras, transformándose así en un agente omnipresente en la degradación y la destrucción de la vegetación autóctona. En todo el planeta, los incendios forestales afectan anualmente hasta 600 millones de hectáreas; los ecosistemas de sabana de África y Suramérica representan más de la mitad de todas las zonas quemadas. El estudio sobre la ecología del fuego y de su uso en distintos tipos de vegetación tropical demuestra, sin embargo, que los efectos del fuego –es decir, tanto sus impactos no deseados y adversos como sus efectos benignos desde el punto de vista ecológico y económico- son tan variados que hacen imposible emitir una recomendación universal sobre cómo manejarlo adecuadamente.

Los administradores de las tierras se enfrentan al reto de tener que examinar cuidadosamente las funciones específicas reales y potenciales del fuego en sus jurisdicciones o en las áreas bajo su responsabilidad. Esto es necesario para poder evaluar hasta qué punto la exclusión o el uso del fuego es compatible con otros objetivos de gestión y conservación, y para incorporar estos conocimientos a un sistema de manejo integral del fuego (MIF). Véase el Recuadro 1.

Recuadro 1. Manejo integral del fuego

El concepto de manejo integral del fuego (MIF) se introdujo a principios de los años noventa. Inicialmente se centró en los bosques, definiéndose como un "*término aplicable a los sistemas de gestión del fuego que incluyen uno o ambos de los siguientes conceptos integradores: (1) Integración de quemas o incendios prescritos de origen natural o provocados por el hombre y/o aplicación planificada del fuego en la silvicultura y otros sistemas de uso de la tierra, de acuerdo con los objetivos de la quema prescrita; (2) Integración de las actividades y el uso de las capacidades de las poblaciones rurales (comunidades, usuarios individuales de la tierra) para cumplir con los objetivos generales de gestión de la tierra, protección de la vegetación (bosques) y gestión de las emisiones de gases y el humo (manejo comunitario del fuego).*" (GFMC 2017c).

El concepto de integración aborda dos dimensiones: (i) los componentes relativos al ecosistema y los objetivos derivados del manejo del fuego; y (ii) las dimensiones culturales y socioeconómicas de la gestión del fuego, tal y como se engloban en la gestión o manejo comunitario del fuego o MCF (GFMC 2017a).

La introducción del concepto de MIF coincidió con los primeros intentos de sustituir las políticas de exclusión de incendios por la aplicación de los principios de la gestión integral del fuego; como en los casos de Indonesia en 1991 (Goldammer 1993b), Sudán en 1991 (Bayoumi 2001), Namibia en 1997 (Goldammer 2001; Kojwang 2001) y Etiopía en 2000 (MoA 2000). Desde entonces, los conceptos de MIF y MCF han evolucionado y, a partir de ellos, se han elaborado directrices de gestión del fuego basadas en enfoques integrales (ITTO 1997; Goldammer y de Ronde 2004; FAO 2006). Véase el repositorio en línea del GFMC (GFMC 2017d) para consultarlas, así como para revisar orientaciones, principios y acciones estratégicas que no se abordan en este artículo.

En este artículo se analizan las opciones y prácticas para la gestión del combustible, la supresión de los incendios y la aplicación de quemas prescritas. Todas éstas deben contar con la cooperación de la comunidad y aplicarse en el marco de las políticas y la planificación nacional de manejo del fuego.

Opciones de manejo del fuego – consideraciones básicas

Los distintos regímenes de incendios tropicales revelan los roles funcionales del fuego en una amplia gama de ecosistemas, con adaptaciones variables que van desde la dependencia al fuego hasta la intolerancia al mismo. En respuesta a estos roles, la planificación para el manejo del fuego debe tener una base sólida, dando prioridad a los ecosistemas más vulnerables. Existen tres opciones básicas: exclusión del fuego; fuego no manejado; y manejo integral del fuego. En efecto, el manejo integral del fuego abarca todos los tratamientos posibles: exclusión de incendios, integración de incendios forestales no controlados pero tolerables o deseados, y aplicación de quemas prescritas. Las implicaciones ecológicas y económicas de cada tratamiento se resumen en la Tabla 1.

Exclusión del fuego

Los bosques húmedos ecuatoriales son extremadamente sensibles al fuego y requieren de una rigurosa exclusión de eventos para no poner en peligro los objetivos de conservación o de manejo. Lo mismo ocurre en las plantaciones forestales pobladas por árboles sensibles al fuego y en los bosques tropicales de turberas pantanosas. En estos casos, el manejo del fuego requiere una estricta prevención y control de incendios y una organización eficaz de protección contra incendios.

Sin manejo del fuego

Son vastas las zonas de bosques tropicales y subtropicales abiertos caducifolios y semicaducifolios, y de sabanas herbáceas, arbustivas y arbóreas que arden anualmente o a intervalos recurrentes relativamente breves. Los patrones de quema (época del año y frecuencia) pueden ajustarse a las prácticas tradicionales de preparación del terreno o pueden ser azarosos (por ejemplo, causados por rayos), y puede entonces que no haya más alternativa que permitir que los incendios ardan debido a una limitada capacidad de gestión del fuego, o a la falta de accesos, infraestructuras y recursos necesarios para extinguirlos. Sin embargo, los regímenes de incendios incontrolados en paisajes de vegetación clímax de sabana o de bosque pueden ser tolerables si no se existe algún tipo de degradación adicional (debido, por ejemplo, al sobrepastoreo).

Tabla 1. Aspectos ecológicos, económicos y de gestión de los tratamientos de manejo integral del fuego en diversos tipos de bosques tropicales, sub-tipos de bosques y sabanas.

