



**VI Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales  
Sociedad Mexicana de Recursos Forestales A.C.  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí**

Centro Cultural Universitario “La Caja Real”, San Luis Potosí, SLP, México  
5-7 de Noviembre de 2003

**Sistema de información geográfica sobre  
incendios forestales en la Reserva de la Biosfera  
Sierra de Manantlán**

**Fabiola Castillo-Navarro<sup>(1)</sup>, Enrique J. Jardel Peláez<sup>(1)</sup>,  
Oscar E. Balcázar Medina<sup>(2)</sup> y Rubén Ramírez-Villeda<sup>(2)</sup>.**

(1) Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad. Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. castillo\_fabiola@hotmail.com, ejardel@cucsur.udg.mx

(2) Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. obalcazar@cucsur.udg.mx, rilleda@cucsur.udg.mx

# Sistema de información geográfica sobre incendios forestales en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán

Fabiola Castillo-Navarro<sup>(1)</sup>, Enrique J. Jardel Peláez<sup>(1)</sup>, Oscar E. Balcázar Medina<sup>(2)</sup> y Rubén Ramírez-Villeda<sup>(2)</sup>.

(1) Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad. Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. castillo\_fabiola@hotmail.com, ejardel@cucsur.udg.mx

(2) Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Comisión de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. obalcazar@cucsur.udg.mx, rvilleda@cucsur.udg.mx

## Summary

Data bases and a geographic information system (GIS) were generated to characterize wildfire incidence as part of the development of a fire management and forest restoration plan in Sierra de Manantlán Biosphere Reserve (SMBR) in Western Mexico. The data bases and GIS were integrated using reports elaborated by fire-fighting crews that cover the 1995-2003 period. Registered data include: geographic localization, burned area, type of vegetation affected, fire type (surface or crown fire), causes, personal and institutions involved in fire fighting, and duration time between fire detection and extinction. We found that 3 to 5% of the SMBR area is affected each year. The area burned in pine-oak and oak deciduous forests represents 59% of the annual average of total area burned between 2001 and 2003. The main cause of forest fires was agricultural burning (33.5% of wildfires registered between 1995 and 2003). Land tenure is an important factor determining fire incidence. Private lands are proportionately more affected than communal or ejido owned lands. Observations of fire distribution patterns allowed identification of critical areas with high fire incidence. Results are being used in fire management and forest restoration planning in the SMBR.

## Introducción

El fuego es uno de los factores de disturbio más comunes en los ecosistemas forestales e influye significativamente en su estructura, composición de especies, dinámica sucesional y funcionamiento (Whelan 1995, Pyne *et al.* 1996, Rodríguez-Trejo 1996).

Anualmente los incendios forestales afectan extensas superficies de bosques, matorrales y pastizales, y existe una marcada tendencia al aumento del área afectada y la severidad de los efectos del fuego (Rowell y Moore 1999), así como una modificación de los regímenes históricos de incendios debido a la influencia humana a través del cambio de uso del suelo, el manejo de los recursos naturales, las quemadas agropecuarias y las actividades de supresión de incendios (Pyne 1996).

En México los incendios forestales son considerados como un problema de degradación de las áreas boscosas. En promedio entre 1970 y 2002 se han quemado 218,627 ha por año ([www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)).

Acerca de los incendios forestales existen puntos de vista controvertidos: por una parte son vistos como un factor de deterioro

asociado a la deforestación, pero desde otro punto de vista los estudios ecológicos indican que el fuego es parte de la dinámica de muchos ecosistemas forestales y que la modificación de los regímenes históricos de fuego, así como la supresión de los incendios forestales puede tener consecuencias negativas en la dinámica, funcionamiento y salud de los ecosistemas forestales (Agee 1993, Whelan 1995, Pyne *et al.* 1996, Rodríguez-Trejo 1996).

Considerando que el fuego tiene efectos tanto negativos como positivos, dependiendo de una serie de factores –intensidad, severidad, magnitud y frecuencia de los incendios, sus causas, el tipo de ecosistema forestal en que se presentan, y el contexto social, incluyendo en esto último la presión existente sobre los recursos naturales –es necesario fundamentar las prácticas de manejo del fuego con estudios ecológicos (Pyne *et al.* 1996).

