

Enero de 2006



منظمة الأغذية
والزراعة
للأمم المتحدة

联合国
粮食及
农业组织

Food
and
Agriculture
Organization
of
the
United
Nations

Organisation
des
Nations
Unies
pour
l'alimentation
et
l'agriculture

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación

24ª CONFERENCIA REGIONAL PARA ÁFRICA

Bamako, Malí, 30 de enero – 3 de febrero de 2006

EL FUEGO EN LA INTERCONEXIÓN ENTRE AGRICULTURA Y SILVICULTURA

Índice

	Párrafos
I. ¿Por qué el fuego es objeto de preocupación para la agricultura africana?	1 - 7
II. Razones para utilizar el fuego en los ecosistemas africanos	8 - 19
III. Extensión de las quemadas en África	20 - 27
IV. Impacto ambiental de la quema ordinaria	28 - 51
V. Contribución de los incendios africanos a la atmósfera terrestre	52 - 56
VI. Progresos actuales hacia una lucha eficaz contra los incendios	57 - 68
VII. Enfoque de abajo arriba: gestión del fuego basada en la comunidad	69 - 73
VIII. Aplicación de la tecnología de la información	74 - 80
IX. El camino a seguir	81 - 88

ANEXO. BIBLIOGRAFÍA SELECTA

I. ¿Por qué el fuego es objeto de preocupación para la agricultura africana?

1. La población africana ha empleado el fuego durante milenios, para calentar, cocinar, cazar, desbrozar la tierra para la agricultura y otras muchas finalidades. En la cueva Swartkrans, Sudáfrica, hay indicaciones del uso controlado del fuego por los homínidos primitivos hace más de un millón de años, y los pueblos de la Edad de la Piedra de Zambia lo utilizaban hace unos 55 000 años. Teniendo en cuenta esta larga historia, no es sorprendente que el fuego y su uso estén profundamente incorporados en la cosmología, cultura y tradiciones de muchas sociedades africanas.
2. En las zonas tropicales, se utiliza ampliamente el fuego para desbrozar los bosques a fin de sembrar pastos o cultivos o introducir plantaciones, por lo que frecuentemente se lo considera como el primer agente de deforestación, y no como un instrumento. El humo, la calima y la contaminación atmosférica causados por estos fuegos de deforestación influyen perjudicialmente en la calidad del aire, con los consiguientes riesgos para la salud y el bienestar humanos.
3. La quema de biomasa produce gases de invernadero que alteran la química de la atmósfera, contribuyendo así potencialmente al cambio climático mundial, problema que es objeto de creciente preocupación internacional. Incendios demasiado frecuentes o excepcionalmente intensos pueden causar daños a los recursos naturales y los hábitats de las plantas y los animales, amenazando quizás la biodiversidad a nivel local. Todo ello se describe con caracteres vivos en los medios de difusión, lo que incrementa la sensibilización y ansiedad del público y exige su atención.
4. Los aspectos positivos del fuego son menos apreciados. El fuego es un fenómeno natural que influye en la composición y dinámica de las comunidades. Algunas especies están adaptadas al fuego y disminuyen cuando falta. El fuego impulsa la dinámica de la materia orgánica y los nutrientes en muchos ecosistemas, incluidos algunos agrícolas.
5. Los pastores utilizan el fuego para mejorar los pastos de sus rebaños, mientras que los agricultores lo emplean para desbrozar y fertilizar la tierra antes del cultivo. Aunque algunos nutrientes se volatizan durante la quema, una parte de ellos vuelve en último término depositándose desde la atmósfera.
6. El fuego es, por lo tanto, importante en la ordenación de muchos ecosistemas y frecuentemente es esencial para mantener su diversidad y productividad. Generalmente es más barato y más fácil utilizar el fuego que otros instrumentos de ordenación de la tierra, sobre todo si se tienen en cuenta costos ambientales más generales.
7. En esta Nota informativa se describe lo que se conoce sobre los usos del fuego y su extensión en África, especialmente en la interconexión entre agricultura y silvicultura. Se resumen sus efectos, especialmente en relación con la agricultura de conservación y el desarrollo rural y agrícola sostenible. Después se examina brevemente la importancia mundial de los incendios de África. Por último, se señala el camino a seguir para mejorar la gestión del fuego y se sugiere lo que hace falta para apoyarlo.

II. Razones para utilizar el fuego en los ecosistemas africanos

8. En la mayoría de las zonas, las actividades humanas son la causa principal de los incendios, si bien no se tienen cifras exactas sobre la medida en que lo son. Las razones detalladas de las quemaduras son muchas y variadas, dependiendo de la amplia gama de condiciones socioeconómicas, culturales y ambientales de los países donde suelen utilizarse.
9. Las poblaciones de todo el África utilizan el fuego como parte de sus actividades normales agrícolas y de otros usos de la tierra, para eliminar rastrojos antes de la siembra y para fertilizar la tierra con cenizas obtenidas del corte y la quema de árboles o ramas.
10. Los pastores queman los pastizales para inducir el brote fuera de estación de gramíneas ricas en proteínas para el ganado pastante (se hace lo mismo para la fauna y flora silvestres en algunas reservas naturales) y para combatir plagas como las garrapatas. Los cazadores utilizan tradicionalmente el fuego para sacar a los animales de sus refugios o para atraerlos después a una zona una vez que la hierba empieza a brotar de nuevo.
11. El fuego se utiliza también para convertir bosques y tierras arboladas en tierras de cultivo, plantaciones o pastos, especialmente en el norte de Angola, en el sur de la República Democrática del Congo y en la República Centroafricana, así como en algunas partes de la zona forestal del África Occidental. Se suele llamar a esto incendios de deforestación, si bien gran parte del material que se quema ha sido cortado ya, por lo que el fuego no es necesariamente la causa directa de la deforestación.
12. Algunos fuegos se prenden para fines de ordenación o experimentales, ya sea para modificar la estructura y composición de la vegetación, como al combatir la invasión de arbustos, o bien para reducir cargas potencialmente peligrosas de material combustible mediante una quema temprana, especialmente en zonas forestales. Hay también usos más localizados, como la quema de cortafuegos en torno a asentamientos, zonas forestales o valiosas tierras de pastoreo; el ahumado de las abejas para recoger la miel; la fabricación de carbón vegetal; y para cocinar y calentarse.
13. Por último, hay casos de fuegos deliberadamente destructivos (*es decir*, incendios intencionados) prendidos en situaciones de tensión política y conflictos humanos.
14. Con la excepción de los incendios intencionados, todas las razones citadas para realizar quemaduras son válidas. Los problemas se plantean cuando no se puede controlar el fuego y se queman superficies que no se quería quemar, algo que ocurre fácilmente cuando el control es poco estricto o insuficiente. Por consiguiente, un objetivo principal de cualquier estrategia de lucha contra los incendios debería fomentar un mayor control de dichos fuegos.
15. Estos usos tradicionales del fuego están condicionados y se modifican por distintos factores ambientales y sociales. Casi el 60 por ciento del continente tiene un clima fuertemente estacional con una estación seca de 3-7 meses. Durante este período, la hierba queda en latencia y los árboles se desprenden de las hojas, lo que crea un lecho ideal de combustible para el fuego.
16. Algunos ecosistemas están más expuestos al fuego que otros, pero todos los estacionales se queman en la misma época. Los pastizales de hierba alta de las zonas con pluviosidad elevada a lo largo de la cuenca del Congo y la zona forestal del África Occidental están particularmente expuestos a quemarse.
17. Los factores sociales más importantes son quizás la expansión de la población humana y las limitadas oportunidades económicas fuera de los sectores agrícola y forestal, que exigen la conversión continua de bosques y tierras arboladas en tierras de agricultura de subsistencia.

