



# ISTF NOTICIAS

5400 Grosvenor Lane  
Bethesda, Maryland 20814, USA

---

Informe Especial, Mayo, 2009

## EL EFECTO DEL FUEGO EN LOS ECOSISTEMAS AGRICOLAS Y FORESTALES

William Ladrach, Presidente  
Zobel Forestry Associates, Inc.  
[www.zfaforestry.com](http://www.zfaforestry.com)

### Introducción

A través de la historia de la humanidad el fuego ha sido un fenómeno común. Más específicamente en los campos agrícolas y forestales, es un compañero constante de trabajo, usado por el hombre y también amenazándolo. Los indígenas en las Américas utilizaron el fuego para reducir la tupida vegetación, para mejorar el ambiente para la fauna silvestre para la caza, y para crear aperturas para sus cultivos. En el Estado de la Florida, EE. UU., los incendios fomentaron una diversidad de plantas que se asocian con una ecología de fuego (Long, 2006).

Quizá el concepto más común y popular al respecto es que el fuego es dañino para el

medio ambiente y se debe tratar de prevenirlo. Durante el Siglo XX existía la mentalidad de que todo tipo de fuego era malo y era obligación tratar de suprimirlo lo más pronto posible y a cualquier costo. En los Estados Unidos, la política de apagar todos los incendios sin excepción dio como resultado un aumento del material combustible que quedó en el suelo de los bosques y, como consecuencia, una alza del número de incendios grandes y devastadores (Walsh, 2007).

Es verdad que una de las principales preocupaciones en el manejo forestal es la supresión de los incendios. Para los gobiernos, al igual que para aquellas empresas forestales que tienen grandes inversiones en

La Sociedad Internacional de Forestales Tropicales es una organización sin fines de lucro, fundada en 1950, como respuesta a una preocupación mundial por el destino de los bosques tropicales y subtropicales y sirve como una red para difundir asuntos de interés relacionados con las disciplinas forestales tropicales.

ISTF Página Web: [www.istf-bethesda.org](http://www.istf-bethesda.org)

Suree Bhumibhamon	Presidente y Director Regional para Asia	Gary S. Hartshorn	Director General
Cornell O. Dudley	Vice Presidente y Director Regional para Africa	Chun K. Lai	Director General
Amaury P. De Sousa	Director Regional para América Latina	José Joaquin Campos	Director General
		Roger R. B. Leakey	Director General

### ISTF Equipo de Redacción

Frank H. Wadsworth, Editor; Nancy F. Adams, Asistente al Editor;  
Patricia Heaton Holmgren, Administradora; Alicia Bazán Jimenez, Traductora al español;  
Jacob L. Whitmore, Director Asociado

bosques, el control de los incendios es de primordial importancia. Por otra parte, es importante evaluar los impactos de los fuegos en diferentes clases de vegetación. Muchos de los que antes se agruparon juntos y denominaron incendios indeseables fueron, realmente, fuegos naturales benéficos para ciertos ecosistemas y quemas practicadas por diferentes personas para lograr un fin, sea cual fuere. El fuego ocurre en distintas maneras y para distintos propósitos:

- Incendios naturales en bosques y áreas silvestres,
- Quemas utilizadas para la conversión de monte a usos agropecuarios,
- Quemas agrícolas, como en el caso de la caña o para renovar pastizales,
- Quemas prescritas utilizadas como parte del manejo forestal,
- Quemas prescritas para mejorar el ambiente para la fauna y flora silvestre de los ecosistemas que dependen al fuego para su existencia.

La política de muchos gobiernos ha sido el control y la prohibición de toda clase de fuego en los bosques y en el monte, bien sea quemas controladas o incendios. Es posible que los terribles incendios que han ocurrido en años pasados hubiesen sido menos graves y extensos si hubiesen tenido una mayor capacidad nacional de protección contra incendios y si las leyes hubiesen sido escritas de suerte que se reconociera en ellas la importancia de las quemas controladas para reducir el riesgo de los incendios en el monte. Ahora, existe una conciencia de que los esfuerzos por prohibir toda clase de incendio han dado como resultado una gran acumulación de materiales combustibles en muchos sitios y, como consecuencia, un aumento de la amenaza de incendios grandes y devastadores. Con el fin de reducir el riesgo de conflagraciones devastadoras, en la actualidad existe un movimiento para hacer una revisión de las políticas de prohibición del uso de las quemas controladas y, en algunos casos, ya se permite el uso de las

quemas prescritas como herramienta para el manejo forestal, con el fin de reducir las cargas de combustibles que, de otra manera, son conducentes para crear y hacer prosperar los incendios catastróficos (FAO, 2006).

Durante los últimos años se han hecho estudios profundos sobre la influencia del fuego en el medio ambiente y existe una amplia literatura que trata sobre este tema. Después de haber estudiado los casos detenidamente, en la actualidad, el Servicio Forestal y el Servicio de los Parques Nacionales de los Estados Unidos están favoreciendo el empleo de las quemas prescritas y dejando que algunos incendios de origen natural quemar de suerte que los fuegos consuman la sobrecarga de combustible vegetal. Las quemas prescritas o quemas controladas se definen como: “Fuego aplicado en forma experta, bajo condiciones específicas de clima, en un lugar definido y para lograr objetivos claramente definidos (Wade & Lunsford, 1989). Durante la década de 1990, el área tratada con quemas controladas en los bosques nacionales de los Estados Unidos fue, en promedio, de 367.511 ha por año. La meta del Servicio Forestal es aumentar las quemas prescritas en los bosques nacionales a un nivel de 1,2 millones de hectáreas por el año por 2010 (Haines y otros, 1998).

Los incendios y las quemas tienen impactos sobre diferentes fases del ambiente. Para propósitos de esta discusión, se reconoce el impacto del fuego sobre las siguientes aspectos del medio ambiente:

- La calidad del aire
- La fauna silvestre
- El suelo y la biota edáfica
- El crecimiento de los cultivos y los árboles
- La exclusión del fuego mediante reglamentación legal
- Los bosques naturales

## El efecto del fuego en la calidad del aire

En una encuesta de opinión pública en la localidad de San Luís, Estados Unidos, se encontró que el 40% de las personas asociaron la contaminación del aire con el humo y apenas el 14% con las emisiones de gases procedentes de vehículos. Es decir, “entre más visible, más peligroso” (Shusky, 1966). Las mediciones de la contaminación del aire muestran lo contrario. Según Mikell (1971) la totalidad de la contaminación del aire se debe en un 60% a los automóviles, 20% a las industrias, 15% a la generación de energía y 5% a otras fuentes, incluyendo el fuego en el medio ambiente. Otro autor da el 60% a automóviles, 18% a la industria, 14% a las plantas de energía eléctrica, 5% a la calefacción comercial y residencial y 3% a las quemaduras agrícolas y forestales (Dieterich, 1971). Según Pierovich (1976), “Cuando se compara con otras fuentes emisoras de contaminación, se puede considerar que el humo es solamente de importancia local para las agencias encargadas de elaborar las reglamentación correspondiente”.

Pensando en una perspectiva más amplia respecto al problema de la contaminación del aire, se atribuye la gran mayoría de la turbulencia atmosférica a las erupciones volcánicas (Friend, 1971). La erupción del volcán Krakatoa en 1893 arrojó más material particulado y gases a la atmósfera que todas las actividades del hombre desde su comienzo (Pecora, 1970). Igualmente, se calcula que el 75% de las emisiones de azufre en la atmósfera provienen de causas naturales y el 11% de la industria (Komarek, 1970). El bióxido de azufre está casi ausente en las emisiones de los incendios forestales (Hall, 1972).

Otro de los contaminantes críticos del aire es el óxido de nitrógeno. El óxido de nitrógeno requiere para su formación temperaturas de por lo menos de 1.450° C, las cuales rara vez se alcanzan durante un incendio forestal

(Komarek, 1970). Los óxidos del nitrógeno y el monóxido de carbono vienen principalmente de la industria, los automóviles y las actividades urbanas (Hall, 1972).