En el caso de México, uno de los principales problemas para la toma de decisiones respecto al manejo del fuego es la falta de información sistematizada sobre la incidencia de incendios forestales y de evaluaciones de sus efectos (González-Cabán y Sandberg 1989). En la

Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM), en los estados de Jalisco y Colima, se están desarrollando estudios sobre ecología de los incendios forestales como base para la puesta en marcha de un programa de manejo del fuego y restauración de bosques (Jardel *et al.* 2003). Estos estudios son sobre la incidencia y distribución de los incendios, la evaluación de sus efectos y su papel en la dinámica sucesional de los ecosistemas forestales.

Como parte de estos estudios, se está desarrollando un sistema de información geográfica (SIG) sobre incendios forestales en la RBSM, cuyos objetivos son la sistematización de la información sobre la incidencia, localización, extensión y tipos de vegetación afectados, el registro del historial de incendios en el área protegida, la elaboración de modelos de riesgo y peligro de incendios a escala del paisaje, y la planificación y evaluación de las prácticas de manejo del fuego.

Los SIG son una herramienta que permite procesar datos espaciales para transformarlos en información que es utilizada como apoyo para tomar decisiones sobre el manejo del territorio (Demers, 2000). En este trabajo se presentan resultados preliminares del SIG sobre incendios forestales de la RBSM.

### **Objetivos**

El objetivo de este trabajo fue sistematizar en bases de datos y un SIG, los reportes de incendios forestales del período 1995-2003, como insumo para la elaboración del *Programa de Manejo del Fuego y Restauración de Bosques* de la RBSM.

### **Área de estudio**

La Sierra de Manantlán está ubicada en los límites de los estados de Jalisco y Colima entre los 19°25'-19°45' N y los 103°45'-104°30' O. Cubre una extensión de 139,577 ha en terrenos montañosos, cubiertos por diferentes tipos de vegetación, incluyendo bosques de pino-encino, encino-pino, encino caducifolio y mesófilo de montaña, y selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, matorrales y pastizales. Esta diversidad de tipos de vegetación es resultado de la marcada variación en el gradiente altitudinal (300 a 2860 msnm) y en las condiciones topográficas,

climáticas, edáficas y de uso del suelo características de las zonas montañosas de México (INE 2000).

La RBSM es un área de gran importancia para la conservación por su alta diversidad biológica (más de 2900 especies de plantas vasculares y 560 especies de vertebrados) y su función protectora de cuencas hidrográficas (INE 2000). Los incendios forestales son un fenómeno frecuente en el área y uno de los factores determinantes en la estructura, composición y dinámica de la vegetación (Jardel 1991, 1998).

### **Métodos**

Los reportes de las brigadas de combate de incendios forestales que operan en la RBSM fueron utilizados como fuente de información para elaborar una base de datos. Para este trabajo se utilizó información que cubre el período de 1995 a 2003, en el cual los reportes de incendios han sido estandarizados y concentrados en la Dirección de la RBSM (DRBSM), dependencia de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas responsable del manejo del área.

A partir de dichos reportes, complementados con inspecciones de campo por parte de la DRBSM y el Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (IMECBIO) de la Universidad de Guadalajara, se elaboró una base de datos con el programa Microsoft Access™. Se incluyó información sobre la fecha y localización de cada incendio (municipio, nombre de los parajes afectados y coordenadas UTM del punto medio del incendio), la superficie quemada reportada en campo, el tipo de vegetación y de incendio (superficial o de copa), el personal e instituciones involucradas en el combate, los tiempos de detección, combate y duración del incendio desde su inicio hasta su extinción, y las causas probables.

Desde el año 2001, como parte de las inspecciones de campo se determina de una manera más precisa la superficie y el polígono de las áreas quemadas con ayuda de sistemas de posicionamiento geodésico (GPS) y cartas topográficas escala 1:50,000 del INEGI.

Los datos fueron incorporados a un SIG, basado en el programa Arc/Info (ESRI, 1994) que permite generar mapas de la distribución anual de los incendios y analizar la relación entre estos con factores biofísicos (tipos de

vegetación y unidades de paisaje) y sociales (tenencia de la tierra y uso del suelo).

## Resultados y Discusión

Entre 1995 y 2003 se registraron 327 incendios, sumando una superficie afectada de 61,664.8 ha. Por año se quemaron en promedio 6,851.6 ha  $\pm$  1,291.1 ha (4.9% de la superficie de la RBSM) y se registraron 36  $\pm$  4 incendios (cuadro 1).