Aspectos ecológicos y económicos del fuego	Bosques caducifolios latifoliados (p.ej., <i>Tectona, Shorea</i>)	Bosques de coníferas (p.ej., <i>Pinus spp.</i>)	Plantaciones industriales (p.ej., <i>Pinus y Eucalyptus</i>)	Sistemas silvopastoriles (p.ej., bosques abiertos de pino con pastoreo)	Sabanas de gramíneas (p.ej., tierras fuertemente pastoreadas)	
Exclusión del fuego	Impactos ecológicos	Alta diversidad de especies, hábitats y nichos. Elevada capacidad de retención de agua y de protección del suelo.	Reemplazo de las coníferas por especies de hoja ancha menos tolerantes al fuego. Pinos confinados a suelos secos poco profundos o perturbados. Aumento general en diversidad de especies Alta retención de agua y capacidad de protección del suelo	Alto riesgo de incendios forestales incontrolados de alta intensidad y de sustitución de rodales debido a la acumulación de combustible.	Aumento indeseable de especies no aptas para el pastoreo Sustitución de la capa herbácea por sucesión	Desarrollo sucesional progresivo hacia sabanas arbustivas o arboladas. Fomento de especies menos tolerantes al fuego
	Implicaciones económicas y de manejo	Difícil producción económica de madera debido a la gran diversidad de especies Aumento de los productos forestales no madereros	Difícil producción económica de madera debido a la gran diversidad de especies	Producción maderera viable Riesgo extremadamente alto de destrucción de las plantaciones por incendios forestales	Sólo es posible si se realiza un pastoreo intensivo y un desbroce mecánico	No viable
Incendios forestales no controlados	Impactos ecológicos	Selección de especies arbóreas resistentes/ tolerantes al fuego Interrupción de las formaciones boscosas	Retroceso a de especies sensibles al fuego en favor de pinos resistentes al fuego. Interrupción de la cobertura boscosa. Incendios de sustitución Degradación forestal	Incendios de sustitución forestal Presión de fuego selectivo no controlado Mantenimiento de la apertura forestal	Mantenimiento de un clímax de incendios forestales. Selección no controlada de plantas adaptadas al fuego	
	Implicaciones económicas y de manejo	La composición de especies y el manejo y oportunidades de mercado no pueden controlarse	Tendencia a la degradación y la pérdida de productividad	Los objetivos de gestión peligran si no se dispone de un sistema eficaz de prevención y control de incendios	A largo plazo, posible degradación y pérdida de productividad	La productividad depende del tipo de sabana y de los factores de degradación involucrados
Quemas prescritas (manejo integral del fuego)	Impactos ecológicos	Selección controlada de especies arbóreas Ventajoso para la estimulación y recolección de productos forestales no madereros seleccionados	Favorecimiento controlada de las especies deseadas tolerantes al fuego Reducción del riesgo de incendios de sustitución	Mantenimiento de las plantaciones de monocultivos deseados Reducción del riesgo de incendios de sustitución de rodales Aumento de la vitalidad	Fomento controlado (estimulación) de las especies deseadas de árboles y plantas forrajeras	Fomento controlado de la regeneración del estrato herbáceo de gramíneas y de los estratos arbóreo y arbustivo
	Impactos económicos e implicaciones para el manejo	Un sistema integral de requiere disponer de los conocimientos ecológicos pertinentes, personal de gestión formado y la infraestructura e instalaciones necesarias para prevenir y controlar los incendios forestales no deseados y para llevar a cabo operaciones seguras de quema prescritas.				

Adaptado a partir de Goldammer (1993a)



Ovejas pastando bajo un gran árbol podado de *Pinus radiata* en Nueva Zelanda en un sistema silvopastoril que funciona como un cortacombustible. Foto: GFMC

Manejo integral del fuego

La aplicación del manejo integral del fuego, con la participación activa de las comunidades locales, puede aumentar la productividad y la sostenibilidad locales. La aplicación de los principios del MIF puede, por ejemplo, aumentar la cubierta arbórea en paisajes de sabana o en terrenos forestales degradados. Sin embargo, la aplicación del MIF requiere un conocimiento profundo de los efectos del fuego en tipos específicos de vegetación tropical así como la capacidad de manejar activamente todas las situaciones que involucren al fuego. Esto incluye la prevención y extinción de todos los incendios no deseados, el aprovechamiento de los efectos benignos del fuego para alcanzar los objetivos de manejo mediante quemas prescritas, así como la definición y control del umbral que existe entre los efectos deseados y los no deseados a causa de los incendios naturales incontrolados y de los provocados por el hombre. Los efectos del fuego sobre las propiedades y la estabilidad de los ecosistemas, incluida la capacidad de secuestro de carbono, tienden a variar en función de la estacionalidad. Por ejemplo, los incendios que se producen en el pico máximo o al final de la estación seca suelen ser más graves y destructivos debido a las condiciones meteorológicas extremas y a la acumulación de combustibles, mientras que los incendios que se producen a principios de la estación seca suelen ser menos intensos y graves y causar menos daños.

Manejo de combustibles

La prevención de incendios forestales en bosques y espacios abiertos, así como en la interfaz de zonas residenciales, incluye una serie de medidas para reducir la cantidad de materiales inflamables (combustibles) que pueden arder y contribuir a la propagación, intensidad y gravedad de un incendio forestal. Los combustibles más importantes en los bosques son los combustibles de superficie (pastos, hierbas, arbustos) que permiten la propagación horizontal del fuego, los árboles del sotobosque y los "combustibles aéreos" (ramas muertas y follaje colgante) que tienen el potencial de convertirse en "combustibles en escalera", lo que permite el desarrollo vertical de un incendio de superficie hasta convertirse en un incendio de copa. El tratamiento de estos combustibles puede practicarse en el interior de las masas forestales a proteger, o en zonas de amortiguación (corredores de protección contra incendios forestales / cortafuegos).