La gran mayoría de los productos de la combustión forestal y agrícola son el bióxido de carbono mas el agua, con una menor proporción de monóxido de carbono y de ciertos hidrocarburos. En promedio, las emisiones de los incendios forestales en los Estados Unidos son las indicadas en el Cuadro 1 (Omi 2005):

La contaminación más importante producida por el fuego en el campo es el humo visible, el cual se compone principalmente de partículas y agua. En un estudio sobre el origen de estas partículas en el humo, se calcularon los valores para los Estados Unidos indicados en el Cuadro 2 (Jones, 1974):

Comparando las emisiones de hidrocarburos de tres fuentes, Darley y otros (1966) encontraron que las emisiones de los automóviles son diez veces mayores que las de las quemaduras de rastrojo en el monte. Las emisiones de hidrocarburos de tres fuentes de combustión se presentan en el Cuadro 3.

En 2001, Dr. Stanhill, un investigador israelí, encontró un fenómeno que indica que la cantidad de luz que alcanza a penetrar a la superficie de la tierra está disminuyendo. Se calcula que la intensidad de luz está disminuyendo entre uno y dos por ciento por año como promedio global (Sington, 2005).

El fenómeno fue denominado “oscurecimiento global” (*global dimming*). El efecto parece ser el resultado de la contaminación ambiental causada por la humanidad. Otros investigadores en otras partes del mundo han encontrado otra evidencia que apoya las teorías del Dr. Stanhill. Las partículas de hollín, cenizas, compuestos de azufre y otros compuestos parecen ser los culpables del

### Cuadro 1 Emisiones por incendios forestales\*

<u>Material</u>	<u>Por ciento</u>
bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	67
agua (H <sub>2</sub> O)	25
monóxido de carbono (MO)	6
partículas (hollín, cenizas)	1

\*/ También hay cantidades minúsculas de otros químicos, incluyendo hidrocarburos, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y nitratos.

### Cuadro 2. Origen de las partículas del humo

<u>Lugar</u>	<u>Millones de toneladas/año</u>
Ciudades (transporte, industria, doméstica)	13,6
Incendios forestales	2,5
Quemas controladas (agrícolas, forestales)	0,2

### Cuadro 3. Comparación de las emisiones de tres fuentes

<u>Fuente de las emisiones*</u>	<u>Gasolina en autos</u> kg/ton	<u>La quema de la cebada</u> kg/ton	<u>La quema del rastrojo</u> kg/ton
Hidrocarburos totales	65,0	9,1	3,4
Etanol	3,9	1,1	0,4
Grasas y aceites	5,4	1,8	0,8
<u>Saturados y acetilenos</u>	<u>7,1</u>	<u>0,6</u>	<u>0,3</u>

\*/ kg de emisiones por tonelada de combustible

### Cuadro 4. Producción de hidrocarburos y gases de tres tipos de material vegetal

<u>Combustible*</u>	<u>C</u> kg/ton	<u>CO</u> kg/ton	<u>CO<sub>2</sub></u> kg/ton
Rastrojo seco	1	35	1366
Ripio (soga) de cebada	2	42	854
<u>Rastrojo verde</u>	<u>7</u>	<u>67</u>	<u>764</u>

\*/ kg de emisiones por tonelada del combustible

oscurecimiento global. La humedad en las nubes se condensa sobre las partículas microscópicas que están en el aire formando minúsculas gotitas de agua, un fenómeno normal.

No obstante, con la contaminación corriente, la formación de estas gotas está ocurriendo a

una escala mucho mayor. El resultado es un aumento en el “*efecto de espejo*” en que las nubes reflejan la luz del sol hacia el espacio. Es decir, a medida que se arrojan más contaminantes con pequeños partículas sólidas al aire, se irá aumentando el oscurecimiento global. Es importante observar que el efecto del oscurecimiento global, que refleja más calor

del sol hacia el espacio, actúa al revés del efecto de los gases de invernadero que están causando un aumento de calor en la atmósfera. No obstante, los científicos todavía no tienen muy claro cual es la interacción entre los dos fenómenos el calentamiento global y el oscurecimiento global.

Aunque las quemas controladas producen humo, la cantidad de humo producido es mucho menor que el humo producido por los incendios forestales, como ya se mencionó. Si las quemas pueden reducir el riesgo de los incendios grandes, su efecto neto será disminuir la cantidad de humo en el aire. Las quemas controladas, utilizadas en la agricultura y en el campo forestal, actúan sobre material seco o casi seco, el cual arroja menos humo y partículas al aire que el incendio que quema material verde. La quema controlada arroja al aire la quinta parte de las partículas que arroja un incendio fuera de control (Dieterich 1971). En una medición de las emisiones del ripio (escombros) de cebada, rastrojo verde y rastrojo seco, se encontró que el ripio de cebada y el rastrojo seco arrojan menos hollín y monóxido de carbono al aire que el rastrojo verde y más bióxido de carbono que los otros tipos de combustible (Cuadro 4. Darley y otros, 1966).

Aunque el humo producido por el fuego puede presentar peligros de visibilidad en algunas localidades, no está bien definido que el humo procedente del combustible natural presenta peligro para la salud pública. En 1991 y 1992, se llevó a cabo un estudio sobre la salud de los residentes en dos localidades del Estado de Aragua, Venezuela, cerca de los cultivos de caña (Hernández, 1995). Las molestias de la ceniza producida por la quema de la caña a las personas que viven cerca a las los cultivos ha dado origen a fuertes críticas. Se han registrado el número de casos de asma, neumonía y bronquitis que se presentan en los meses de noviembre a mayo en tales sitios, siendo esta la temporada más común para la quema de la caña. El estudio incluyó encuestas a los residentes de varios municipios

cercanos y algunos más alejados de los campos de caña y también se incluyó información obtenida de los centros de salud de la región. Se revisaron las estadísticas de casos de afecciones respiratorias, registradas en los centros ambulatorios adyacentes a la zona bajo estudio. El propósito fue determinar mes a mes la atención que dieron los centros de salud a las personas que tuvieron problemas de índole respiratorio en la población que habita la zona cercana a las unidades de producción y para saber si hubo variaciones significativas en los meses correspondientes a la zafra del cultivo. El estudio concluyó que, para los años 1991 y 1992, no hubo evidencia clara de que la quema del desperdicio de caña haya afectado la salud de la población que habitaba en los alrededores de las siembras en esos distritos (Hernández, 1995).

En la introducción del informe “*Guía del Manejo del Humo*” del Servicio Forestal de los Estados Unidos, afirma: “Creemos que se puede aceptar parte del humo ocasionado por el manejo forestal a cambio de los beneficios que el fuego produce para el bosque y para la prevención de la sobrecarga de emisiones de un incendio forestal no controlado” (Petrovich, 1976).

En la prensa se han manifestado temores respecto a que el fuego elimina el oxígeno de la atmósfera y por lo tanto presenta una amenaza para la salud pública. Charles Cooper (1970) en una conferencia sobre *Los Efectos de la Quema en los Ecosistemas* dice: “Los planteamientos de que el oxígeno (del mundo) está en serio peligro de agotarse no son válidos”. Broeker (1970) calculó que la combustión total de todo el carbón de los tejidos de plantas y seres vivos existentes en la superficie del planeta requeriría apenas una fracción de uno por ciento del oxígeno que hay en la atmósfera.

La situación con el bióxido de carbono es menos clara. Este componente de la atmósfera es menos abundante que el oxígeno y

más sensible a las acciones del hombre. Sin lugar a dudas, el contenido del bióxido de carbono en el aire ha aumentado desde el inicio de la revolución industrial a finales del siglo XVIII y más aun durante el último siglo, debido principalmente a la quema de los combustibles fósiles (carbón mineral, gas natural y petróleo) y a la oxidación de la materia orgánica en el suelo después de la extensa tala de los bosques (C. Cooper, 1971). Es muy difícil medir el efecto del contenido del bióxido de carbono en el aire y sus consecuencias a largo plazo. Ya existen evidencias convincentes de que la totalidad de los gases de invernadero presenta el riesgo del calentamiento global.