**Cuadro 1.** Número de incendios registrados, superficie afectada (hectáreas), media y moda anuales de la superficie afectada por incendio (hectáreas) para el periodo de 1995-2003 en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

Año	Número de incendios	Superficie afectada (ha)	Superficie por incendio (ha)	
			Media	Moda
1995	49	6,449.7	131.6	150
1996	18	10,735.0	596.4	1500
1997	24	2,973.5	123.9	50
1998	41	15,236.7	371.6	100
1999	47	5,743.4	122.2	1
2000	26	5,949.0	228.8	250
2001	41	4,734.5	115.5	200
2002	38	6,572.3	172.9	30
2003	43	3,270.6	76.1	2
Media	36.3	6,851.6	189.2*	50*
ES	4.14	1,291.1	20.8	-----

\*Media y moda calculadas para el total de los incendios registrados

Se encontró que la mayor parte de los incendios (49.5%) son pequeños, con una superficie afectada menor a 50 ha; el 34.7% tuvieron una superficie entre 51 y 300 ha, el 6.7% entre 301 y 600 ha, el 5.3 % entre 601 y 1,200 ha y solo el 3.9% tuvo extensiones mayores a 1,200 ha. La media de la superficie afectada por incendio fue de 189.2 y la moda de 50 ha.

En cuanto a los tipos de vegetación afectados, los reportes para el periodo de 1995 a 2003 indican que el 37% de los incendios registrados ocurrió en bosques de pino-encino, el 27% en bosques de encino caducifolio, el 20.2% en matorrales y pastizales, el 10.3% en

selva baja caducifolia y el 5.2% en otros tipos de vegetación.

Para el periodo de 2001-2003, en el que se cuenta con la delimitación en campo del polígono de las áreas quemadas fue posible sobreponer los mapas de los incendios sobre el mapa de vegetación de la RBSM y estimar la superficie afectada por tipo de vegetación (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Superficie afectada por tipo de vegetación 2001-2003. VEG tipo de vegetación; SV superficie por tipo de vegetación (hectáreas); SQ media anual de la superficie quemada por tipo de vegetación; %QT porcentaje de la superficie quemada total; %QV porcentaje de superficie quemada por tipo de vegetación.

VEG*	SV	SQ	%QT	%QV
<b>BMM</b>	2,066	137.7	2.7	6.7
<b>SMS</b>	2,952	154.3	3.1	5.2
<b>BPQ</b>	21,734	1,508.7	30.1	6.9
<b>BQP</b>	25,847	619.2	12.4	2.4
<b>BQC</b>	27,376	1,445.2	28.9	5.3
<b>SBC</b>	25,743	324.7	6.5	1.3
<b>mat</b>	15,733	501.0	10.0	3.2
<b>pas</b>	14,384	305.2	6.1	2.1
<b>agr</b>	3,735	12.4	0.2	0.3
<b>Total</b>	<b>139,570</b>	<b>5008.5</b>	<b>100.0</b>	<b>3.6</b>

\* Ver texto para abreviaturas de los tipos de vegetación.

La mayor superficie quemada anualmente en promedio en el periodo 2001-2003 (59% de la superficie quemada total) se registra en bosque de pino-encino (BPQ) y de encino caducifolio (BQC). En ambos tipos de vegetación se considera que los incendios frecuentes, de baja intensidad y baja severidad han sido parte del régimen histórico de incendios (Jardel *et al.* 2003). En los bosques de encino-pino (BQP), que presentan condiciones relativamente más húmedas, se quemó una superficie menor (12.4% de la superficie quemada total). Aunque las selvas bajas caducifolias (SBC) cubren el 18.9% de la superficie de la RBSM y se encuentran contiguas a las zonas de agricultura de ladera, en ellas se registra solamente el 6.5% de la superficie quemada, lo que se debe probablemente a las características de la carga de combustible de este tipo de vegetación poco susceptible al fuego (Jardel *et al.* 2003).