Cortafuegos

Se trata de franjas de algunos pocos hasta muchos metros de ancho, en las que se retiran todos los combustibles y el suelo queda expuesto. El ancho varía en función de la carga de material inflamable y del riesgo de que el fuego salte por encima del cortafuego, lo que puede ocurrir incluso en el caso de cortafuegos de 25 m o más de ancho. Crear y mantener franjas de terreno tan grandes e improductivas es costoso, y los cortafuegos en pendientes pronunciadas también son susceptibles de experimentar erosión.



Miembros de una comunidad portando equipo de protección personal y bombas portátiles para combatir un fuego superficial, Terai, Nepal. Foto: Sundar Sharma

Cortacombustibles agrícolas

El concepto de cortacombustible es diferente. Suelen ser anchos (hasta varios cientos de metros) y la vegetación inflamable se modifica para que los incendios que ardan en ellos puedan controlarse más fácilmente. En los trópicos, se ha demostrado con éxito que los cortacombustibles pueden mantenerse económicamente si integran usos agrícolas o agrosilvopastorales de la tierra que impliquen el cultivo y la remoción de la biomasa aérea. Las especies a plantar dependen del lugar y de las condiciones climáticas, pero deben observarse algunos principios básicos.

El diseño de los cortacombustibles debe tener en cuenta la necesidad de los cultivos y de retirar los residuos inflamables antes de los periodos de alto peligro de incendio. Un ejemplo es el cultivo de mijo (*Pennisetum glaucum*) en franjas de cortacombustibles. El mijo es un alimento básico en gran parte de África y Asia que suele cosecharse al principio de la estación seca, y sus tallos y hojas, altamente inflamables, se dejan en los campos hasta el final de la estación seca. En los cortacombustibles, los agricultores deben eliminar estos residuos del cultivo antes del inicio de la temporada de incendios. Otras especies adecuadas para los cortacombustibles agrícolas son las plantas rastreras, como las judías o los cacahuets, que no propagan el fuego superficial debido a su laboreo más frecuente y a su crecimiento bajo y espaciado.

Cortacombustibles pastoriles y silvopastoriles

La integración del pastoreo es otro método que reduce la inflamabilidad de los combustibles superficiales, bien sea aplicado en franjas desarboladas (cortacombustibles pastoriles) o en sistemas silvopastoriles que incluyen el pastoreo de ganado a la sombra de árboles muy espaciados (cortacombustibles silvopastoriles). La hierba puede ser natural o sembrada, mientras que el pastoreo (Goldammer 1988) y el ramoneo prescrito de matorrales y plántulas reducen la carga total de combustibles. Si el pastoreo es selectivo y no afecta a determinadas especies, será necesario cortar o quemar el material vegetal para reducir la carga de combustibles. Los cortacombustibles pastoriles pueden incluir cortafuegos tales como pequeñas franjas a lo largo de cada lado; estos últimos son obligatorios si se aplica fuego prescrito para su mantenimiento. Los cortacombustibles sombreados se manejan para la cría de ganado y la producción de madera, así como de otros posibles productos forestales. Los árboles ofrecen sombra y cobijo, mejorando el bienestar y el rendimiento de los animales. Es necesario aplicar una poda alta de los árboles para eliminar el combustible aéreo, aumentar la luz disponible para el crecimiento del pasto y mejorar la calidad (y el valor) de la madera.

Cortacombustibles sin otro uso específico

Todo el material combustible debe cortarse a mano o a máquina y quemarse, retirarse o astillarse y dejarse en el sitio. Una capa compacta de combustibles astillados

suele ser menos inflamable que otros combustibles y cualquier incendio de superficie es fácil de controlar. El uso del fuego prescrito en los cortacombustibles sigue los conceptos generales descritos a continuación.

Manejo de combustibles en bosques

La elección de los métodos para la reducción del combustible requiere una cuidadosa planificación económica, ya que la poda, el clareo y la eliminación de la vegetación del sotobosque y otros combustibles superficiales requieren mucha mano de obra. Los costos pueden reducirse si el material es utilizado por la población local o vendido; por ejemplo, para obtener leña o astillas. Los combustibles del interior de los bosques o de plantaciones adaptadas a incendios superficiales de baja intensidad también pueden tratarse mediante quemas prescritas (quema inferior = o bajo dosel) para reducir la acumulación de combustible (véase más adelante).

Extinción de incendios

Las tecnologías más avanzadas para la extinción de incendios forestales se han desarrollado en los países industrializados y se utilizan con menos frecuencia en los países tropicales debido a la falta de disponibilidad de infraestructura, personal capacitado y recursos financieros. A pesar de ello, se reconoce que la mayoría de las situaciones de incendios forestales en todo el mundo pueden ser controladas con éxito por bomberos profesionales y voluntarios experimentados, o por miembros de la comunidad adecuadamente formados. El éxito de las brigadas terrestres depende de la disponibilidad de herramientas manuales y equipos de protección personal adecuados, así como de la provisión de formación básica en materia de extinción de incendios y seguridad de personal de bomberos.

Estas son las técnicas más importantes y las herramientas manuales más apropiadas para cada caso específico de extinción de incendios:

1. Extinción de incendios superficiales por aspersión o bastidor, utilizando apaga-chispas y bombas portátiles tipo mochila (bolsas plegables con capacidad para unos 20 litros de agua, con bomba manual y boquilla, es la más sencilla y eficaz, flexible y económica de todas las opciones de aspersión).
2. Creación de líneas de fuego o líneas de control (cortafuegos realizados luego de haberse iniciado un incendio, con el fin de evitar su propagación),

utilizando machetes, azadas y herramientas similares para cortar y despejar la vegetación y exponer el suelo.

3. Iniciar fuegos tácticos (también denominados fuegos de supresión, contrafuegos o contraincendios, utilizando antorchas de goteo u otros medios de ignición), los cuales tienen mucho éxito cuando son aplicados por equipos de bomberos experimentados. Mucha gente rural de los trópicos también tiene muchos conocimientos sobre cómo utilizar los contrafuegos, pero estos fuegos pueden ser peligrosos cuando los inician personas que carecen de experiencia.