La reforestación es un método de capturar parte del carbono en la  $\text{CO}_2$  y  $\text{CO}$  de la atmósfera. Los bosques son útiles como sumideros de carbón ya que éste se acumula el carbón de sus tejidos. El uso de las quemaduras para establecer plantaciones puede parecer contradictoria para un sumidero de carbón, pero el resultado a largo plazo es positivo, cuando se mantienen plantaciones en pie en forma continua y sustentable. Hay que recordar que el material vegetal y leñoso que se muere produce la misma cantidad de  $\text{CO}_2$  por la pudrición natural, que las quemaduras. La diferencia está en que las quemaduras arrojan el gas al aire en forma rápida, mientras que la pudrición lo hace lentamente. Desde otro punto de vista, entre más rápidamente se vuelva a establecer una plantación, más rápidamente se acumula el carbón en los árboles vivos.

Del total de gases de carbono que existen en la atmósfera, se estima que el 45% se han producido durante los últimos ciento cincuenta años, desde el inicio de la Revolución Industrial. Antes de la Revolución Industrial, la concentración atmosférica de  $\text{CO}_2$  fue de 280 partes por millón (ppm). En 1960, la concentración de  $\text{CO}_2$  había subido a 320 ppm y ha alcanzado 380 ppm en la actualidad. Las actividades humanas cuentan con la liberación de aproxi-

madamente 6 mil millones de toneladas de  $\text{CO}_2$  por año a la atmósfera (ILO, 2009). Según los científicos de NASA en la *Jet Propulsion Laboratory* en Pasadena, California, EE. UU., se estima que la quema de los combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), junto con la destrucción y la quema de la vegetación en bosques y praderas, arroja unos 8 mil millones de toneladas de toda clase de contaminantes a la atmósfera cada año (Cook-Anderson, 2009).

Hasta 1990, la mayoría de los científicos creían que había una acumulación neta de emisiones de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera, debido a la deforestación en las zonas tropicales y urbanas, además de la apertura de nuevas áreas para los cultivos. No obstante, ahora se han dado cuenta de que, en la vegetación terrestre, la fotosíntesis es mayor que la descomposición a un nivel global y que la vegetación es, en realidad, un sumidero de carbono, más bien que una fuente de emisiones de  $\text{CO}_2$  hacia la atmósfera. Se estima que en los océanos y los bosques se absorbe el 60% del carbono liberado anualmente por las actividades humanas (JPL, 2009). Todavía existe la incertidumbre sobre la forma o los mecanismos exactos que son responsables de la absorción del carbono que llevan a cabo la vegetación y los mares.

Hay aquellos que aseveren que la cosecha de las plantaciones elimina el efecto positivo del sumidero de carbón y, por tanto, no se deben cosechar los árboles, más bien se deben dejar en pie para siempre. A primera vista, este planteamiento parece lógico, pero pensando el asunto más a fondo, tiene muchos inconvenientes. Ante todo, las tierras han sido despejadas por el hombre para su uso. Es dudoso que haya interés en dejar que las tierras se vuelvan monte natural nuevamente y que se queden sin uso económico, especialmente cuando la población del mundo está en aumento. En muchos casos, el aclareo de los bosques y tierras cubiertos con monte natural se debe a incentivos fiscales de los gobiernos para ayudar a crear empleo, alimentos e

ingresos para los ciudadanos y para mejorar la economía nacional. Plantar árboles solamente para dejarlos, sin producir ingresos económicos, va contra de los objetivos de los gobiernos que es utilizar sus tierras para mejorar la economía y el bienestar de su gente. Si no hay incentivos reales para manejar los bosques para productos económicamente viables, no habrá quien los mantenga ni se preocupe por ellos. La realidad es que para tener éxito, los sumideros de carbón tienen que ser útiles al hombre en forma tangible, fuera de simplemente eliminar el carbón de la atmósfera.

Los árboles de rápido crecimiento producen madera para la industria de celulosa y papel, para la producción de carbón vegetal, para madera de aserrío, tableros aglomerados, postes y otros productos de madera sólida. El manejo de plantaciones para tales productos incluye el replante, el manejo de los árboles en pie, su cosecha y el replante nuevamente con un rendimiento sostenible. Esto da como resultado no solamente una ganancia neta como sumidero de carbono en la madera de los árboles sino que, debido al valor de las plantaciones para usos económicos, se mejora la economía. Además, los productos generados de la madera contienen carbono que ha sido capturado de la atmósfera y que queda en la madera y sus productos hasta que se pudra.

En un estudio de factibilidad para un proyecto de sumidero de carbono, el autor calculó las entradas y salidas de bióxido de carbono para un proyecto de plantación de 10.000 ha de eucaliptos. En el estudio se calculó un turno de 21 años para los eucaliptos, con cortes a tala rasa cada 7 años y con el manejo de los rebrotes, o sea, el cópice, utilizando tasas de crecimiento normales para los eucaliptos en el trópico. Se incluyó en el análisis la producción de CO<sub>2</sub> causado por el combustible que toda la maquinaria utilizó durante el manejo forestal (la preparación de sitio, la plantación, la cosecha y la administración). Se calculó la acumulación de carbono en los árboles, incluyendo las copas, los fustes, la

corteza y las raíces. Se calcularon las pérdidas de bióxido de carbono causadas por la pudrición del material de detritus dejando durante la cosecha que fueron a dar a la atmósfera. También se calcularon las pérdidas de bióxido de carbono que eventualmente irían a la atmósfera por la pudrición eventual de los productos elaborados de la madera (la pasta de celulosa, la madera aserrada, el aserrín, la corteza, etc.). Al final del turno de 21 años, el sumidero de carbono para el proyecto había alcanzado un nivel de 1,2 millones de toneladas para los 10.000 ha de plantaciones y el proyecto mantuvo ese nivel de sumidero de carbono en forma continua durante los años subsiguientes. Esto es equivalente de eliminar 4,5 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> de la atmósfera en forma permanente y sostenible.

De manera similar, los bosques naturales tienen que tener un valor para una nación y para su gente si van a ser cuidados y protegidos. La razón de que tantos bosques naturales se cortan, aprovechan y se pierdan es por el valor de su madera, pero no tienen otros valores adicionales que justifiquen su manejo posterior. Las tierras descubiertas valen más para los campesinos para sus cultivos que el manejo de los bosques naturales en pie. Una manera para proteger el bosque natural es aportar un valor público que genere bienes para el público. Una alternativa es el desarrollo de sitios de recreo y de turismo. Cuando se crea un interés público para visitar los bosques y áreas naturales, existe el potencial de generar réditos económicos por sí mismo. En Costa Rica, el turismo natural está entre los ingresos más importantes del Producto Interno Bruto del país. Por la naturaleza del humano, la verdad es que cualquier cosa que no tenga un valor palpable va a ser tratada con descuido, sin consideración.

### **El efecto del fuego sobre la fauna silvestre**

El incendio muy caliente que destruye áreas extensas en el bosque natural o que quema

grandes extensiones de praderas naturales tiene un efecto nocivo para la fauna. Sin embargo, este hecho no implica que cualquier quema agrícola o forestal tenga el mismo efecto, por el contrario, las investigaciones sobre la fauna silvestre muestran que existe un equilibrio necesario entre el fuego y ciertas especies de animales.

Los ganaderos practican las quemas y está comprobado que con estas se mejora el forraje de sus praderas. Los biólogos, especialistas en fauna silvestre, también prescriben la quema controlada con el fin de mejorar el hábitat de la fauna (Mobley, 1976). En un estudio se encontró que las plantas herbáceas que sirven de alimento para la fauna fueron diez veces más abundantes en áreas donde se practicó la quema controlada que en las áreas sin quemar (R. Cooper, 1971). En las plantaciones de *Pinus elliottii* en el Sureste de los Estados Unidos existe mejor forraje y alimento para el ganado y el venado en los sitios en donde se practican las quemas debajo del dosel de los pinos periódicamente (Grelen, 1976). Las semillas e insectos que sirven de alimento a las aves también son más abundantes en las áreas que han sido quemadas (Mobley, 1976).