18. La comercialización creciente de los recursos naturales y de tierras, en todas las escalas, es también importante. La demanda de tierra para la agricultura comercial o la silvicultura de plantación, y los elevados costos iniciales de tales empresas, hacen en muchos casos que se utilice el fuego para desbrozar la tierra porque su uso es barato, sobre todo en los casos en que no se puede impedir esta práctica por la insuficiencia de la reglamentación y aplicación de las normas. Otros factores predispositivos son la mala integración y las políticas conflictivas entre los distintos sectores responsables del aprovechamiento de la tierra, las diferentes estrategias de desarrollo rural y la aplicación de estrategias de gestión del fuego inapropiadas para los distintos sistemas de uso de la tierra.

19. Reducciones en gran escala de personal, medios financieros y otros recursos han dejado a muchos departamentos forestales y otros organismos de ordenación de la tierra sin capacidad para desempeñar sus mandatos. Estas condiciones no son exclusivas de África, como lo demuestra la prevalencia de las políticas contra los incendios y las prácticas de quema existentes en todas partes del mundo, pero frecuentemente son aquí más aparentes debido a condiciones socioeconómicas menos ventajosas.

III. Extensión de las quemas en África

20. La aparición de teledetectores a base de satélites que pueden detectar fuegos activos y cicatrices de incendios recientes ha hecho progresar rápidamente nuestros conocimientos sobre las dimensiones y presencia estacional de las quemas. Hasta ahora, la mayor parte del trabajo ha sido experimental, pero están apareciendo varios sistemas operacionales. Los trabajos iniciales se centraron en la detección de fuegos activos, pero, aunque estos muestran la localización espacial y la estación de la quema, no reflejan adecuadamente cómo se quema gran parte de la superficie. Más recientemente, se ha centrado la atención en la detección y cartografía de la incidencia y extensión de las superficies quemadas.

Cuadro 1. Extensión de las quemadas en países notificadas por las Redes Africanas sobre Incendios Forestales

País	Años	Superficie quemada (ha)	Fuente
Argelia	2000	55 763	Est. Nac.
Angola	2000	68 600	GBA
Botswana	1988-2004	2 083 295	Est. Nac.
	2000	3 352 300	GBA
Burkina Faso	2000	15 813	GBA
Burundi	2000	72 100	GBA
Camerún		4 992 800	GBA
República Centroafricana		18 516 000	GBA
Chad		8 041 900	GBA
Congo		581 000	GBA
Congo, República Democrática de		26 091 000	GBA
Côte d'Ivoire	1983-1998	5 437	Est. Nac.
	2000	20 84 100	GBA
Djibouti		42 100	GBA
Guinea Ecuatorial		1 900	GBA
Etiopía	1990-1999	1 218	Est. Nac.
	2000	13 634 700	GBA
Gambia		81 400	GBA
Ghana		5 374 700	GBA
Guinea		799 900	GBA
Kenya	1990-2000	7 142	Est. Nac.
	2000	5 765 400	GBA
Lesotho		172 300	GBA
Malawi		548 700	GBA
Malí		2 180 900	GBA
Marruecos	1999	1 688	Est. Nac.
Mozambique		10 286 000	GBA
Namibia	1990-2000	4 000 000	Est. Nac.
	2000	35 097	GBA
Níger		340 900	GBA
Nigeria		3 190 000	GBA
Rwanda		60 300	GBA
Senegal	1994-1998	394 178	Est. Nac.
	2000	1 137 700	GBA
Sierra Leona		102 600	GBA
Somalia		18 311 900	GBA
Sudáfrica	1990-2000	40 000 000	Est. Nac.
	2000	7 367 000	GBA
Sudán		40475400	GBA
Swazilandia		48 300	GBA
Tanzanía	1990-2000	65 000	GBA
	2000	12 196 900	GBA
Togo		642 000	GBA
Uganda		3 139 200	GBA
Zambia		11 015 400	GBA
Zimbabwe		1 751 300	GBA

Fuente: Forest Fire Management Working Paper Series – Suplemento al FRA 2005 (FAO, 2005):

Basado en el estudio Global Burnt Area del Centro Común de Investigación, Comisión Europea, informe en: FFM/8E, Thematic report on forest fires in the Mediterranean Region (Algeria & Morocco) FFM/9E, Thematic report on forest fires in the Región Subsahariana Africa (all others)

21. El primer estudio sobre la superficie quemada en el mundo (Global Burned Area – GBA) fue realizado por el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea y se basó en la detección de cicatrices causadas por el fuego mediante el sensor SPOT-VEGETATION en 2000.

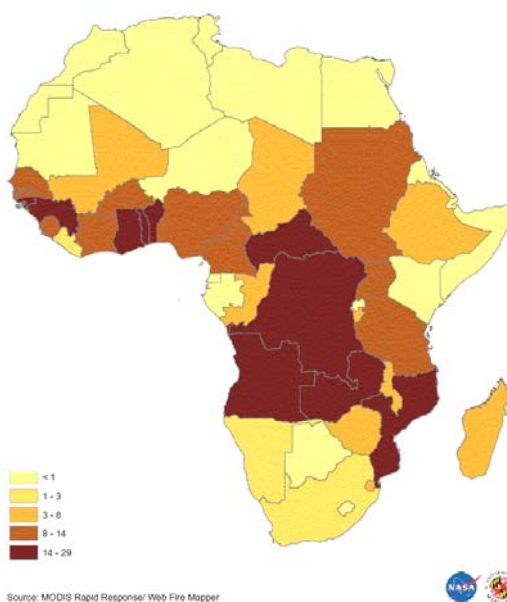
Mostró que África es el continente del mundo más expuesto a los incendios. Se estima que 230 millones de ha (Mha) o el 7,7 por ciento del continente se quemó en 2000, lo que equivale al 64 por ciento del total mundial de algo más de 350 Mha (JRC-EU, 2005). La mayor extensión de las quemas se registró en África Oriental (87,4 Mha o el 15,0 por ciento de la superficie), África Central (53,9 Mha, 13,5 por ciento) y África Austral (67,7 Mha, 11,5 por ciento).