La formación en materia de manejo seguro del fuego, incluido el uso de técnicas de contrafuegos y quemas prescritas, debe ser obligatoria para las comunidades involucradas en cualquier actividad de manejo del fuego.

Existe abundante información sobre técnicas de extinción de incendios que se encuentra disponible en manuales (por ejemplo, de Ronde et al. 1990; Goldammer y de Ronde 2004) y en recursos en línea para la formación de bomberos. Por ejemplo, los Estándares de Competencia y Materiales de Formación EuroFire, que fueron desarrollados por el Centro Mundial de Monitoreo de Incendios (GFMC) para la formación del personal de los servicios europeos de bomberos y rescate, ya están disponibles en 22 idiomas (GFMC 2017b). En esa publicación se incluyen ejemplos e ilustraciones sobre el uso seguro de las quemas prescritas y los contrafuegos (Figura 1).

Quemas prescritas

La quema prescrita es el uso controlado del fuego para quemar los combustibles de la vegetación en condiciones ambientales específicas con el fin de crear un incendio de la intensidad y la velocidad de propagación deseadas para cumplir una serie de objetivos de manejo. También es necesaria cuando, de no aplicarse, los bosques pudieran encontrarse en peligro a causa de la exclusión total del fuego o por la ocurrencia de incendios incontrolados. En los trópicos, la quema prescrita suele denominarse "quema temprana", y los fuegos suelen iniciarse a principios de la estación seca para evitar el riesgo de que se descontrolen cuando la vegetación esté aún más seca.

Se dispone de amplios conocimientos sobre la aplicación de quemas prescritas en plantaciones de pinos (por

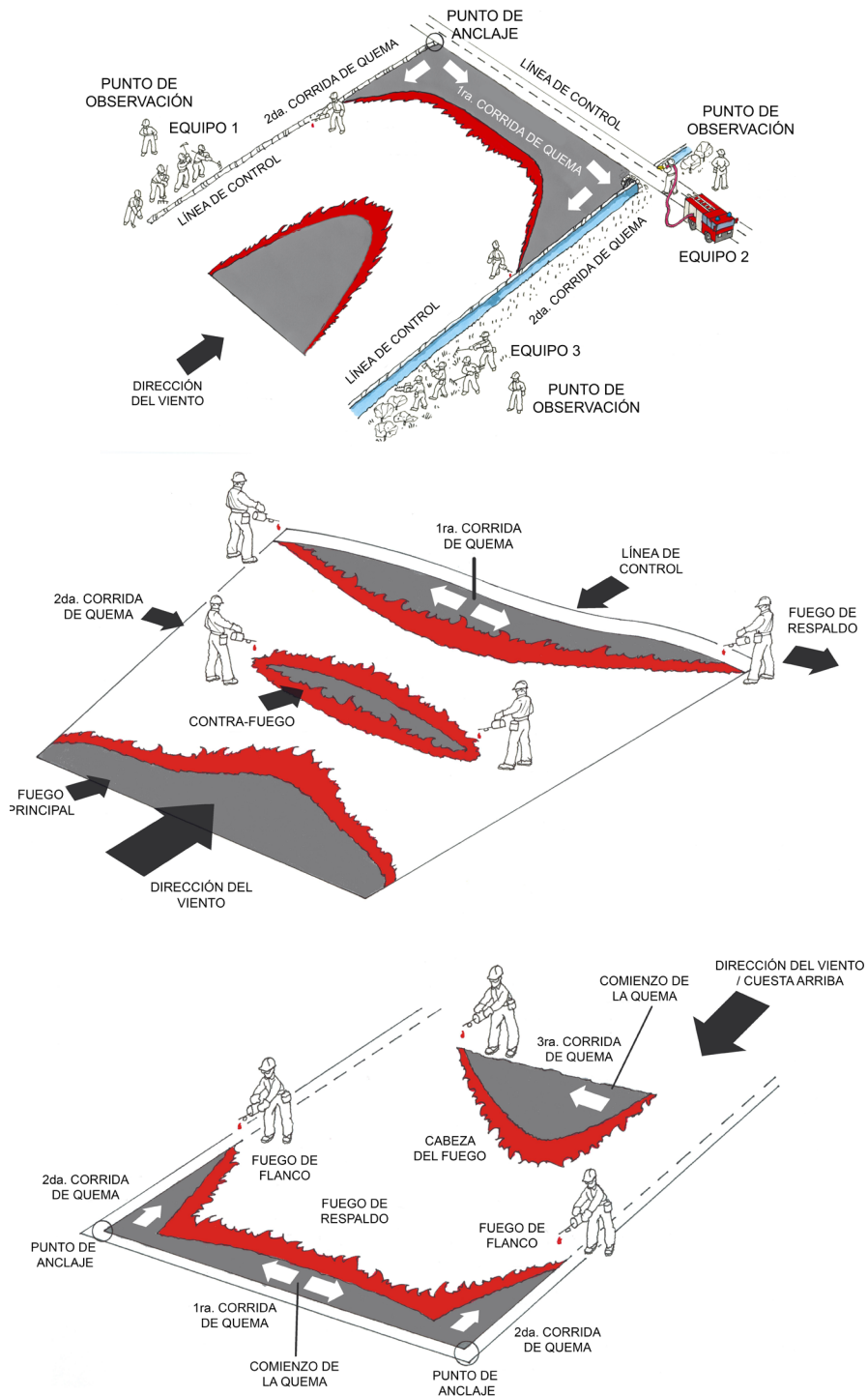


Figura 1. Ejemplos de contrafuegos seguros. Fuente: GFMC 2017b (Traducido del original, en inglés)

ejemplo, de Ronde et al. 1990) para cumplir diversos objetivos de manejo (Tabla 2). El objetivo principal es utilizar quemas de baja intensidad en los bosques naturales o en plantaciones para reducir la acumulación de combustibles superficiales, lo que a su vez, disminuye en gran medida el riesgo de incendios forestales dañinos y de alta intensidad. Estas quemas de reducción de combustible también aceleran el reciclaje de nutrientes

provenientes del material leñoso que, de otro modo, tardaría mucho en descomponerse. El intervalo entre quemas sucesivas depende de las especies arbóreas y del sotobosque, de los índices de acumulación de combustible, de los bienes en riesgo y del peligro que ocurran incendios forestales.