En Sur Africa se encontró muy poca fauna silvestre en las sabanas sin quemar pero, luego de practicar la quema, se atrajeron muchos mamíferos herbívoros al área (Bigalke, 1974). Se recomienda la quema periódica de un bejuco herbáceo (*Lonicera japonica*) para aumentar su contenido de nutrientes para el venado (Stransky y otros, 1976). Las lombrices del género *Diplocardia* requieren de quemas periódicas para su supervivencia y muchas otras especies de invertebrados habitan medios adaptados al fuego en Norteamérica (Komarek, 1971).

Según Mobley y otros (1973), “Los principales efectos de las quemas controladas para la fauna silvestre son indirectamente beneficiosos en cuando a los cambios de la alimentación y escondite”. El fuego puede ser

esencial para mantener las condiciones necesarias para la supervivencia de algunas especies de gansos, patos y otras aves grandes (Vogl, 1970). En Norteamérica los habitantes originales mantenían condiciones ideales para las aves de caza y mamíferos mediante la quema periódica, pero la prohibición del fuego en los campos durante el Siglo XX dio como resultado una severa disminución de la fauna silvestre (Thompson & Smith, 1970).

Las quemas frecuentes de los llanos y praderas naturales mejoran la calidad y la cantidad del forraje disponible para la fauna silvestre y el ganado y son menos dañinos que las quemas poco frecuentes y más fuertes. Las quemas prescritas a intervalos de dos a cuatro años son utilizadas para aumentar la diversidad de comida para los animales, el abrigo o escondite y mejorar los paisajes (Long, 2006).

Las hierbas, arbustos y pastos capturan los nutrientes del suelo después de las quemas y los rebrotes son mas suculentos y apetitosos para los animales que el material herbáceo anterior. El fuego también fomenta la floración y producción de semillas y frutos, incrementando la disponibilidad de estos como alimentos para la fauna silvestre.

Según el Dr. James Kennamer, vicepresidente de la Asociación Nacional de Pavos Silvestres (2006), “Las quemas prescritas (en el Sureste de los EE. UU.) mejoran el hábitat para los pavos silvestres (*Meleagris gallo pavo*) al reducir el combustible en los bosques, crear aperturas en los sotobosques y fomentar la producción de hierbas y semillas de los pastos, los cuales son alimento para los pavos silvestres.

En un estudio con ratones de campo en áreas de bosque talado, las poblaciones de estos fueron altas un año después de la quema de desperdicios de la cosecha del bosque y llegó a sus niveles originales dos años después (Fala, 1975). En Sur Africa se recomienda la quema de la sabana en bloques de un par de



centenares de hectáreas en forma de mosaico para favorecer las poblaciones de dos especies de aves de caza *Francolinus africanus* y *Francolinus levaillantii* (Mentis y Bigalke 1974).

En Colombia y Venezuela se ha observado con mucha frecuencia que numerosos pájaros se acercan a las quemas agrícolas y forestales. Muchos insectos voladores saltan al aire para escapar del fuego y esto atrae a las aves en búsqueda de alimento. También los roedores corren para escapar de una quema o incendio y las aves predatoras aprovechan la oportunidad para agarrar sus presas. Los aves *Buteo platypterus* y *Buteogallus meridionalis* tienen el nombre vulgar “gavilán bebehumo” debido a su costumbre de acercarse a los incendios en búsqueda de roedores, y otros pequeños animales que escapan del fuego.

Los animales pequeños (mamíferos, anfibios y reptiles) pueden tener más dificultad para encontrar escondite después de las quemas o incendios, y naturalmente, esto da como resultado una mejor opción de caza para los predadores, los cuales prosperan después de las quemas (Long, 2006). En los sitios pantanosos y alrededor de las ciénegas en el norte de Colombia, el pasto y la enea crecen en forma tupida y es un buen escondite para los roedores. Después de pasar un fuego por tales sitios, el suelo queda limpio durante el resto de la época seca y los halcones y gavilanes se paran en los árboles y las palmas cercanos en busca de roedores y lagartijas, ya que son más fáciles de detectar corriendo por las cenizas que antes cuando estaban protegidos por la hierba.

Aunque las quemas pueden causar la pérdida de nidos de los pájaros que anidan en el suelo, los adultos normalmente vuelven a anidar en el lugar con la ventaja de que van a tener una mayor abundancia de insectos, semillas y otros alimentos que surgen después de las quemas (Long, 2006).

Gracias a las investigaciones que se han llevado a cabo se ha concluido que en ciertos medios el fuego es una parte integral y su eliminación modifica el hábitat hasta el punto de que parte la fauna residente desaparece. El ave de caza, *Tympanuchus cupido*, fue eliminada del estado de Massachussets debido a la exclusión del fuego de su medio ecológico por la puesta en práctica de una ley contra las quemas. Las sabanas que se formaban con el fuego desaparecieron y con ellas las plantas e insectos que eran el alimento de esa ave, por tanto, la especie se extinguió a causa del hambre (Komarek, 1971). El mismo autor plantea que si se elimina el fuego de los campos de la cordoníz norteamericana (*Colinus virginianus*), las condiciones cambiarán tanto en tres o cuatro años que esta ave no podrá vivir y reproducirse en cantidades apreciables.

Antes de formular restricciones contra la práctica de las quemas, es necesario estudiar profundamente el impacto del fuego en el medio y las consecuencias de su eliminación. Las restricciones de las quemas en el Siglo XX resultó en un cambio de muchos ecosistemas, con un aumento en la presencia de arbustos, junto con un aumento en la acumulación de vegetación, viva y muerta, la cual aumentó el riesgo de incendios grandes y dañinos sin control (Long, 2006).

Los ecólogos del Refugio Nacional de la Fauna Silvestre (EE. UU) están utilizando las quemas prescritas para restaurar el hábitat para una especie bajo peligro de extinción en el Sur, la garza de Misisipi (*Grus canadensis pulla*). La garza requiere sabanas abiertas para anidar y dormir. En los mismos refugios de la fauna silvestre, las quemas están aportando beneficios para otros pájaros migratorios que pasan el invierno en el delta del Río Misisipi, incluyendo otras especies de garzas, pájaros de trino, el pájaro azul (*Sialia sialis*) y el pájaro *Ammadroamus henslowii* que se encuentran en las mismas sabanas (National Wetlands Reserch Center, 2000).

## **El efecto del fuego en el suelo y la biota edáfica**

El suelo es el recurso básico para la agricultura y la silvicultura. La forma en que el hombre maneje este recurso determina en gran parte la productividad del mismo. Desafortunadamente, la necesidad inmediata tiene prioridad sobre mañana y lo que es conveniente hoy puede ser perjudicial y dañino a largo plazo, especialmente en lo que se refiere a las quemas. Sin embargo, el fuego no es siempre dañino para el suelo y su efecto depende de ciertos factores específicos.

El factor principal a tomar en cuenta cuando nos referimos al fuego es la pendiente del terreno. La posibilidad de daños físicos que la quema puede ocasionar al suelo aumentan con la pendiente (Smith, 1962). Las quemas no deben practicarse en laderas con pendientes fuertes y largos debido al riesgo de erosión. En pendientes moderadas el desplazamiento del suelo después de un incendio o quema es insignificante (R. Cooper, 1971). En suelos planos, la quema presenta pocos peligros de erosión (Mobley y otros, 1973).

La repetición de las quemas es otro factor importante. En el Canadá, Strang (1970) reportó que las quemas repetidas degradaron el suelo en las áreas rocosas del oeste de la Provincia de Nueva Escocia. Las quemas repetidas en pendientes fuertes también causan erosión (Scotter, 1972). En suelos planos en la costa atlántica de Norteamérica, la quema anual no parece dañar el suelo. Las quemas anuales practicadas durante un período de 20 años no han reducido la materia orgánica ni el contenido de nitrógeno existente en los suelos (Stone, 1971). Al cabo de 12 años de quemas bianuales no se ha encontrado diferencias en el rendimiento ni en la composición de las plantas herbáceas que crecen debajo de un bosque de coníferas en el estado de Luisiana (Grelen, 1975).