22. Muchos de los países de estas zonas son países grandes con elevada pluviosidad, alta producción vegetal, densidades de población rural relativamente bajas y paisajes que ni están fragmentados por asentamientos, tierras agrícolas o carreteras, ni son accidentados, lo que facilita la propagación descontrolada del fuego en grandes superficies.

23. En términos de número de incendios, indizado por el número de cicatrices de fuego, África es el primer continente del mundo, con un 54 por ciento. En 2004, los sensores MODIS de los satélites Terra y Aqua de la NASA detectaron fuegos activos en 2,3 millones de pixels de 1 km², lo que equivale al 7,8 por ciento de la superficie de tierra de África. Sobre la base de estos datos, las dimensiones de las quemas en 2004-2005 son similares a las de 2000 (Figura 1).

Detecciones de fuegos activos de MODIS, por países
Detecciones de fuegos por 100 km², mayo 2004 – abril 2005

Detecciones de fuegos activos por países
Detecciones de fuegos por 100 km²



Fuente: (MODIS Rapid Response/Web Fire Mapper)

Figura 1. Extensión de las quemas en África en 2004-2005, expresada como número de detecciones de fuegos activos por 100 km² (datos derivados de MODIS a una resolución de 1 km² y facilitados por la NASA y la Universidad de Maryland).

24. Destacan dos zonas con una frecuencia de incendios particularmente elevada: el norte de Angola y el sur de la República Democrática del Congo; y el sur del Sudán y la República Centroafricana. Aunque la mayor parte de estas zonas fue en otro tiempo selva tropical, hoy la

vegetación es un mosaico de hierbales secundarios altos y trechos de selva tropical restante, intercalados con campos y asentamientos de cultivadores tanto sedentarios como migratorios. La mayor parte de la deforestación de esta zona se produjo hace decenios y, aunque los incendios impiden indudablemente la regeneración de los bosques, su predominancia es el síntoma de la conversión de bosques en pastizales realizada en el pasado, pero no son actualmente la causa directa de pérdida de bosques. Las imágenes de satélite actualmente no pueden distinguir entre los incendios forestales y quemadas prescritas, ni diferenciar fácilmente los incendios forestales de los fuegos asociados con la deforestación y conversión de tierras.

25. Aunque estos datos proceden de observaciones realizadas durante un par de años, son ampliamente coherentes con estudios anteriores realizados a una escala más amplia durante varios años o que abarcaron sólo parte del continente (Barbosa *et al.*, 1999; Silva *et al.*, 2003). En los casos en que existen cifras comparables de estadísticas nacionales, los datos de la teledetección generalmente muestran quemadas mucho más extensas (*p. ej.* FAO, 2005c).

26. El número de incendios y la superficie quemada varían considerablemente de un año a otro, frecuentemente en sincronía con el Niño Oscilación del Sur (ENOS) y los extremos fenómenos meteorológicos conexos. La pluviosidad, la producción vegetal y el ENOS están unidos de forma especialmente fuerte en el África Austral. En esta región, durante 1992 en que se padeció una grave sequía, las quemadas alcanzaron una superficie menor y fueron más tardías que en 2000, y siguió después una estación de pluviosidad superior a la media.

27. Las buenas lluvias producen más biomasa y, por lo tanto, más combustible para los incendios durante la estación seca, a menos que el ganado o la fauna silvestre consuman la producción adicional. Esta vinculación entre las precipitaciones y la producción vegetal implica que los rancheros, los usuarios de los bosques y los agricultores puedan utilizar los pronósticos regionales del clima estacional para prever la biomasa y las condiciones probables de la vegetación en sus zonas en la estación siguiente y evaluar el nivel de riesgo de incendios previsible.

IV. Impacto ambiental de la quema ordinaria

Efectos en la vegetación natural

28. El fuego es importante en la dinámica de la vegetación tropical, principalmente como trastorno natural que ejerce pocos efectos en algunas plantas, daña las partes de otras que se hallan sobre el terreno y mata directamente a algunos individuos. Los efectos dependen en parte del momento y la intensidad del fuego y de los atributos intrínsecos y el estado fisiológico de los individuos y especies afectados. Una sucesión de incendios generalmente ejerce un efecto mayor que un único fuego. Por lo tanto, la frecuencia es una variable importante, lo mismo que las condiciones para la regeneración durante el intervalo entre los fuegos.

29. Fuegos frecuentes a fines de la estación seca transforman las tierras arboladas en sabana abierta de gramíneas altas en la que sólo queda aislada una cubierta arbórea tolerante al fuego y árboles y arbustos dispersos en el piso inferior. Los árboles de menos de unos dos metros de altura son más susceptibles que los más grandes. Estos incendios suprimen el rebrote de plantas leñosas, lo que impide su reclutamiento para formar la cubierta de vuelo y hace cambiar la dinámica del sistema. Las gramíneas resultan en general menos afectadas ya que en gran parte se hallan en latencia durante la estación seca.

30. Una protección completa contra los incendios y, en menor medida, la quema al comienzo de la estación seca favorecen el reclutamiento y el crecimiento de plantas leñosas, que gradualmente eliminan con su sombra las gramíneas. En la zona fronteriza entre la sabana y la selva, por ejemplo en África Occidental, lugares protegidos van siendo invadidos gradualmente por especies forestales más sensibles al fuego.

31. La capacidad de rebrote después de los daños padecidos por sus tallos es una característica notable de los árboles de la sabana africana. Esto presenta ventajas evidentes en entornos donde los fuegos periódicos, los elefantes y la gente dañan los árboles quemándolos, rompiéndolos o cortándolos.
32. El que la vegetación quemada se recupere plenamente depende del intervalo entre los trastornos. En las zonas de África más boscosas, a la destrucción de la cubierta arbórea sigue un aumento considerable de la producción de gramíneas, tanto si dicha destrucción la provocan los elefantes como si lo hacen las personas cortando árboles para la producción de carbón vegetal, leña o madera. Como las gramíneas son el principal combustible de los incendios de la sabana, la superficie puede estar más expuesta a quemarse.
33. Las quemas de la estación seca para inducir un brote verde para el pastoreo del ganado o la fauna silvestre es una práctica ampliamente utilizada pero controvertida, pues suscita preocupaciones legítimas por la excesiva densidad de pastoreo, la escorrentía y la erosión. No debería fomentarse dicha práctica. Se necesitan opciones técnicas viables para superar la escasez de forrajes de alta calidad durante la estación seca y sustituir así la dependencia del uso del fuego.
34. Millones de personas dependen en África de la recolección de recursos naturales para mantener sus medios de subsistencia (*p. ej.* recogida de plantas canáceas, materiales de construcción, leña, frutos, forrajes y medicinas). Los efectos del fuego descontrolado en la composición, estructura y funcionamiento de la vegetación constituirán en muchos casos una amenaza para estas actividades de subsistencia.
35. Por consiguiente, una mayor protección contra los incendios – al menos para reducir su frecuencia – es decisiva para la utilización sostenible de los bosques, tierras arboladas y pastizales en África.