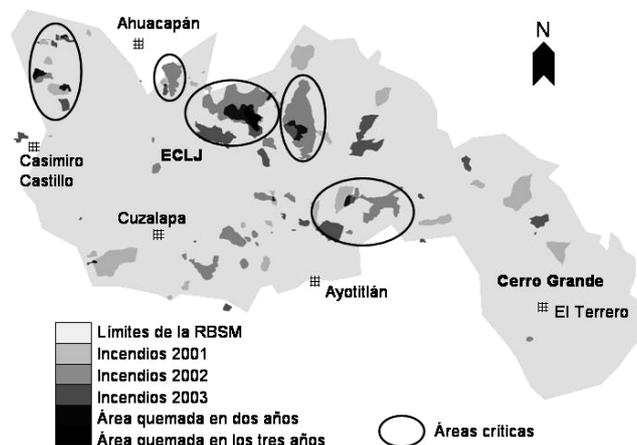
En los bosques latifoliados húmedos como el bosque mesófilo de montaña (BMM) y la selva mediana subcaducifolia (SMS), que ocupan extensiones relativamente pequeñas, el área quemada representó solo el 5.8% de la superficie quemada total. Sin embargo, la proporción del área quemada es alta para estos tipos de vegetación (6.7% de la superficie de BMM y 5.2% de la superficie de SMC), que pueden ser severamente afectados aun por incendios de baja intensidad (Jardel *et al.* 2003).

Los matorrales (mat) y pastizales (pas) representan una proporción importante del área quemada (16.1%). La quema en estos tipos de vegetación ocurre como consecuencia del uso del fuego para el desmonte agrícola y el manejo de pastizales.

Una variable importante para caracterizar el régimen de fuego en el área es la distribución espacial de los incendios. En la figura 1 se presenta el mapa de los incendios ocurridos en el período 2001-2003; en él se pueden identificar áreas críticas donde se concentran los incendios y donde tienen lugar incendios repetidos. En los últimos tres años 882.6 ha se quemaron repetidamente en dos años y 223.1 ha en los tres años. La alta frecuencia de incendios concentrada en un área determinada puede conducir a procesos de degradación. La ubicación de las áreas críticas de alta incidencia de incendios puede servir para dirigir hacia ellas acciones de prevención más efectivas e implementar medidas de restauración.

Se estimó también la incidencia de incendios forestales por tipo de tenencia de la tierra, lo que ya ha sido analizado en otros trabajos (Jardel *et al.* 2003). Se encontró para el período 1995-2003 que en terrenos de propiedad privada, que ocupan el 32% de la superficie de la RBSM, se registra el 53% de la superficie afectada por fuego, mientras que en los terrenos comunales y ejidales (68% de la superficie de la RBSM) se registró el 47% de la superficie quemada. Estos resultados llaman la atención sobre la importancia de las variables sociales en relación con la incidencia de incendios. La mayor superficie afectada concentrada en terrenos privados se explica como consecuencia de una falta de control efectivo de la tierra por propietarios ausentes, la existencia de conflictos de propiedad y de

acceso a recursos como la madera y los pastos, y la presencia de cultivos ilegales. En cambio, en las comunidades indígenas y los ejidos hay un control más efectivo de la tierra y una mayor participación en el combate de incendios (Jardel *et al.* 2003).



**Figura 1.** Localización de los incendios forestales registrados entre 2001 y 2003 y ubicación de áreas críticas de alta incidencia de incendios.

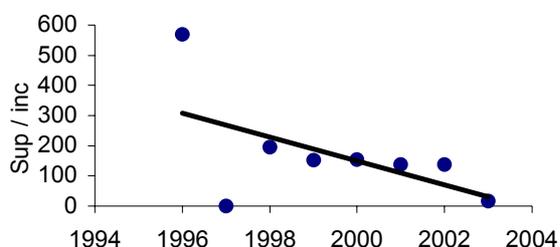
El cuadro 2 presenta las causas de los incendios reportadas. Puede verse que las quemas agropecuarias han sido la causa del 33.5% de los incendios forestales reportados durante el período de observación. En segundo lugar, se reporta un 32.4% de incendios para los cuales no se determinó su origen. El 15.5% de los incendios se relaciona con cultivos ilegales y el 12.2% fueron incendios provocados intencionalmente en predios con conflictos de tenencia o de usufructo de recursos forestales o por incendiarios. El resto de los incendios se originaron accidentalmente por paseantes, por quema de basura en sitios aledaños a bosques o por rebrotes de incendios que ya habían sido controlados.