La textura del suelo también determina la influencia del fuego sobre la erosión. Los

suelos arenosos son altamente erodables durante lluvias fuertes, aún en pendientes leves, después de haber sido descubiertos por el arado o por quemas. En sitios planos o casi planos las quemas no producen daños cuando las lluvias no son fuertes porque las arenas permiten la penetración rápida del agua (Smith, 1962). Los suelos arcillosos, especialmente los suelos compactados por el ganado, son susceptibles a la erosión superficial después de las lluvias, debido a su menor capacidad de absorción de agua y debido a una mayor cantidad de escorrentía. El efecto de la escorrentía del agua sobre suelos arcillosos en pendientes es producir cárcavas. La quema de desperdicios agrícolas tiende a dañar los suelos arcillosos en pendiente fuertes (Mobley y otros, 1973).

Contrario a la opinión popular, el calentamiento del suelo producido por las quemas controladas es solo superficial y leve (Heywood, 1938; Stone, 1971). En un estudio de la quema de la caña en Cuba, se registraron temperaturas de las llamas de entre 600°C y 750°C, mientras que la temperatura máxima del suelo a los dos centímetros de profundidad no subió de 34°C (Velazco y otros, 1968). Igualmente en Venezuela, durante la quema de caña se observó un aumento máximo de 6°C a los dos centímetros de profundidad del suelo, la cual se mantuvo solamente durante 20 minutos (Arnal, 1976). A una profundidad de cinco centímetros, la temperatura subió solamente 1,5°C durante la misma quema de la caña.

La secuencia lógica en este tema de suelos es discutir el efecto del fuego sobre la flora y fauna edáfica. En una medición de poblaciones de hongos en suelos minerales sometidos a quemas anuales y quemas periódicas durante 20 años, y en suelos sin las quemas, no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de hongos a profundidades de 0 a 5 cm, o de 13 a 18 cm en suelos forestales en la costa atlántica de Carolina del Sur, EE. UU. (Jorgensen & Hodges, 1971). En el mismo estudio, la población de bacterias y

actinomicetos a las mismas profundidades fue de 51 millones/gm en suelos sin quemar, 28 millones/gm en suelos quemados anualmente y 71 millones/gm en suelos quemados cada tres o cuatro años.

Simultáneamente con dicho estudio, otros dos investigadores hicieron un muestreo de la población de la mesofauna en el suelo, es decir, jehenes, garrapatas, lombrices, insectos y otros. En ese muestreo, se encontró que la población de la mesofauna era mayor en las parcelas quemadas anualmente que en las parcelas quemadas periódicamente o sin quema (Metz y Farrier, 1971). Se concluye que las quemas controladas no producen mayores cambios cualitativos en la composición de las poblaciones de microbios o de la fauna en el suelo (Stone, 1971).

El último interrogante sobre la quema y los suelos es su efecto sobre los niveles de nutrientes. En la selva amazónica de Perú, se condujo un estudio sobre la agricultura migratoria y el efecto de la quema del monte en la productividad del suelo (Seubert, 1974). Se comparó el sistema tradicional de tala y quema con el sistema de eliminación del material vegetal con buldózer, apilando los desperdicios. Los resultados de la prueba fueron los siguientes:

- El estado de las bases aumentó marcadamente con las quemas.
- El contenido de calcio, magnesio y potasio intercambiable se triplicó después de la quema mientras que en el área aclarada con el buldózer permaneció igual.
- El fósforo disponible aumentó dramáticamente con la quema.
- El contenido de materia orgánica no disminuyó con la quema pero el carbón orgánico y el nitrógeno disminuyeron en el área aclarada con buldózer porque se arrastró la capa superior del suelo (humus) a las pilas de desperdicio.

Otros autores que han hablado sobre la quema controlada en bosques de coníferas en los Estados Unidos, han concluido que la quema prescrita en el Sur normalmente causa poco o ningún cambio en el contenido de materia orgánica en los suelos superficiales (Mobley y otros, 1973). Tampoco se ven muy afectadas las cantidades de bases y nutrientes minerales en los bosques por las quemas controladas (Stone, 1971). Varios estudios han mostrado que el uso de las quemas controladas, bien planeadas y llevadas a cabo, no tiene impacto significativo sobre la calidad de agua (Douglass & Van Lear, 1983).

### **El efecto del fuego sobre el crecimiento de los árboles y de los cultivos**

En la sección anterior se habló del estudio de la agricultura migratoria en el Perú. Además de los estudios de suelos, se hicieron pruebas con cultivos de arroz, maíz, yuca y soja (Seubert, 1974). Después de dos años, el rendimiento de estos cultivos en el área quemada fue el triple del obtenido en el área tratada con el buldózer. Según Seubert, “Los resultados de este estudio favorecen notoriamente el sistema de agricultura tradicional” de tala y quema, en lugar de los sistemas mecánicos.

En plantaciones de árboles, la quema controlada tampoco parece afectar su crecimiento. En un estudio de la quema por debajo de una plantación de coníferas en los Estados Unidos, Grelen (1976) reportó que los tratamientos de quemas controladas no habían afectado ni la supervivencia ni el crecimiento de los árboles al cabo de trece años. En Zambia, donde se practica la quema controlada en plantaciones forestales, no se reportó un efecto significativo en el crecimiento después del cuarto año de mediciones (Ross, 1976).

En un estudio sobre la quema del ripio de trigo, no se encontraron diferencias en la

productividad del sitio después de doces años de quemas (Stone, 1970).

En el delta del Bajo Misisipi, donde hubo incendios en los bosques de las terrazas del río, se reportaron daños a los árboles entre las especies latifoliadas. Toole (1957) reportó que más de tres cuartas partes de los árboles tenían pudrición en la base de los fustes y que los hongos les entraron a través de las heridas producidas por el fuego. Esto redujo substancialmente el valor comercial de la madera en los árboles afectados. En bosques como esos, cualquier clase de fuego hace daños a la calidad del bosque.

La quema controlada no parece afectar el crecimiento forestal en plantaciones, si las especies son resistentes al fuego y la quema es leve. Sin embargo, el incendio forestal muy caliente puede destruir un bosque o, como mínimo, dañar los árboles y permitir la entrada de hongos de pudrición que reduce su calidad y el valor de la madera en pie. En la conversión del monte a agricultura migratoria, la quema da mejores resultados que el aclareo con equipos mecánicos. La quema del ripio de los cultivos no parece afectar la calidad del sitio.

### **El efecto de la exclusión de las quemas en el medio ambiente**

El concepto de uso de las quemas controladas no es nuevo. Los agricultores han quemado sus campos para establecer cultivos y han quemado los restos que quedan después de las cosechas desde que el hombre se volvió sedentario y empezó a manejar cultivos agrícolas. Las quemas controladas utilizadas en la silvicultura para la preparación de sitio para el replante es tan antigua como la silvicultura misma. Sin embargo, la quema controlada como método para reducir el peligro de incendios forestales es un concepto reciente, pero de gran utilidad.

En la región de Landes, Francia, se practicó la quema controlada en plantaciones durante el período entre 1922 y 1940. Durante ese lapso, el área dañada por los incendios forestales fue de 750 ha/año. Durante la Segunda Guerra Mundial, cuando no practicaron las quemas controladas, la cantidad de combustible en el suelo debajo de los bosques aumentó y, durante el período entre 1941 y 1949, los incendios forestales quemaron un promedio de 11.300 ha/año (McArthur, 1967).

Las quemas controladas han reducido el número y la extensión de los incendios forestales en todas partes del mundo (Hall, 1972). Desde su inicio en 1908, el Servicio Forestal de los Estados Unidos mantuvo una política de exclusión de toda clase de fuego de los bosques nacionales. En 1977 esa política de exclusión total del fuego en el medio ambiente fue levantada y, a partir de 1978, ha habido una política de quemas controladas con el propósito de reducir la carga de combustible en los bosques naturales, especialmente los bosques de coníferas en el oeste del país (Chandler y otros, 1983; Wuerthner, 2006).