Efectos sobre la fertilidad inherente del suelo

36. Nuestros conocimientos acerca de los efectos del fuego sobre la materia orgánica y nutriente del suelo proceden principalmente de pequeñas parcelas quemadas experimentalmente durante largos períodos a intervalos regulares y determinadas veces por año. Es posible que los resultados no sean representativos de grandes paisajes heterogéneos sometidos a un régimen de fuegos más variable, pero no es probable que éstos sean más pronunciados que los encontrados en los experimentos.
37. El fuego modifica el calendario, el emplazamiento y la magnitud del reciclaje de nutrientes de las plantas y hojarasca al suelo. Dependiendo de la intensidad del fuego y de la temperatura a que se volatiliza un elemento, es posible que los nutrientes se volatilicen y entren en la atmósfera o se depositen en la ceniza. Algunas cenizas son transportadas a otros lugares por el viento o por el agua, pero se trata en este caso más de una redistribución local que de una pérdida.
38. El nitrógeno es particularmente susceptible a la volatilización, ya que se señalan pérdidas de hasta 33 kg N ha^{-1} en los incendios de la sabana de África. Es probable que sean mayores las pérdidas causadas por fuegos estáticos vinculados a la deforestación. Cabe prever que tales pérdidas reduzcan la disponibilidad de nitrógeno a largo plazo en tales sistemas, si bien se compensan en cierta medida con el depósito de nitrógeno mediante las precipitaciones y la fijación del nitrógeno por los microorganismos.
39. Aparte del nitrógeno, la mayor parte de los nutrientes liberados por el fuego vuelven a incorporarse en el suelo con la ceniza, lo que hace que las más elevadas concentraciones de estos elementos en el suelo se produzcan algunas semanas después de la quema. No obstante, al cabo del tiempo, la reserva de bases intercambiables disminuye en las parcelas sometidas anualmente a fuegos intensos durante muchos años.
40. El fósforo es frecuentemente un factor limitante en los suelos tropicales y los niveles registrados de P extraíble en los suelos superficiales de lugares quemados anualmente son más

altos que los de lugares no quemados. Además, las parcelas sometidas a fuegos más intensos a fines de la estación seca tienen más fósforo que las quemadas en época más temprana o las no quemadas, debido probablemente a que se quema más material, lo que produce más ceniza, un pH del suelo más elevado y más fósforo disponible.

41. Como el fuego reduce la cantidad de hojarasca en la superficie del suelo, las quemaduras repetidas terminarán por reducir los niveles de materia orgánica del suelo. Igualmente, las temperaturas elevadas pueden destruir parte de la materia orgánica del suelo cercana a la superficie, si bien esto depende de la magnitud y duración del calentamiento. Por lo tanto, no es sorprendente que los niveles de carbono orgánico sean menores en muchos lugares quemados anualmente y en los quemados a fines de la estación seca, en comparación con los quemados al comienzo o no quemados (Frost y Robertson, 1987).

42. La quema repetida, con los cambios que provoca en la dinámica de la hojarasca y materia orgánica del suelo, debería afectar la composición y el funcionamiento de la biota del suelo, si bien se han realizado pocos estudios en África al respecto. En general, la quema reduce las poblaciones microbianas del suelo, pero el efecto es transitorio.

Efectos sobre la hidrología, escorrentía y erosión del suelo

43. Aunque frecuentemente se han señalado los efectos del fuego en la escorrentía y erosión del suelo, se carece en general de buenas pruebas. La mayoría de los estudios se han realizado en pequeñas parcelas experimentales donde los efectos pueden ser pequeños, temporales y no claramente discernibles en el paisaje o a mayor escala.

44. La quema reduce la cubierta vegetal y de hojarasca. Expone el suelo a la lluvia y a la radiación solar y altera el drenaje, la infiltración y la escorrentía del agua de lluvia, dependiendo de las propiedades de la superficie del suelo y de la topografía del paisaje, así como de lo que tarda la vegetación en recuperarse. Las actividades posteriores a la quema, como el pastoreo o la labranza, influyen también en el resultado. Teniendo en cuenta esta complejidad, cabe prever una amplia variedad de efectos del fuego.

45. El fuego reduce evidentemente la evapotranspiración, pero, en general, sólo temporalmente, con una duración que varía de poco más de algunos meses en los pastizales, donde las plantas se recuperan con relativa rapidez, a uno o dos años en las sabanas arboladas, donde una recuperación completa tarda más.

46. Los efectos pueden ser más duraderos en los bosques en los que la cubierta de suelo está gravemente dañada y la recuperación es lenta debido a limitaciones intrínsecas para el crecimiento o a trastornos posteriores. Es posible que aumente temporalmente el caudal de las torrenteras, pero hay pocas pruebas de un impacto discernible en los cursos de agua y en el rendimiento total anual de agua a escala de la cuenca. Los pequeños aumentos registrados en las cuencas receptoras de montaña en Sudáfrica están en consonancia con lo previsible partiendo de la reducción de la evapotranspiración y el drenaje, factores ambos que van aumentando posteriormente a medida que se recupera la vegetación.

47. La posibilidad de que la erosión del suelo aumente mucho como consecuencia de la quema es una preocupación común. El aumento de pérdida de suelo depende del tiempo que queda expuesto después de la quema, de la erosionabilidad del mismo suelo, del ángulo y longitud de la pendiente de la zona quemada y de la medida en que la intensidad de la lluvia supera la capacidad de drenaje de la tierra. Es posible que disminuyan las tasas de drenaje. La ceniza, junto con los compuestos orgánicos volatilizados depositados en la superficie, pueden formar capas impermeables parciales, si bien este efecto es también transitorio.

Agricultura que utiliza la fertilización con ceniza: ¿Un caso especial?