El alto número de incendios reportados con causa no determinada, se debe a las fallas en el reporte de las brigadas y a que en muchos casos no se hizo una inspección de campo. En algunos casos estos incendios pueden haberse originado por cultivos ilegales y las brigadas no los reportan por razones de seguridad.

**Cuadro 3.** Causas de incendios forestales registrados de 1996 a 2003

Causa	Número	Porcentaje
Quemas agropecuarias	93	33.5
No determinada	90	32.4
Cultivos ilegales	43	15.5
Intencional	34	12.2
Paseantes	10	3.6
Rebrotos de incendios	4	1.4
Quema de basura	2	0.7
Otras	2	0.7
<b>Total</b>	<b>278</b>	<b>100</b>

Considerando la importancia de las quemas agropecuarias como causa de incendios forestales, muchas de las medidas de prevención se han dirigido a la organización y programación de las quemas en las comunidades agrarias. La figura 2 muestra que existe cierta tendencia a la disminución de la incidencia de incendios forestales causados por dicha actividad; sin embargo no puede considerarse que el problema esté resuelto y la atención al manejo agropecuario –control de quemas agrícolas y de pastizales, y sustitución del uso del fuego a través de cambios en las prácticas de cultivo –sigue siendo una prioridad.



**Figura 2.** Superficie afectada por incendios forestales originados por quemas agropecuarias para el periodo 1995-2003.

Mientras que en el caso de las quemas agropecuarias ha sido posible incidir en su control por parte de los mismos campesinos, las quemas asociadas a cultivos ilegales representan un problema mucho más difícil de resolver, y que además es común en muchas áreas boscosas del país.

### Conclusiones

Los resultados obtenidos nos permitieron caracterizar algunos aspectos básicos de los

incendios forestales en la Sierra de Manantlán, como la superficie afectada y el número de incendios ocurridos por año, su distribución espacial en la Reserva, el tamaño del área afectada por incendio, la superficie afectada por tipo de vegetación, la incidencia de incendios por tipo de tenencia de la tierra y las causas de los incendios. Esta información básica está siendo aplicada a la elaboración del *Programa de Manejo del Fuego y Restauración de Bosques de la RBSM* (Jardel et al. 2003). Además se están desarrollando otras aplicaciones de las bases de datos y el SIG, como la evaluación de las actividades de combate de incendios y la modelización de relaciones entre la incidencia y distribución de los incendios con las condiciones físico-geográficas, ecológicas y sociales del área de estudio.

La sistematización de información es sin duda un aspecto fundamental para la caracterización de un problema como el de los incendios forestales, el diseño de estudios sobre ecología del fuego y la planificación y evaluación de acciones de manejo del fuego y restauración en áreas naturales protegidas.

El método utilizado permitió obtener información a bajo costo, a partir de los reportes de las brigadas de combate de incendios, complementados con inspecciones de campo. El SIG desarrollado puede complementarse con otras fuentes de información, como la detección de puntos de calor con imágenes de satélite. Sin embargo debe señalarse que los métodos de teledetección requieren ser calibrados con verificaciones de campo y que su utilidad práctica tanto en la detección temprana de los incendios como en la evaluación de sus efectos ha sido muy limitada en el caso del área de estudio.

Los resultados obtenidos indican una incidencia de incendios significativa en la RBSM. En el período de observación (1995-2003) cada año se ha afectado por el fuego entre el 3 y el 5% de la superficie de la RBSM. La mayor parte de los incendios fueron relativamente pequeños (menores a 50 ha), comparados por ejemplo con la superficie de incendios en bosques templados y boreales de Norteamérica (Agee 1983, Johnson 1992), lo que coincide con lo reportado para otras zonas boscosas de México (Minnich 1983, Fulé y Covington 1999).

La mayor parte de la superficie quemada se concentra en bosques de pino-encino, encino caducifolio y encino-pino, compuestos por especies pirófilas o tolerantes al fuego. Sin embargo el fuego afecta también a tipos de vegetación compuestos por especies sensibles al fuego, como el bosque mesófilo de montaña y la selva mediana subcaducifolia. El fuego puede ser un factor de deterioro en estos tipos de vegetación. En otros estudios se ha generado evidencia de que los incendios forestales afectan la regeneración natural e interrumpen procesos de reemplazo sucesional de los pinares por especies latifoliadas del bosque mesófilo de montaña (Jardel 1991, Saldaña y Jardel 1992, Jardel 1998). A partir de estos datos se está poniendo en práctica una estrategia de manejo del fuego que implica la supresión de incendios para favorecer la restauración y conservación de bosque mesófilo de montaña y de quemas prescritas y control de incendios para favorecer la regeneración y conservación de bosques de pino-encino (Jardel *et al.* 2003).