En la costa sur de los Estados Unidos ocurrían grandes y destructivos incendios, debido a la acumulación del combustible cuando no se practicaban las quemas controladas (R. Cooper, 1975). Durante el lapso entre 1950 y 1975, hubo quemas controladas de más de un millón de hectáreas en bosques anualmente en el Sur. Esto se hizo con el objeto de eliminar el combustible del suelo y reducir el peligro de incendios forestales (Mobley, 1976). La necesidad ecológica del fuego en algunos bosques y el uso de las quemas controladas para evitar la devastación producida por los incendios forestales son un sólido argumento para su uso (Pierovich, 1976).

En términos generales, las leyes promulgadas durante el Siglo XX tendían a catalogar como delito todo tipo de fuego y prohibir las quemas controladas igualándolos a los

incendios forestales fuera de control. En Australia, la exclusión parcial del fuego en los bosques de eucaliptos ha resultado en incendios forestales con la consiguiente pérdida de vidas y propiedades; la exclusión total del fuego derrotó su propia meta (Crane, 1972). En Zambia, Ross (1976) comentó: “No hay ninguna duda de que las quemas controladas reducen el peligro de incendios y da mayores oportunidades para que sean controlados por los bomberos forestales.” En Venezuela, Arnal (1976) comentó que: “Las quemas originadas trajeron grandes ventajas para los cañicultores, evitando el riesgo de propagación de los incendios por todas sus fincas y áreas circunvecinas”.

Además de la reducción del peligro de incendios, se ha encontrado que el fuego es importante para la salud de las plantaciones forestales. “La práctica de la exclusión del fuego entre 1920 y 1970 aumentó el peligro de incendios y también los niveles de infección en los bosques de California” (Alexander y Hawksworth, 1976).

Muchos de los problemas causados por insectos, tanto en los bosques como en la agricultura, están relacionados o estimulados por las políticas de exclusión de las quemas controladas (Komarek, 1971). Los patólogos forestales reconocen que la quema es una medida de seguridad en ciertos casos (Pierovich, 1976). No existe una alternativa ecológica a la quema controlada debido a sus muchos e importantes usos en el manejo forestal, en el sector agropecuario y para la fauna silvestre (Darley y otros, 1966). El fuego juega un papel importante para el reciclaje de nutrientes, el flujo de energía y para la cadena de alimentos (Sotter, 1972).

Después de que aumentaron las áreas afectadas por grandes incendios forestales en los Estados Unidos, la nueva política del Siglo XXI propone aumentar el uso de las quemas controladas para reducir el peligro de los incendios y mejorar los ecosistemas que dependen del fuego (Mutch 1994). En el

Estado de la Florida (EE. UU.) se aplican las quemas prescritas a entre 600.000 y 1.400.000 ha por año en los bosques, en el sector agropecuario y para la restauración ecológica de bosques y praderas.

Por supuesto, el humo asociado con las quemas es un problema en las áreas pobladas y en las carreteras. Los propietarios y el público tienen que entender el valor del fuego para los objetivos de manejo además de los límites de su uso en cuanto a sus implicaciones negativas (Long, 2006). La División Forestal de la Florida no permite hacer las quemas durante temporadas muy secas y calientes, o cuando existe el riesgo de que una quema pase fuera de control a la propiedad vecina. Igualmente, las quemas se prenden solamente cuando la dirección del viento mueve el humo hacia afuera a las áreas delicadas, tales como carreteras, pueblos u otras áreas sensibles (Long, 2006).

### **Incidencia de los incendios forestales en los bosques naturales**

Las regiones húmedas y templadas en el trópico tienen niveles relativamente bajos de peligro de incendios, cuando se comparan con las regiones templadas del mundo. Por otra parte, y debido al deficiente nivel de preparación de las organizaciones de control y combate de incendios forestales en muchos países del trópico, los incendios infrecuentes los toman por sorpresa y se pueden quemar grandes áreas y causar severos daños a los bosques naturales y a las plantaciones (McArthur, 1967). En muchos países tropicales la quema periódica podría ser la única alternativa económica y práctica de protección contra incendios. La reducción de este peligro debe ser de primordial importancia para cualquier sistema de protección de plantaciones (McArthur, 1967).

Según Linton (2004), los daños ocasionados por los incendios son exagerados por los reportes oficiales de entre 10% y 50%. Se

sobre-estima el área realmente afectada por un incendio al calcular el perímetro del área afectada sin tomar en cuenta que hay muchas islas de vegetación sin quemar dentro del área total. También se sobre-estima el daño causado por un incendio, al no descontar las áreas quemadas pero con efectos mínimos en la vegetación.

Entre 1982 y 1983, hubo incendios en Borneo que eliminaron totalmente 3 millones de hectáreas de reservas de bosques húmedos tropicales. Entre septiembre, 1997, y mayo, 1998, hubo entre 6 y 7 millones de ha de tierra quemada en Indonesia, incluyendo 800.000 ha de bosques naturales. Los incendios afectaron principalmente los bosques en las islas de Sumatra y Borneo.

En 1995, hubo 6,8 millones de hectáreas quemadas en el Canadá (Forestry Source, 2000). En los Estados Unidos en los seis años entre 2000 y 2006, ocurrieron los peores incendios forestales desde que se inició el registro de datos nacionales de incendios en 1960.

Los incendios forestales tienen causas variadas, pero la mayoría de los incendios se deben a la intervención del hombre, mientras que muy pocos son por causas naturales, como los rayos y centellas. En el siglo veinte, un 25% a 30% de los incendios en los Estados Unidos fueron iniciados por la malicia de personas pirómanas o mal intencionadas (Moore, 1975). Muchos otros incendios fueron causados por la negligencia y el descuido de los granjeros que permitieron que las quemadas controladas se salieran del campo donde se prendieron y se convirtieron en incendios fuera de control.

En Zambia, se estima que el costo del control de incendios corresponde al cinco por ciento del costo total del establecimiento de las plantaciones forestales (Ross, 1976). Se utilizan rompefuegos de cinco metros de ancho en los límites de las plantaciones y se practica la quema controlada para reducir el

peligro de incendios. Se calculó que el costo de la quema controlada en esa época, utilizando ocho personas y dos vehículos, fue de US\$0,50/ha de plantación, con capacidad de manejar quemadas de hasta 80 ha por día (Ross, 1976). Debido a los vientos y a las sequías que se presentan en Zambia, las quemadas se realizan, en lo posible, por las noches. Las quemadas se inician justamente cuando termina la temporada de lluvias, época en que el riesgo de incendios es mínimo y cuando las llamas permanecen bajas. Se estima que el chamuscado del follaje producido por el calor alcanza aproximadamente cinco veces la altura de las llamas en el suelo debajo del dosel de la plantación. Otra práctica importante en el manejo de fuego es la poda de las ramas inferiores para evitar que las llamas alcancen las copas de los árboles. En Zambia, se hace la poda hasta 2,2 m de altura cuando los árboles alcanzan una altura total de 10 m, esto para crear una brecha entre el combustible que está en el suelo (la hojarasca) y el dosel de la plantación.

También se utiliza la poda en Australia como medida de prevención de incendios. Se hace la poda de todos los árboles hasta los 2,5 m de altura para reducir el riesgo de incendios en las copas (McArthur, 1967). La velocidad del incendio en las copas de una plantación sin podar es más del doble de la velocidad de la que ocurre en una plantación podada (McArthur, 1967). Los rompefuegos en las plantaciones de Australia se hacen de entre cinco y siete metros de ancho y se calculó el costo de la preparación para reducir el peligro de incendios en US\$4,20/ha en 1967. Esta suma se divide así: Rompefuegos, caminos, quemadas controladas y entrenamiento del personal (US\$3,08/ha), supresión y combate de incendios (US\$0,15/ha), compra de equipos de combate de incendios (US\$0,97/ha) (McArthur, 1967). Un sistema de pronóstico meteorológico basado en un índice de peligro de incendios es esencial para la planeación de detección y combate de los mismos.