Tabla 2. Objetivos del uso de quemas prescritas en plantaciones de pinos.

Propósito	Objeto de la aplicación	Efectos esperados	Efectos no deseados o peligros potenciales	Alternativa potencial
Reducción del peligro de incendios	Raleo o quema de restos post-cosecha (hojarasca fresco), combustibles aéreos, sotobosque excesivo	Reducir la intensidad y severidad de cualquier posible incendio forestal, remover los combustibles superficiales y colgantes.	Daños en el rodal/árbol (copa, fuste o raíces).	Eliminación parcial (tratamiento mecánico manual, trituración, apilamiento y quema fuera del rodal, poda).
Preparación de sitio para regeneración natural o plantación	Suelo del bosque, restos post-cosecha, vegetación no deseada	Exponer el suelo mineral (mejorar la germinación), incrementar la caída de semillas	Invasión, rebrote o germinación de plantas no deseadas	Remoción parcial (aplicación de herbicidas para eliminar el sotobosque no deseada)
Mejorar el acceso	Raleo de restos post-cosecha o eliminación de sotobosque excesivo	Mejorar el acceso para las operaciones de silvicultura, estética (recreación)	Reducción de la altura del sotobosque	Remoción parcial (aplicación de herbicidas para eliminar el sotobosque no deseada)
Aumentar el crecimiento/rendimiento	Capa de hojarasca (humus fresco en el suelo del bosque), plantas del sotobosque	Mejorar la disponibilidad de nutrientes; reducir la competencia por la humedad, la luz o los nutrientes	Pérdida de nutrientes (lavado), erosión	Aplicación de fertilizantes y herbicidas
Alterar la composición de las especies de vegetales	Malezas y otra vegetación no deseada	Promover las especies deseadas	Aumento de la germinación de malezas y la producción de semillas no deseadas	Aplicación de herbicidas
Control de plagas	Plagas y enfermedades y lugares donde habitan	Eliminación de esporas, huevos, individuos y cualquier material reproductivo	Estrés inducido por fuego sobre los árboles, mayor susceptibilidad a plagas secundarias	Aplicación de pesticidas
Uso silvopastoril de la tierra	Restos de tala; suelo del bosque; pastos maduros no palatables; vegetación competidora	Crear o mejorar las condiciones para la cubierta deseada del suelo	El desbroce o la tala de árboles sensibles puede poner en peligro el propósito	Remoción mecánica de combustibles y vegetación muerta
Mejorar la protección ante incendios	Zona de amortiguación cercana, cortacombustibles y cortafuegos	Reducir la expansión e intensidad de los incendios (fuera de los rodales)	Los residentes pueden echar de menos la sombra y los valores estéticos de los árboles cercanos a sus casas	Ninguno

Adaptado a partir de Goldammer (1993a)

La técnica más segura para aplicar cuando arde el sotobosque de una plantación consiste en utilizar un fuego que arda contra el viento (fuego de respaldo), iniciado a lo largo de una línea de base a favor del viento, como puede ser una carretera o una línea de arado. El viento (preferiblemente a velocidades de 2-5 km/h)

mantiene las llamas inclinadas y enfría el aire por encima del frente de las llamas, reduciendo así los riesgos de que se quemen o incendien las copas de los árboles. La humedad relativa del aire influye mucho en el contenido de humedad de la hojarasca, que es el parámetro más importante que afecta al comportamiento del fuego

prescrito. Para que una quema tenga éxito, la humedad relativa debe ser del 30-50% y el contenido de humedad de la capa de hojarasca debe ser superior al 30-35% (de Ronde et al. 1990). La mayor parte de la experiencia en quemas prescritas procede de bosques y plantaciones de pinos y eucaliptos, pero muchos de estos conocimientos

pueden adaptarse a los bosques tropicales caducifolios y semicaducifolios. También se dispone de amplios conocimientos en el uso del fuego prescrito para mantener o restaurar "ecosistemas de fuego" de sabana abierta.



(a) Inicio de un fuego prescrito en una sabana arbolada de Kenia utilizando un dispositivo de ignición tradicional; (b) Vista aérea del fuego resultante, con carreteras como cortafuegos y un avión para el patrullaje de seguridad; (c) Miembros de la comunidad equipados inician un contrafuego en un bosque de sal (*Shorea robusta*), Nepal; (d) Incendio prescrito en una plantación de *Pinus taeda*, Paraná, Brasil, tras eliminar los combustibles aéreos (ramas muertas, agujas colgantes) hasta una altura de unos 2 m. Fotos: GFMC (a, b, d); Sundar Sharma (c)

Quema de restos forestales y manejo de las emisiones humo

Otra aplicación del fuego prescrito en los trópicos es para la quema de restos de tala en terrenos forestales, antes de iniciar la siembra de cultivos o de modificar el uso de la tierra. Esto requiere menos experiencia, ya que no hay árboles en pie que haya que proteger, pero la cantidad de madera que hay que quemar es considerablemente mayor que la biomasa a quemarse en un sotobosque. Es necesario tomar precauciones para evitar que el fuego se propague a otras zonas y para prevenir concentraciones peligrosas de humo cerca del suelo. Ambos riesgos pueden controlarse utilizando técnicas de quema

adecuadas y observando los factores que influyen en el comportamiento del fuego, como la disposición espacial de los combustibles, la humedad del material combustible, la meteorología del incendio, etc.