48. La disminución de la fertilidad del suelo es la principal razón biofísica de los rendimientos bajos o descendentes en la agricultura de pequeños productores de África. La mayor

parte de los agricultores no pueden comprar fertilizantes inorgánicos para sustituir a los nutrientes eliminados en la cosecha o perdidos durante el cultivo. La quema de montones de residuos de corta y de cultivos ha sido uno de los medios más utilizados para introducir en el suelo un conjunto de nutrientes fácilmente disponibles inmediatamente antes de la siembra. El empleo del fuego en tales circunstancias no es ni casual ni peligroso, sino que tiene por objeto eliminar biomasa no deseada de la forma más eficiente posible, con los máximos efectos residuales en términos de aumento de fertilidad del suelo y reducción de malezas y plagas, aunque sólo sea temporalmente.

49. Este sistema agrícola de “fertilización con cenizas” fue sostenible mientras la gente pudo migrar periódicamente a nuevas parcelas, lo que permitía regenerarse a la vieja parcela durante un largo barbecho. Al aumentar la presión demográfica y escasear cada vez más las tierras arables, se han acortado los períodos de barbecho o han desaparecido completamente, lo que ha causado la reducción de la fertilidad del suelo a largo plazo. Si se tienen en cuenta los efectos perjudiciales de la quema sobre la dinámica del nitrógeno y la materia orgánica del suelo, la quema de residuos y el mantenimiento de la agricultura de corta y quema dejan de ser sostenibles.

50. Durante los últimos años se han realizado en África bastantes investigaciones sobre la gestión de la fertilidad del suelo mediante sistemas de manipulación de insumos y productos nutrientes, entre los que figuran la agrosilvicultura, los abonos verdes, el manto de hojarasca, el compostaje y el estiércol del ganado. Los barbechos de corta duración y el cultivo intercalado con leguminosas y otras especies fijadoras del nitrógeno son tecnologías con alto potencial de aliviar las limitaciones de nutrientes. De estas formas, no sólo se introducen nutrientes, sino también se crea materia orgánica en el suelo, mejorando su estructura y su retención de agua y nutrientes, lo que contrarresta las pérdidas por lixiviación y erosión.

51. Este tipo de gestión integrada, con inclusión de la agrosilvicultura, si se transfiere y adopta con éxito, haría innecesaria la fertilización con cenizas, pese a la larga tradición de su empleo. Es preciso realizar esfuerzos para persuadir a los agricultores a que consideren otras opciones a la quema de residuos de plantas o, al menos, integren éstas más estrechamente con otras prácticas a fin de reducir al mínimo los efectos perjudiciales a largo plazo.

V. Contribución de los incendios africanos a la atmósfera terrestre

52. Los fuegos emiten distintos compuestos químicos en forma de gases o de aerosoles. La naturaleza de estas emisiones procedentes de un incendio depende de los tipos de combustibles presentes y de la proporción entre las fases de llama y latencia de la combustión.

53. Se han realizado amplias investigaciones en África durante los últimos 15 años acerca de la emisión de aerosoles y gases traza de la mayoría de los tipos de fuegos, si bien se necesita más información sobre las emisiones de los fuegos agrícolas y de los empleados para la fabricación de carbón vegetal. Las investigaciones, sobre todo las realizadas en el África Austral durante las campañas de investigación SAFARI-92 y SAFARI 2000, así como en el África Central y Occidental como parte de DECAFE y EXPRESSO, han producido buenas estimaciones de los factores de emisión de muchos de los importantes gases de invernadero, precursores químicos y materia particulada fina (<2,5 µm de diámetro) de diferentes tipos de fuegos y combustibles. Aunque existe cierta incertidumbre en cuanto a los detalles últimos, la imagen general es clara: **la quema de biomasa en África es una de las principales fuentes de emisiones a la atmósfera terrestre.**

54. Las estimaciones actuales de la cantidad de biomasa creada en el mundo cada año de todas las fuentes arrojan la cifra de unos 9 200 millones de toneladas métricas. En general, los incendios forestales mundiales consumen 5 130 millones de toneladas, el 42 por ciento de las cuales se quema en África (incluyendo los fuegos relacionados con la deforestación). Estos incendios liberan en África alrededor de 3 431 millones de toneladas de CO₂, así como cantidades importantes de otras emisiones.

Cuadro 2. Emisiones a la atmósfera terrestre (en millones de toneladas métricas) de los incendios de los bosques y sabana de África, en comparación con las cifras mundiales (datos de Andreae, 1997, 2004 con modificación).

	Sabana africana	Selva africana	Total de África	Incendios forestales mundiales	Fuegos de África en % del mundo
Biomasa quemada	2000	130	2130	5130	41,5
Dióxido de carbono	3226	205	3431	8201	41,8
Monóxido de carbono	130	14	144	413	34,9
Metano	4,6	0,9	5,5	19,4	28,4
Óxidos de nitrógeno	7,8	0,2	8,0	16,3	49,1
Total de materia particulada	16,6	0,8	17,4	48,8	35,7

55. Estos compuestos pueden ser transportados a largas distancias de la atmósfera y, durante este período, algunos se transforman mediante distintos procesos químicos y físicos catalizados por la radiación ultravioleta. El monóxido de carbono, el metano y el óxido nítrico son importantes precursores en el ciclo oxidante fotoquímico atmosférico. Éste rige la concentración del radical hidroxil (OH), que es el principal oxidante responsable de eliminar muchos de los contaminantes liberados a la atmósfera, así como del ozono troposférico, que es tóxico tanto para las personas como para las plantas. Se considera que los incendios son en África la causa principal del penacho de ozono troposférico que se extiende anualmente a través del Océano Atlántico, desde África hasta América del Sur, durante septiembre-octubre.

56. Todas las medidas que puedan adoptarse para reducir la incidencia de la quema de biomasa en general y los incendios forestales, en particular, ejercerán efectos positivos en la atmósfera terrestre.

VI. Progresos actuales hacia una lucha eficaz contra los incendios

57. En 1998, la FAO organizó una consulta mundial de expertos sobre las políticas públicas que afectan a los incendios forestales. En ella se concluyó que los países deben formular políticas flexibles de lucha contra los incendios que tengan en cuenta las prácticas predominantes de uso de la tierra. Su aplicación debería ser realista y basarse en objetivos claros, con la participación de todos los interesados. Las políticas deberían abarcar también los usos de la tierra que afectan a los bosques, en concreto, las causas subyacentes de la deforestación, proporcionando incentivos para la prevención de incendios, cuando sea apropiado (FAO, 1999).

58. A dicha consulta siguió en 2001 una reunión de expertos sobre las repercusiones internacionales de las medidas nacionales. Entre sus recomendaciones figura la relativa a la necesidad de desarrollar recursos humanos y mecanismos para apoyar la cooperación bilateral, regional e internacional en materia de lucha contra los incendios forestales; establecer una base para acuerdos entre países al respecto; y crear una base de datos sobre marcos jurídicos, acuerdos internacionales y legislación nacional acerca de la lucha contra los incendios forestales (FAO, 2002).