En Estados Unidos las quemas controladas resultan más económicas para la reducción del peligro de incendios que cualquier otro método de control. En el Sur del país, el costo de las quemas controladas en 1975 fue de aproximadamente US\$2,50/ha y en el Oeste, en terrenos montañosos varía entre US\$2,50/ha y US\$125/ha, dependiendo de las condiciones (R. Cooper, 1975). Los métodos mecánicos y/o químicos de efectuar las quemas tenían costos en esa época de entre US\$65/ha y US\$750/ha. En el Estado de Virginia, el costo de las quemas controladas fue US\$4/ha (Ladrach, 1977). Un estudio económico del costo de la prevención de incendios, realizado en el estado de Misisipi mostró que se podría justificar un costo máximo de US\$172/ha para la prevención de los incendios durante la vida de una plantación forestal, mientras que el costo promedio en esa zona fue de US\$15/ha (Moak, 1976).

Aunque las quemas nocturnas son más seguras que las diurnas en cuanto a los riesgos de que la quema se escape del área, existe un mayor riesgo debido al humo que se produce si este pasa por una carretera y reduce la visibilidad de los choferes que conducen sus vehículos por la zona, esto sucede especialmente en las situaciones en donde hay inversiones de temperatura en el aire que pueden atrapar el humo cerca de la superficie. Bajo estas condiciones, existe un riesgo de crear graves peligros para el tráfico (Moblely y otros, 1973).

## **Conclusiones**

Este resumen de la literatura sobre el impacto del fuego en el medio ambiente muestra que los daños más destacados debido al fuego son la erosión de suelos erodables y en pendientes. El incendio fuera de control y muy caliente destruye el valor de la madera comercial en los bosques, bien sea plantación o bosque natural.

Por otra parte, la quema oportuna y controlada con temperaturas moderadas no afecta el crecimiento de los árboles o de los cultivos establecidos posteriormente, no produce daños al suelo, no contaminan el aire ni afecta a la fauna tanto como se cree popularmente. Las partículas de humo en el aire son necesarias para la formación de las gotas de la lluvia (Darley y otros, 1916), pero la producción de altas concentraciones de partículas de humo en la atmósfera está produciendo el efecto de la condensación de la humedad de las nubes en muchas más partículas resultando en una mayor refacción de la luz solar de las nubes y una reducción en la luz que llega a la superficie de la tierra. Aunque buena parte de este efecto se debe a la contaminación por la quema de los combustibles fósiles (carbón mineral, gas natural y petróleo), el humo de los incendios y quemas también contribuyen a la reducción de la luz solar. Los incendios arrojan mucho más humo al aire que las quemas controladas bajo condiciones óptimas de quemar. El uso de las quemas controladas para minimizar el riesgo de incendios y/o el área afectada por incendios es un argumento sólido para su uso como método de reducir la cantidad de humo y partículas en el aire.

Las quemas controladas juegan un papel importante para la reducción del peligro de incendios forestales y agrícolas y es el método más económico para el manejo de los mismos. En muchas partes del mundo se ha comprobado que el daño debido a incendios fuera de control aumenta cuando no se practican las quemas controladas. Aunque el peligro de incendios es, más bien, menor en el trópico que en los países de la zona templada, el incendio infrecuente en el trópico puede causar daños muy significativos debido al área afectada durante las sequías y debido a la falta general de la preparación de equipos de control y combate de incendios.

Existe la necesidad de formar equipos bien entrenados para el combate de incendios. Esto requiere que se dicten cursos sobre el

comportamiento del fuego y los métodos de combate en un aula, junto con prácticas de entrenamiento del personal en el campo.

Es importante que se promulguen leyes que regulen y reglamente las quemas controladas basadas en las conclusiones de las investigaciones llevadas a cabo sobre el efecto del fuego en el medio ambiente y no fundamentadas en las creencias populares. Se ha demostrado que la prohibición de toda clase de quema tiene el efecto contrario al deseado y que de esa forma se aumenta la posibilidad de desastres futuros debidos a los aumentos en el número y la severidad de los incendios forestales. El fuego, debidamente manejado es una herramienta efectiva y benéfica en el campo forestal, en los sistemas agropecuarios y para el medio ambiente.

Publicado originalmente en "Control de incendios en bosques y areas silvestres", un CD producido en 2009 por William Ladrach, Presidente de Zobel Forestry Associates, Inc., co-auspiciado por ISTF.



## REFERENCIAS

- Adams, R. and D. Simmons. 1999. Ecological effects of fire fighting foams and retardants. Proc.: Australian Bushfire Conference, July 1999, Albury. Published by the School of Environmental & Information Sciences, Charles Sturt University, Australia.
- Alexander, M. E. and F. G. Hawksworth. 1976. Fire and dwarf mistletoe in North American coniferous forests. *Journal of Forestry*, Jul.: 446-450.
- Arnal, J. I. 1976. Problemática de la quema de la caña de azúcar. Venezuela. Seminario Internacional Sobre Mecanización de la Cosecha de la Caña de Azúcar. Maracay. 26 Septiembre al 1 De Octubre de 1976. 12 p. Venezuela.
- Bigalke, R. C. 1974. Wildlife on forest land: problems and prospects. *South African Forestry Journal* 89:16-20.
- Broeker, W. E. 1970. Man's oxygen reserves. *Science* 168: 1537-38.
- Chandler, C.; P. Cheney, P. Thomas, L. Trabaud, D. Williams. 1983. Fire in forestry, Vol. II. Forest fire management and organization. John Wiley & Sons, NY. 298 p.
- Cook-Anderson, Gretchen. 2009. The Orbiting Carbon Observatory and the mystery of the missing sinks. NASA Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, Calif. ([www.nasa.gov](http://www.nasa.gov))
- Cooper, Charles F. 1971. Effects of prescribed burning on the ecosystem. USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, 1971. Prescribed Burning Symposium proceedings. 160 pp. Asheville, N.C.: Southeastern Forest Experiment Station. p. 52-160.
- Cooper, Robert W. 1971. Current use and place of prescribed burning. USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, 1971. Prescribed Burning Symposium proceedings. 160 pp. Asheville, N.C.: Southeastern Forest Experiment Station. p. 21-33.
- Cooper, Robert W. 1975. Prescribed burning. *Journal of Forestry*. Dec. p. 776-780.
- Crane, J. B. 1972. Fire in the Australian environment. Proceedings: Fire in the Environment. USDA Forest Service p. 93-96.
- Darley, E. F.; F. R. Burleson, E. H. Mateer, J. J. Middleton & V. P. Osterli. 1966. Contribution of burning of agricultural wastes to photochemical air pollution. *Air Pollution Control Association Journal* 16:685-90.
- Dieterich, J. H. 1971. Air quality aspects of prescribed burning. USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, 1971. Prescribed Burning Symposium proceedings. 160 pp. Asheville, N.C.: Southeastern Forest Experiment Station. p 139-151.
- Douglass, J.E. & D. H. Van Lear. 1983. Prescribed burning and water quality at ephemeral streams in the Piedmont of South Carolina. *Forest Science* 29:181-189.
- Fala, R. A. 1975. Effects of prescribed burning on small mammal populations in a mixed oak clear-cut. *Journal of Forestry*, Sep. 1975 p. 566-590.
- FAO. 2006. Fire management: review of international cooperation. Fire Management Working Paper 18. Rome