Existen dos modelos básicos de quema de los restos de talas: quema de transmisión (uso de la técnica del anillo de fuego, también llamada fuego central o circular) y la quema en pilas o hileras. Se suele preferir la técnica del anillo de fuego porque reduce la contaminación del aire cerca de la superficie. Por su parte, el objetivo de amontonar los restos de la tala antes de quemarlos es prolongar el tiempo de permanencia del fuego para garantizar que los troncos grandes ardan por completo.

Sin embargo, el uso de maquinaria pesada tiende a añadir grandes cantidades de tierra a las pilas o hileras. Esto hace que el interior de las mismas se mantenga húmedo por lo que los combustibles apenas logran secarse. En consecuencia, no hay suficiente oxígeno para una combustión completa, lo que da lugar a un fuego que puede durar semanas y que reduce la calidad del aire cerca del suelo. Por el contrario, la convección generada por la técnica del anillo de fuego produce columnas de humo que se elevan a la atmósfera, pero hay que prestar atención al riesgo de crear focos de incendio en zonas adyacentes propensas al fuego derivado de la quema o por el material incandescente que asciende con el humo.

Los incendios que se escapan pueden evitarse construyendo de antemano cortafuegos alrededor de la zona que se va a quemar y utilizando patrones de ignición como la técnica del fuego en anillo, que dirige el fuego hacia el centro de la zona a ser quemada. La técnica del anillo de fuego es útil en zonas completamente taladas donde se desea un fuego intenso para quemar al máximo los restos de la tala y la vegetación no deseada antes de la plantación. Al igual que con la técnica del contrafuego, la línea de control a sotavento es la primera en encenderse. Una vez asegurada la línea de base, se enciende el perímetro para que todos los frentes de llama converjan hacia el centro. A menudo, también se encienden uno o más "fuegos puntuales" en el centro y se deja que se desarrollen antes de encender el perímetro del bloque en llamas, para crear corrientes de aire que ayuden a atraer el círculo exterior del fuego hacia el centro, reduciendo así la amenaza de que el fuego se escape o de que el calor dañe las zonas adyacentes.

Planes de quemas prescritas

Aunque todavía no se dispone de métodos de quema detallados para los bosques tropicales, se pueden utilizar en la planificación muchos principios y consideraciones de las quemas prescritas desarrolladas en plantaciones de pinos y eucaliptos. Una quema prescrita exitosa es aquella que se ejecuta de forma segura, se limita al área planificada, arde con la intensidad deseada, cumple con el tratamiento prescrito y es compatible con los objetivos de gestión de recursos. La planificación de las quemas prescritas debe basarse en los seis factores siguientes (de Ronde et al. 1990)

1. Características físicas y biológicas del lugar que se va a tratar;
2. objetivos de manejo del terreno y de los recursos adecuados para el lugar a tratar;

3. las relaciones conocidas entre los factores ambientales previos a la quema, el comportamiento previsto del fuego y sus efectos previsibles;
4. el arte y la ciencia existentes para la aplicación del fuego a un lugar;
5. la experiencia previa existente sobre tratamientos similares en lugares semejantes; y
6. el impacto del humo y las emisiones desde el punto de vista de la salud y la seguridad.

Condiciones previas

Las prácticas seguras de manejo del fuego son fundamentales y, para ser realmente eficaces, deben aplicarse contando con la cooperación de la comunidad y siguiendo las directrices nacionales.

Cooperación comunitaria eficaz

Las encuestas sobre las causas de los incendios revelan que la razón más importante del uso descuidado del fuego es la falta de conciencia sobre los beneficios económicos y ecológicos de los bosques y de la importancia de su protección. También se reconoce que los conflictos entre los usuarios de las tierras forestales y agrícolas pueden provocar incendios forestales bien sea por negligencia o bien provocados intencionalmente.

Los encargados de manejar los incendios forestales tropicales dependen en gran medida de una relación positiva entre los bosques que manejan y las personas que viven y trabajan en las zonas rurales. La confianza mutua y el apoyo público se fomentan mediante enfoques participativos y el empleo de recursos humanos provenientes de la población local, especialmente en las tareas de prevención de incendios y la aplicación de medidas de reducción del riesgo de incendios forestales, como el establecimiento y mantenimiento de cortafuegos. La integración de la agricultura y el pastoreo en los cortacombustibles (tal y como se ha descrito anteriormente) genera una confianza y una participación local adicionales mediante el arrendamiento gratuito de las tierras de los cortacombustibles a los agricultores y ganaderos locales.

Otras medidas que estimulan la cooperación en la prevención de incendios son los incentivos de bonificación que brindan recursos financieros a las comunidades cuando no se produce ningún incendio en un terreno concreto durante un tiempo determinado. Estas medidas deben ir acompañadas de información pública específica a través de los medios de comunicación, las redes sociales, las escuelas, las



Planificación para prevenir incendios en una comunidad en Mozambique. Foto: GFMC

iglesias, etc. Adicionalmente, dado que el uso del fuego sigue siendo vital en muchos sistemas tropicales de uso de la tierra, deben establecerse servicios de extensión para el manejo del fuego que proporcionen información y formación a las comunidades sobre técnicas seguras de quemas controladas, que mantengan los incendios dentro de las zonas previstas y reduzcan el riesgo de accidentes.

Los conceptos de manejo participativo y comunitario del fuego se aplican cada vez más en muchos países. En el sitio web del GFMC (GFMC 2017a) se puede encontrar información de referencia, estudios de caso y material de divulgación, incluidas las sencillas Directrices para la defensa de pueblos, granjas y otros activos rurales contra los incendios forestales: directrices para poblaciones rurales, comunidades locales y líderes municipales (Goldammer et al. 2013).