59. Al mismo tiempo, se creó un *Grupo de Trabajo sobre Incendios Forestales* (WGWF) en el ámbito del Equipo de tareas interinstitucional sobre reducción de desastres (EIRD). Su finalidad fue establecer una red mundial sobre incendios forestales para fortalecer la capacidad existente en materia de seguimiento y alerta y evaluación del impacto de los fuegos y facilitar la cooperación internacional en la lucha contra los incendios. En 2004, este citado grupo se convirtió en *Grupo Asesor sobre Incendios Forestales de la EIRD* de las Naciones Unidas, para que actuara

como órgano asesor interinstitucional de las Naciones Unidas en cuestiones de incendios y continuara la labor del WGWF.

60. En octubre de 2003, se celebró en Sydney, Australia, la Tercera Cumbre Internacional sobre Incendios Forestales. En ella se ratificó la necesidad de reforzar la cooperación internacional en la lucha contra los incendios forestales mediante acuerdos sobre principios comunes, procedimientos y una estrategia mundial común, y se pidió a las Naciones Unidas y a sus organismos especializados que adoptaran una función directiva en la aplicación de la estrategia, asegurando la financiación para apoyar el establecimiento de redes regionales y otros foros de acción. En consecuencia, la FAO, junto con la EIRD de las Naciones Unidas, están organizando un Comité Internacional de Enlace y una consulta de expertos sobre la lucha contra los incendios forestales que habrá de celebrarse en Madrid en mayo de 2006 como preparación para la Cuarta Cumbre Mundial sobre Incendios Forestales que tendrá lugar en Madrid, España, en mayo de 2007.

61. La Comisión Forestal y de la Flora y Fauna Silvestres para África, en su 14ª reunión celebrada en Accra, Ghana, del 18 al 21 de febrero de 2004, hizo suya la opinión de que los incendios forestales están causando graves daños ecológicos, económicos y humanos. La Comisión alentó a sus miembros a reevaluar y fortalecer su compromiso para combatir tales incendios y desarrollar las estructuras cooperativas necesarias bilaterales, subregionales y regionales para hacerlo.

62. En el ámbito nacional, se necesita para ello combinar de manera adecuada la educación y extensión en apoyo de la gestión del fuego basada en las comunidades y la organización y aprovechamiento apropiados del equipo en los distintos niveles. La Comisión recomendó que se realicen estudios monográficos apropiados sobre los costos económicos de los daños causados por los incendios, a fin de incrementar la sensibilización sobre la necesidad de combatirlos y el correspondiente compromiso político. Recomendó también que la FAO continúe su labor de apoyo a la cooperación en la lucha contra los incendios forestales mediante distintos acuerdos bilaterales, regionales y mundiales.

63. La Reunión ministerial sobre los bosques, celebrada en Roma el 14 de marzo de 2005, a la que asistieron ministros y oficiales de rango superior en representación de 127 miembros, exhortó a la FAO a que, en colaboración con los países y con otros asociados internacionales, incluida la Estrategia internacional para la reducción de desastres, desarrolle una estrategia para incrementar la cooperación internacional en relación con los incendios forestales y de otras áreas naturales que promueva el conocimiento, aumente el acceso a la información y a los recursos y explore nuevos planteamientos para la cooperación en todos los niveles.

64. Reconociendo que el uso indiscriminado e incontrolado del fuego puede tener consecuencias sociales, económicas y ambientales negativas y puede contribuir a la degradación de los bosques, la Declaración Ministerial subraya la necesidad de una mayor atención a los incendios forestales en el contexto del desarrollo sostenible y reconoce la importancia del fuego como proceso ecológico e instrumento para la gestión de la tierra.

65. Como seguimiento, el Comité Forestal (COFO) de la FAO, en su 17º período de sesiones celebrado en Roma del 15 al 19 de marzo de 2005, recomendó a su vez que las Comisiones forestales regionales faciliten la acción y el diálogo en el ámbito regional y subregional, con el fin de intensificar la colaboración en la gestión de los incendios forestales.

66. El COFO pidió también a la FAO que, en colaboración con los países y otros asociados internacionales, incluida la Estrategia internacional de las Naciones Unidas para la reducción de desastres, elabore una estrategia para reforzar la cooperación internacional en relación con los incendios forestales, ayude a los países a desarrollar y fortalecer sus sistemas nacionales de lucha contra los incendios y a crear la capacidad técnica y operativa necesaria para cooperar eficazmente. El Comité recomendó que la FAO continúe apoyando las redes regionales y

nacionales para combatir los incendios y colabore con sus asociados para elaborar directrices voluntarias sobre la prevención, extinción y recuperación de los incendios forestales.

67. El Comité recomendó también que la FAO promueva la adopción de un enfoque integrado de la gestión de los incendios y los bosques, reconociendo que la ordenación forestal sostenible constituye un medio eficaz de prevención de incendios y que el fuego es un importante instrumento de ordenación tanto en la agricultura como en la silvicultura. Esto incluiría la prestación de apoyo técnico para mejorar la ordenación de la carga de combustible en los bosques; la programación y ejecución de programas de capacitación, educación y concienciación sobre la lucha contra los incendios forestales, especialmente en el plano local; y la multiplicación de sus esfuerzos por obtener y gestionar información sobre la lucha contra los incendios forestales y la difusión de sus resultados. A este propósito, la FAO y sus asociados internacionales están elaborando unas Directrices Voluntarias para la Gestión de Incendios Forestales, que se presentarán en marzo de 2006, como tema de información para la aprobación del proceso en la Comisión Forestal y de la Flora y Fauna Silvestres para África, así como para su examen en la consulta de expertos de mayo de 2006, con vistas a su presentación al COFO en 2007.

68. El Comité tomó nota de las necesidades especiales de los países en desarrollo y recomendó que incluyan la lucha contra los incendios forestales en su diálogo con los organismos de asistencia internacional de los países desarrollados, así como con el Banco Mundial y los bancos regionales de desarrollo. El texto de las recomendaciones aparece en el documento FAO (2005b).

VII. Enfoque de abajo arriba: gestión del fuego basada en la comunidad

69. Los gobiernos han tratado generalmente de controlar la incidencia de los fuegos mediante la prohibición de prenderlos sin la autorización previa. Dada la facilidad con que pueden empezar los incendios y teniendo en cuenta la enorme superficie de vegetación expuesta al fuego en todo África, los intentos de hacer cumplir tales leyes a nivel central han fracasado, como lo demuestra la difusión actual de las quemadas.