- ([www.fao.org/forestry/site/firemanagement/en](http://www.fao.org/forestry/site/firemanagement/en)).
- Forestry Source, 2000, Society of American Foresters. June, 2000
- Friend, J. P. 1971. Volcanic sources of atmospheric aerosols. Proc. Annual Meeting American Meteorological Society, San Francisco.
- Grelen, H. E. 1975. Vegetative response to twelve years of seasonal burning on a Louisiana longleaf pine site. USDA Forest Service Research Note SO-192, 4 p.
- Grelen, H. E. 1976. Response of herbage, pines and hardwoods to early and delayed burning in a young slash pine plantation. *Journal of Range Management* 29(4) 301-303.
- Haines, T. K., J. Martinez & D. A. Cleaves. 1998. Influences on prescribed burning activity in the United States National Forest System. IFFN No. 19 - September 1998, USDA Forest Service, Southern Research Station, Law and Economics Research Unit, New Orleans, Louisiana p. 43-46.
- Hall, J. A. 1972. Forest fuels, prescribed fire and air quality. USDA Forest Service. Pacific NW Forest and Range Experiment Station, Portland, Oregon.
- Haltenhoff D., Herbert. 1988. Manual de prevención de incendios forestales. Sección Prevención, Depto. Manejo del Fuego. Corporación Nacional Forestal, CONAF. Santiago, Chile. 299p.
- Hernández de L., Yolanda. 1995. Efecto de la quema de la caña de azúcar sobre la incidencia de enfermedades respiratorias en dos localidades del estado de Aragua, Venezuela. *Caña de Azúcar*, Vol. 13(02): 85-97. 1995
- Heyward, F. 1938. Soil temperatures during forest fires in the longleaf pine regions. *Journal of Forestry* 30:478-491.
- Jones, M. 1974. Smoke production of particulate matter from American cities. Third National Conference on Fire and Forest Meteorology. Nevada.
- Jorgensen, J. R. & C. S. Hodges, Jr. 1971. Effects of prescribed burning on the microbial characteristics of soil. USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, 1971. Prescribed Burning Symposium proceedings. 160 pp. Asheville, N.C.: Southeastern Forest Experiment Station. p. 107: 114.
- JPL. 2009. NASA, Jet Propulsion Laboratory at Pasadena, California. [www.JPL.NSAS.gov/news](http://www.JPL.NSAS.gov/news).
- Kennamer, J. E. 2006. Newspaper interview: News-Reporter, Washington, Georgia (USA). July 6, 2006,
- Komarek, E. V. 1970. Controlled burning and air pollution: an ecological review. Proc. Tall Timbers Fire Ecology Conference. 10: 141-173.
- Komarek, E. V. 1971. Effects of fire on wildlife and range habitats. USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, 1971. Prescribed Burning Symposium proceedings. 160 pp. Asheville, N.C.: Southeastern Forest Experiment Station. 46-53.
- Ladrach, W. E. 1977. El uso de las quemadas controladas en la prevención de incendios y en la reforestación. Informe Anual de Investigación Forestal. Cartón de Colombia, S. A. Cali, Colombia. p. 104-115.
- Ladrach, W. E. 1978. El efecto del fuego en los ecosistemas agrícolas y forestales.

- Informe de Investigación No. 31. Cartón de Colombia, Cali, Colombia. 8 p.
- Linton, J. V. (Ed). 2004. Wildfire issues and consequences. Nova Science Publishers, Inc., NY. 127 P.
- Long, A. J. 2006. Benefits of Prescribed Burning. For. 70. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. September 2006.
- McArthur, A. G. 1965. Fire behavior characteristics of the Langford fire. Forestry and Timber Bureau. Leaflet 91. Canberra, Australia.
- McArthur, A. G. 1967. Protección contra los incendios de los bosques artificiales. Simposio Mundial de la FAO sobre bosques artificiales. Canberra, Australia. Tomo I: 717-745.
- Mentis, M. T. & R. C. Bigalke. 1974. Management of greywing and redwing francolins in Natal. Journal of South African Wildlife Management Association.
- Metz, L. J. & M. H. Farrier. 1971. Prescribed burning and soil mesofauna on the Santee Experimental Forest. USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, 1971. Prescribed Burning Symposium proceedings. 160 pp. Asheville, N.C.: Southeastern Forest Experiment Station. P. 100-106.
- Mikell, H. J. 1971. USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, 1971. Prescribed Burning Symposium proceedings. 160 pp. Asheville, N.C.: Southeastern Forest Experiment Station p 128.
- Moak, J. E. 1976. Fire prevention, does it pay? Journal of Forestry. Sept. 612-614.
- Mobley, H. E., R. S. Jackson, W. E. Balmer, W. E. Ruziska & W. A. Hough. 1973. A guide to prescribed fire in southern forests. USDA Forest Service.
- Mobley, Hugh E. 1976. Southern Forestry Smoke Management Guidebook. Gen. Tech. Rep. SE-10. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. 140 p.
- Moore, H. D. 1975. Incendiarism, it can be successfully investigated and prosecuted. Journal of Forestry. June: 351-352.
- Mutch, R.W. 1994. Fighting fire with prescribed fire: a return to ecosystem health. Journal of Forestry 92 (11) 31-33.
- National Wetlands Research Center. 2000. Fire ecology en the Southeastern United States. USGS Fact Sheet 018-00. U. S. Geological Survey. Lafayette, Louisiana.
- Omi, Philip N. 2005. Forest fires, a reference handbook. ABC-CLIO Inc. 347 p.
- Pecora, W. T. 1970. Resources and environment – quest for balance. Mining Congress Journal 56:65-70.
- Pierovich, J. M. 1976. Perspectives. Southern Forestry Smoke Management Guidebook. General Tech. Rpt. SE-10. USDA Forest Service 140 p.
- Ramos, P., C. Mendes e Lucrecia Santos. 2001. Queimada Controlada. Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Sistema Nacional de Prevenção e combate aos incêndios florestais. 2ª Edição IBAMA - Prevfogo. Brasília. 32 p.
- Ross, W. 1976. Fire protection in industrial plantations of Zambia. Savanna Afforestation in Africa. FAO/DANIDA. Kaduna, Nigeria. P. 196-202.

- Schusky, J. 1966. Public awareness and concern with air pollution in the St. Louis metropolitan area. *Air Pollution Association Journal* 16:72-76.
- Scotter, G. W. 1972. Fire as an ecological factor in boreal forest ecosystems of Canada. *Proc. Fire in the Environment*. USDA Forest Service p. 15-24.
- Seubert, C. E. 1974. Agronomic-economic research on tropical soils. Annual Report. North Carolina State University/USAID p. 14-21.
- Sington, David. 2005. Why the sun seems to be 'dimming'. *BBC World News*, January 13, 2005.
- Smith, D. M. 1962. Preparation and treatment of the site. In: *The Practice of Silviculture*. 7<sup>th</sup> Ed. Wiley & Sons. New York. P. 311-350.
- Stone, E. L. 1971. Effect of prescribed burning on long term productivity of Coastal Plain soils. *Proc. USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, 1971. Prescribed burning Symposium proceedings*. 160 pp. Asheville, N.C. p. 115-138.
- Strang, R. M. 1970. The ecology of the rock heathlands of Western Nova Scotia. *Proc. 10<sup>th</sup> Tall Timbers Fire Ecology Conference, Tallahassee, Florida*. 10:255-265.
- Stransky, J.J., J. N. Hale & L. K. Halls. 1976. Nutrient content and yield of burned or mowed Japanese honeysuckle. *Proc. Southeastern Association Game Fish Commission* Ñ 29:403-406.
- Thompson, D. Q. & R. H. Smith. 1970. The forest primeval in the Northwest: a great myth? *Proc. 10<sup>th</sup> Tall Timbers Fire Ecology Conference, Tallahassee, Florida*. 10: 255-265.
- Toole, E. R. 1957. Fire scars are entrance for most hardwood rot. *Southern Forestry Notes* No. 112. USDA Forest Service.
- USDA Forest Service, 1971. *Proceedings: Prescribed Burning Symposium*. Southeastern Forest Experiment Station. Asheville, N. C.
- USDA Forest Service, 1976. *Southern Forestry Smoke Management Guidebook*. General Technical Report SE-10. Southeastern Forest Experiment Station. Asheville, N. C.
- USDA Forest Service. 1989. *A guide for prescribed fire in southern forests*. Tech. Pub. R8-TP 11. Southern Region. Atlanta, Georgia.
- Velasco, A. y otros. 1968. Efecto del fuego en los campos de caña. *Academia de Ciencias de Cuba. Serie Caña de Azúcar* No. 4. La Habana.
- Vogl, R. J. 1970. Fire and the northern Wisconsin pine barrens. *Proc. 10<sup>th</sup> Tall Timbers Fire Ecology Conf., Tallahassee, Florida*. 10: 175-209.
- Wade, D. D. & J. D. Lunsford. 1989. *A Guide for Prescribed Fire in Southern Forests*. USDA Forest Service Southern Region, February 1989; Technical Publication R8-TP 11. Washington, D. C.
- Walsh, Bryan. 2007. The fire this time. *Time*, November 5, 2007.
- Wuerthner, George (Ed). 2006. *Wildfire, a century of failed forest policy*. Island Press. 322 p.