Políticas nacionales de manejo del fuego y planes de implementación

Las políticas nacionales de manejo del fuego constituyen una base esencial para llevar a cabo actividades de manejo del fuego y de control de los incendios informadas y coordinadas. Estas políticas deben abordar todos los tipos de vegetación: vegetación natural (incluidos los bosques y los ecosistemas no

forestales), plantaciones forestales, zonas protegidas, humedales y turberas, tierras agrícolas, pastizales, tierras abandonadas (anteriormente cultivadas) y tierras con vegetación que se hayan contaminado por residuos industriales o químicos, o en las que se encuentren minas terrestres o municiones sin detonar.

Para desarrollar políticas, leyes, reglamentos, estrategias y planes de manejo del fuego, que sean verdaderamente intersectoriales y basados en el consentimiento, algunos países han creado centros nacionales interinstitucionales o juntas consultivas para la gestión del fuego y de los incendios. Para que estos centros puedan ser eficaces, deben contar con la participación de los ministerios competentes, otras instituciones públicas y organizaciones de la sociedad civil, como comunidades locales, asociaciones agrícolas, propietarios de tierras y bosques, ONG y grupos de voluntarios. Los ministerios y organismos gubernamentales pertinentes son los responsables de la silvicultura, el medio ambiente (para todas las cuestiones potencialmente afectadas por el fuego, incluido el cambio climático), la agricultura (en relación con el uso del fuego en tierras de cultivo y pastizales), la salud pública (para proteger a la población de los efectos adversos de la contaminación por humo), la planificación de emergencias (protección civil, bomberos y servicios de rescate), asuntos exteriores

(para incendios transfronterizos, contaminación y protocolos internacionales), y defensa (para asistencia en emergencias por incendios forestales).

Para que las políticas, la planificación estratégica y la toma de decisiones sean eficaces, deben tenerse en cuenta algunos principios clave:

- **Evidencia:** Utilizar conocimientos científicos interdisciplinarios sólidos y tener en cuenta las capacidades tecnológicas y de innovación, como la recuperación de prácticas tradicionales y benignas de uso de la tierra.
- **Inclusión:** Abordar los problemas del fuego a nivel de paisaje incluyendo e integrando todos los mandatos institucionales pertinentes y las contribuciones de la sociedad civil.
- **Coherencia:** Armonizar los mandatos y actividades de gestión del fuego de las instituciones gubernamentales y otros actores relevantes con las políticas nacionales intersectoriales y los planes de aplicación.
- **Cohesión:** Considerar los planes nacionales de manejo del fuego como obligatorios para la planificación e implementación individual institucional y sectorial.
- **Coordinación:** Realizar un seguimiento continuo de la aplicación de las medidas de los planes nacionales de manejo del fuego de forma altamente coordinada y hacer públicos los resultados.

Los temas a ser considerados en las políticas nacionales deben incluir, entre otros, los siguientes:

- **Investigación, información y análisis:** Establecer una unidad nacional con competencia en materia de manejo del fuego para ayudar a todos los organismos participantes y a otras partes interesadas en la aplicación conjunta de las políticas; por ejemplo, mediante la creación de un organismo u oficina nacional de prevención y control de incendios.
- **Marco jurídico y responsabilidad institucional:** Revisar y actualizar los marcos legales y normativos para definir las responsabilidades y obligaciones de los organismos gubernamentales y la sociedad civil (en particular, las comunidades locales y los propietarios y usuarios individuales de tierras) en la planificación del manejo del fuego, el desarrollo de capacidades, la prevención de incendios, la preparación y la respuesta.

- **Reducción del peligro, el riesgo y la vulnerabilidad a los incendios, y prevención de los mismos:** Aplicar sistemáticamente medidas técnicas de prevención de incendios en terrenos forestales, agrícolas, de pastoreo y abandonados. Dar prioridad a la sensibilización y toma de conciencia del público sobre las consecuencias negativas de los incendios y la necesidad de una participación activa en la prevención de incendios, especialmente por parte de las comunidades locales de las regiones propensas a los incendios, con el fin de defender sus bienes contra los incendios.
- **Preparación (disposiciones para mejorar la respuesta y la seguridad en caso de incendio):** Proporcionar formación y adiestramiento adecuados a los bomberos y demás personal de los organismos responsables de la extinción de incendios forestales, incluidos los voluntarios, para garantizar su competencia, eficacia y seguridad. Establecer sistemas de información y alerta temprana sobre incendios forestales para proporcionar y difundir avisos de alto peligro de incendio y permitir así la preparación y las respuestas tempranas a nivel local y nacional.
- **Respuesta (extinción de incendios forestales):** Garantizar la disponibilidad y el despliegue de unidades y subunidades especializadas y debidamente equipadas para la extinción de incendios forestales en las zonas de alto riesgo. Las autoridades encargadas de la gestión del territorio (por ejemplo, los organismos responsables de la silvicultura, las zonas protegidas y las tierras agrícolas) deben prever presupuestos para la formación y el equipamiento de equipos especializados en el manejo del fuego en las zonas de alto riesgo de incendio.
- **Medidas posteriores a los incendios:** Reducir la amenaza y las consecuencias de los efectos secundarios de los incendios forestales, como la erosión, la falta de potencial de regeneración, la reducción de la capacidad de retención de agua, el aumento de la escorrentía superficial y el riesgo de inundaciones repentinas, deslizamientos de tierra, desprendimientos de tierras y de rocas.
- **Cooperación internacional en el manejo del fuego:** Compartir conocimientos sobre la ciencia y el manejo del fuego y participar activamente en redes regionales y mundiales para garantizar que los países puedan beneficiarse y aprovechar los conocimientos internacionales más avanzados.