70. La prohibición del uso del fuego puede incrementar contra toda lógica la incidencia de quemadas incontroladas, porque es posible que se prenda un fuego para un fin concreto pero se trate de eludir la responsabilidad por miedo a ser acusados. Para conseguir un empleo más medido y controlado del fuego se necesitará la cooperación de quienes lo utilizan para que acepten sus responsabilidades.

71. El avance actual hacia la gestión del fuego basada en la comunidad es una novedad favorable y muy necesaria a este respecto. Para aplicar este tipo de iniciativas es preciso cambiar la legislación a fin de permitir la constitución de asociaciones locales de gestión del fuego, y apoyar el establecimiento de las instituciones, procedimientos y medidas que hagan falta, preferiblemente en el marco de los principios para la protección sistemática contra los incendios (USFS, 1993). Deben servir de ejemplo los reglamentos que apoyan la formación de asociaciones de protección contra los incendios en Sudáfrica (Fire Protection Association Regulations R 665, 2003) y en Gambia (Forest Act, 1998).

72. La gestión eficaz del fuego exige integrar medidas para prever y prevenir los incendios, estar preparados para afrontarlos, eliminarlos y adoptar medidas de recuperación, así como utilizar el fuego prudentemente cuando sea necesario. Para ello se necesita una educación del público, la capacitación en los distintos aspectos de la gestión del fuego, el suministro y despliegue eficaz de equipo y el acceso a la información.

73. Se ha publicado recientemente un manual para la gestión de fuegos forestales en el África Subsahariana (Goldammer y de Ronde, 2004) y la FAO ha ayudado a proporcionar capacitación sobre gestión de fuegos basada en la comunidad para instructores de Etiopía, Ghana, Namibia, Sudán, Sudáfrica, Tanzania y Zimbabwe.

VIII. Aplicación de la tecnología de la información

74. En África existen actualmente dos redes que se ocupan de distintos aspectos de la ecología y gestión del fuego: la Red Regional Subsahariana de la EIRD sobre Incendios Forestales– <http://www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/Africa/Afrifirenet.html>); y la Red de África del Sur sobre Incendios forestales (SAFNet – <http://www.safnet.net/>). Ambas redes tienen objetivos análogos pero sus centros de interés son algo diferentes: promover la gestión integrada del fuego en los ámbitos nacional y regional; apoyar el establecimiento de servicios de teledetección y facilitar la accesibilidad y la utilización de sus datos sobre la presencia de fuegos para fines de planificación, control y seguimiento de la lucha contra los incendios; realizar investigaciones; y facilitar y recibir capacitación sobre todos los aspectos de la gestión del fuego.

75. Los organismos encargados de la gestión del fuego necesitan información para planificar y realizar las operaciones encaminadas a prevenir y apagar los incendios forestales o para utilizar las quemaduras prescritas, así como para el seguimiento y evaluación del funcionamiento de los distintos programas de gestión del fuego.

76. Los organismos de ordenación de tierras necesitan información sobre el fuego en el contexto de la ordenación sostenible de la agricultura, la silvicultura y la fauna y flora silvestres y de la ordenación de los paisajes, cuencas hidrográficas y ecosistemas.

77. En el plano nacional, quienes necesitan información sobre la frecuencia y dimensiones de los fuegos son los responsables de las decisiones que se encargan de las políticas contra incendios, de los niveles de la gestión y coordinación de los fuegos y de la salud y seguridad públicas.

78. Hace falta disponer especialmente de información exacta sobre la incidencia y dimensiones de los incendios. La información sobre el emplazamiento de fuegos activos y cicatrices de incendios, junto con los detalles de las condiciones climáticas de la vegetación que probablemente influirán en la aparición y propagación del fuego, se obtienen ahora regularmente de diversos sensores, y gran parte de los datos pueden obtenerse fácilmente de Internet. Actualmente están disponibles gratuitamente datos casi en tiempo real (~4 horas de la adquisición) sobre fuegos activos en todo el mundo, en Web Fire Mapper (<http://maps.geog.umd.edu/activefire.asp>) de la que cualquier usuario interesado puede descargar mapas y geocordinadas de fuegos activos.

79. Esta iniciativa conjunta entre la NASA y la Universidad de Maryland llegará a ser plenamente operativa en conjunción con la FAO, con el fin de disponer de un sistema de alerta contra los incendios para las áreas protegidas (incluidas las concesiones de explotación forestal, si es necesario), y utilizar alertas por correo electrónico y por SMS mediante celular. Por lo tanto, los usuarios suscritos al sistema no tendrán que entrar ya en el sitio Web Fire Mapper para obtener localizaciones de incendios. En general, los datos de ésta y otras fuentes (véase http://www.fire.uni-freiburg.de/inventory/rem_pro.html) ponen un instrumento poderoso en las manos de los responsables de la ordenación de tierras, incluso en los países en desarrollo.

80. Se está produciendo un avance similar con el Advanced Fire Information System (AFIS) del CSIR de Sudáfrica (<http://www.wamis.co.za/>). Este sistema detecta automáticamente pixels 'calientes' del satélite de 2ª Generación Meteosat (MSG) cada 15 minutos y los traza sobre pocos kilómetros de terreno. (El AFIS obtiene también datos del MODIS, pero sólo cada seis horas, coincidiendo con los dos pasos diarios de Terra y Aqua.). Se calcula luego el grado de peligro de incendio, la dirección del viento y la presencia de cualquier infraestructura o instalaciones importantes que puedan estar amenazadas por el fuego determinando la cercanía de los pixels

'calientes', después de lo cual el sistema envía automáticamente un SMS a los usuarios suscritos que se hallan en el posible camino del fuego. Los usuarios pueden acceder también directamente al sitio web del AFIS para ver dónde hay fuegos activos ese día.

IX. El camino a seguir

81. El objetivo principal de la gestión del fuego en África es alcanzar un uso más prudente y controlado del fuego para reducir al mínimo sus efectos perjudiciales, en los ámbitos local, regional y mundial, sin perder sus posibles beneficios.
82. Es urgentemente necesario que los países elaboren estrategias nacionales para la lucha integrada contra los incendios forestales, apoyadas por políticas y prácticas encaminadas a mejorar la capacidad institucional para prevenir los incendios forestales, estar preparados para afrontarlos y combatirlos.
83. Es necesario equilibrar el uso del fuego, como importante instrumento de ordenación de las tierras y procesos ecológicos naturales fundamentales, con sus efectos negativos ocasionales, entre los que figuran las pérdidas de vidas y bienes, los costos económicos de lucha contra los incendios y la recuperación de los mismos y su contribución a la degradación de los bosques. Las características de este equilibrio dependerán de complejos valores sociales, económicos y ambientales que se hallan en juego en cada caso.
84. La mejora de la gestión del fuego en la interconexión entre agricultura y silvicultura exige que ambos sectores adopten un enfoque integrado sobre el problema. Esto significa hacer participar a todos los interesados en el diseño y la aplicación de medidas preventivas más eficaces, entre las que figuran la educación y concienciación del público, la preparación para afrontar los incendios y planes de extinción y de recuperación después de los mismos. Será preciso especialmente ampliar la gestión del fuego basada en la comunidad. Esto no sólo facilitará una detección y respuesta más rápidas, sino también un utilización más prudente y controlada del fuego.
85. Para que pueda aplicarse con éxito la gestión del fuego será necesario disponer de los conocimientos y tecnologías necesarios. La FAO ocupa un lugar único para actuar como banco de conocimientos y centro de intercambio de información al respecto y, al hacerlo, para identificar las lagunas en los conocimientos y tecnología.
86. El fuego no respeta las fronteras internacionales ni en su aparición ni en sus efectos. La FAO, al trabajar en colaboración con los países y otros asociados internacionales, entre los que figuran la Estrategia internacional para la reducción de desastres y las redes regionales, puede contribuir a fortalecer la cooperación internacional en la lucha contra los incendios forestales, utilizando como base para tales acuerdos el marco de la cooperación internacional acordado en la Cumbre Internacional sobre Incendios Forestales celebrada en Australia en 2003.
87. El aumento de la cooperación entre los países, en los ámbitos regional y mundial, para compartir conocimientos y recursos a fin de alcanzar un control más eficaz de los incendios forestales debería incluir la disponibilidad y utilización de información procedente de los nuevos sistemas de alerta temprana, especialmente los que utilizan teledetección por satélite y tecnología integrada de comunicaciones, lo que permitiría conseguir una mejor prevención, detección y control de los incendios. La FAO y sus asociados internacionales tienen una función importante que desempeñar a este respecto.

88. Al afrontar estos desafíos, la FAO trata de:
- a) promocionar la gestión del fuego como componente vital de la ordenación forestal integrada;
 - b) promover la sensibilización sobre la ordenación forestal sostenible como medio eficaz de prevención de incendios;
 - c) poner de relieve que el fuego, cuando se utiliza adecuadamente, es un instrumento legítimo de ordenación tanto en el agricultura como en la silvicultura;
 - d) prestar apoyo técnico para mejorar la gestión de las cargas de combustible en los bosques, inclusive mediante la utilización de quemas en mosaico y tempranas;
 - e) ayudar a diseñar y ejecutar programas de educación, sensibilización y capacitación sobre la gestión de los incendios forestales, especialmente a nivel local;
 - f) intensificar sus esfuerzos de seguimiento y gestión de información sobre el control de los incendios forestales y para difundir dicha información especialmente en los ámbitos regional y subregional; y
 - g) ayudar a desarrollar iniciativas de gestión del fuego basada en la comunidad, especialmente la capacidad local para la detección, seguimiento y respuesta en casos de incendios forestales.

ANEXO. BIBLIOGRAFÍA SELECTA

- Andreae, M.O. 1997. Emissions of trace gases and aerosols from southern African savanna fires. In: B.W. van Wilgen, M.O. Andreae, J.G. Goldammer, and J.A. Lindesay (eds), *Fire in Southern African Savannas. Ecological and Atmospheric Perspectives*, pp 161-183. University of Witwatersrand Press, Johannesburg.
- Andreae, M.O. Assessment of global emissions from vegetation fires. *International Forest Fire News*, 31: 112-121.
- Barbosa P.M., Stroppiana, D., Grégoire, J.-M., and Pereira, J.M.C. 1999. An assessment of vegetation fire in Africa (1981-1991): burned areas, burned biomass and atmospheric emissions. *Global Biogeochemical Cycles*, 13: 933-950.
- FAO, 1999. Reunión de la FAO sobre políticas públicas que afectan a los incendios forestales. Documento de Montes 138. Departamento Forestal, FAO, Roma.
- FAO, 2001. Global Forest Fire Assessment 1990-2000. Forest Resources Assessment Programme, Working Paper 55, Forestry Department, FAO, Roma.
- FAO 2002. Report on Legal Frameworks for Forest Fire Management: International Agreements and National Legislation. FAO, Rome.
- FAO, 2004. Informe de la 14ª reunión de la Comisión Forestal y de la Flora y Fauna Silvestres para África, Accra, Ghana, 18-21 de febrero de 2004. AFWC/2004/REP. FAO, Roma. (<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/007/j2042e/j2042e00.pdf>)
- FAO, 2005a. Declaración de la Reunión Ministerial sobre los Bosques, 14 de marzo de 2005. En: Informe del 128º período de sesiones del Consejo de la FAO, Roma, 20-25 de junio de 2005 (<http://www.fao.org/docrep/meeting/009/j5108e.htm>)
- FAO, 2005b. Informe del 17º período de sesiones del Comité de Montes, 15-19 de marzo de 2005, FAO, Roma (<http://www.fao.org/docrep/meeting/009/j5015e.htm>)
- FAO, 2005c. Forest Fire Management Working Papers. Global Forest Resource Assessment 2005 – Thematic report on forest fires in the Sub-Sahara Africa (SSA) Region. Working Paper FFM/9/E, Forestry Department, FAO, Rome.
- Frost, P.G.H. and Robertson, F. 1987. The ecological effects of fire in savannas. In: B.H. Walker (ed.) *Determinants of Tropical Savannas*, pp. 93-140. IRL Press, Oxford.
- Goldammer, J.G. and de Ronde, C. 2004. *Wildland Fire Management Handbook for Sub-Sahara Africa*. Global Fire Monitoring Center (GFMC), Freiburg, Germany.
- JRC-EU, 2005. SAFARI 2000 Global Burned Area Map, 1-km, Southern Africa, 2000. Data set. Joint Research Centre, European Union, Ispra, Italy [available on-line at <http://daac.ornl.gov/> from Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center, Oak Ridge, Tennessee, U.S.A.]
- Silva, J. M. N., Pereira, J. M. C., Cabral, A. I., Sa, A. C. L., Vasconcelos, M. J. P., Mota, B., and Gregoire, J.-M. 2003. An estimate of the area burned in southern Africa during the 2000 dry season using SPOT-VEGETATION satellite data. *Journal of Geophysical Research*, 108(D13), 8498, doi:10.1029/2002JD002320.
- USFS. 1993. *Systematic Fire Protection and International Forestry. A Case Study in Botswana*. United States Department of Agriculture, Forest Service Report R6-FAM-PR-017-93, USDA Forest Service, Pacific Northwest Region, Portland, Oregon.