Conclusiones

El uso del fuego y los incendios forestales que afectan a los bosques tropicales, así como a otros ecosistemas y sistemas de aprovechamiento de la tierra, plantean fenómenos y problemas complejos y ambiguos. Las condiciones socioeconómicas y culturales de los ambientes tropicales son decisivas a la hora de configurar los regímenes de fuego. Los administradores de los bosques y de otros recursos terrestres en los trópicos de todo el mundo se enfrentan a enormes presiones provocadas por el hombre, la crisis climática y el fuego.

Este artículo proporciona una base para comprender los procesos inducidos por el fuego y la necesidad de desarrollar conceptos adecuados de manejo del fuego y estrategias para su aplicación, donde se destaquen los procesos básicos, los fenómenos y las soluciones asociadas. Todos estos son retos para los responsables de la toma de decisiones, mientras que la complejidad de las interacciones que suceden entre el uso de la tierra y otras actividades humanas, así como las características de la vegetación tropical, el clima y el cambio climático también puede implicar que los responsables de la toma de decisiones necesiten de la ayuda de expertos para poder desarrollar capacidades para el manejo del fuego a nivel local y nacional.

Además de publicar directrices y libros de texto sobre el manejo del fuego, la Red Mundial de Incendios Forestales ofrece asistencia técnica, a través de 14 redes regionales y ocho centros regionales de recursos para el manejo del fuego (GFMC 2017e). Cuatro de ellos operan en los trópicos: África Oriental (con sede en Madagascar), África Occidental (Ghana), Sureste Asiático (Indonesia) y Suramérica (Brasil). Junto con el Mecanismo Internacional de Preparación para Incendios Forestales (IWPM, por sus siglas en inglés), los centros facilitan el intercambio de conocimientos y experiencia en el manejo del fuego, tanto dentro de las regiones como a nivel mundial (GFMC 2017e).

Referencias

Bayoumi AA. 2001. Fire situation in Sudan. *International Forest Fire News* 25:115–116. https://gfmc.online/wp-content/uploads/iffn_25-1.pdf.

de Ronde C, Goldammer JG, Wade DD and Soares RV. 1990. Prescribed fire in industrial pine plantations. In Goldammer JG. ed. *Fire in the tropical biota. Ecosystem processes and global challenges*. Ecological

Studies Series Vol. 84. Berlin: Springer, 216–272. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-75395-4_12.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2006. *Fire management: voluntary guidelines. Principles and strategic actions*. Fire Management Working Paper 17. Rome: FAO. <https://www.fao.org/forestry/16674-06bd54871f5aea6894b20c1a0379445a.pdf>.

GFMC (Global Fire Monitoring Center). 2017a. Community-based Fire Management. <https://gfmc.online/manag/cbifm.html>.

GFMC (Global Fire Monitoring Center). 2017 b. Eurofire – International Fire Management Competency Standards and Training Materials. <https://gfmc.online/eurofire/index-11.html>.

GFMC (Global Fire Monitoring Center). 2017c. Fire Management Glossaries. <https://gfmc.online/literature/glossary.html>.

GFMC (Global Fire Monitoring Center). 2017d. GFMC Fire Management Guidelines. <https://gfmc.online/literature/fire-management.html>.

GFMC (Global Fire Monitoring Center). 2017e. International Wildfire Preparedness Mechanism (IWPM) – Portal. <http://gfmc.online/iwpm/index-7.html>.

Goldammer JG, Mitsopoulos I, Byambasuren O and Sheldon P. 2013. *Defence of villages, farms and other rural assets against wildfires: guidelines for rural populations, local communities and municipality leaders in the Balkan Region*. Global Fire Monitoring Center. https://gfmc.online/manag/cbifm_11.html

Goldammer JG. 2001. Namibia Round Table on Fire Windhoek, 10–11 November 1999. *International Forest Fire News* 25:57–72. https://gfmc.online/wp-content/uploads/iffn_25-1.pdf.

Goldammer JG. 1993a. Feuer in Waldökosystemen der Tropen und Subtropen. Birkhäuser, Basel-Boston. <https://gfmc.online/wp-content/uploads/Goldammer-Feuer-Waldokosysteme-Tropen-Subtropen-Birkhaeuser-1993.pdf>.

Goldammer JG. 1993b. Long-term National Integrated Forest Fire Management Programme initiated at Bandung. *International Forest Fire News* 8:9–12. <https://gfmc.online/wp-content/uploads/IFFN-08-1993.pdf>.

Goldammer JG. 1988. Rural land use and fires in the tropics. *Agroforestry Systems* 6:235–253. <https://gfmc.online/wp-content/uploads/Goldammer-Rural-Landuse-Wildland-Tropics-Agroforestry-Systems-1988.pdf>.

Goldammer JG and de Ronde C. eds. 2004. *Wildland fire management handbook for sub-Saharan Africa*. Global Fire Management Center and Oneworldbooks, Freiburg – Cape Town. <https://gfmc.online/wp-content/uploads/GFMC-Wildland-Fire-Management-Handbook-Sub-Saharan-Africa-2004.pdf>.

ITTO (International Tropical Timber Organization). 1997. *ITTO Guidelines on Fire Management in Tropical Forests*. ITTO Policy Development Series No. 6. Yokohama: ITTO. <https://gfmc.online/programmes/itto/itto.html>.

Kojwang HO. 2001. National guidelines on forest fire management in Namibia. *International Forest Fire News* 25:73–102. https://gfmc.online/wp-content/uploads/iffn_25-1.pdf.

MoA (Ministry of Agriculture). 2000. *Ethiopia round table workshop on forest fire management*. Proceedings, 19–20 September 2000, Ministry of Agriculture with GTZ and GFMC, Addis Ababa, Ethiopia. <https://gfmc.online/conferences/2000-2.html>.

Afiliación del autor

Johann Georg Goldammer, Director, Global Fire Monitoring Center (GFMC), Max Planck Institute for Chemistry and Freiburg University, Freiburg, Germany (fire@fire.uni-freiburg.de)