El SIG ha permitido identificar áreas críticas de alta incidencia de incendios forestales y esto está orientado el diseño de estrategias de prevención, combate y restauración.

En cuanto a las causas de los incendios, los resultados indican que las quemas agropecuarias originaron un tercio de los incendios registrados. Aunque existe una ligera tendencia a la disminución de la superficie de incendios forestales causados por quemas agropecuarias, el problema no está resuelto y deben realizarse esfuerzos para mejorar o reemplazar las prácticas de uso del fuego en los cultivos agrícolas y el manejo de agostaderos.

En el 32.4% de los incendios no se determinó la causa, lo cual implica mejorar los métodos de inspección en campo y reporte. Es probable que muchos de los incendios con causa desconocida se deban a quemas asociadas a cultivos ilegales o a incendios provocados deliberadamente. Tanto el número de incendios como la superficie afectada por causas desconocidas ha tendido a disminuir en el periodo de observación. Esto se debe, en gran medida, a que se ha mejorado la vigilancia y detección temprana de los incendios logrando así su temprana identificación.

Los incendios provocados deliberadamente se relacionan con conflictos de tenencia de la tierra y de usufructo de recursos como la madera y los agostaderos, y en ciertos casos con conflictos con actores locales cuyos intereses han sido afectados por el establecimiento del área protegida.

La tenencia de la tierra es un factor importante en relación con la incidencia de incendios. Las propiedades privadas tienden a presentar proporcionalmente mayor número de incendios y superficie afectada, debido probablemente a conflictos de tenencia y ausencia de los propietarios, mientras que en ejidos y comunidades hay una mayor movilización de los dueños de la tierra para controlar tanto los incendios como sus causas.

El fenómeno de los incendios forestales es sin duda complejo, tanto en sus consecuencias ecológicas como en sus causas sociales. La investigación y monitoreo sobre los incendios forestales es un aspecto básico para establecer estrategias de manejo del fuego.

#### Literatura citada

- Agee, J.K. 1993. *Fire ecology of Pacific Northwest Forests*. Island Press. Washington D.C. 493 pp.
- Demers, N.M. 2000. *Fundamentals of geographic information systems*. John Wiley & Sons. Nueva York. 498 pp.
- ESRI. 1994. *ArclInfo*. Environmental Systems Research Institute. Redlands, CA.
- Fulé, P.Z. y Covington, W.W. 1996. Changing fire regimes in Mexican Pine Forests. *Journal of Forestry* 94(10): 33-38.
- Fulé, P.Z. y Covington, W.W. 1999. Fire regime changes in La Michilia Biosphere Reserve, Durango, México. *Conservation Biology* 13 (3): 640-652
- González-Cabán, A. y Sandberg, D.V.. 1989. Fire management and research needs in México. *Journal of Forestry* 87:20-26
- INE ( Instituto Nacional de Ecología). 2000. *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México D.F. 201 pp.
- Jardel, E.J. 1991. Perturbaciones naturales y antropogénicas y su influencia en la dinámica sucesional de los bosques de Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco. *Tiempos de Ciencia* 22:9-26.

- Jardel, E.J. 1998. Efectos ecológicos y sociales de la explotación maderera de los bosques de la Sierra de Manantlán. En: *El Occidente de México: arqueología, historia y medio ambiente. Perspectivas regionales*, (Ávila, R., J.P. Emphoux, L.G. Gastélum, S. Ramírez, O. Schöndube y F. Valdez, Eds.). Universidad de Guadalajara e Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM). Guadalajara, Jal., pp. 231-251.
- Jardel P., E.J., R. Ramírez-Villeda, F. Castillo-Navarro y O.E. Balcázar M. 2003. Fire management and restoration plan in the Sierra de Manantlán Biosfere Reserve, México. 2<sup>nd</sup> International Wildfire Fire Ecology and Fire Management Congress, 16-20 November 2003. Orlando, Florida.
- Johnson, E.A. 1992. *Fire regimes and vegetation dynamics: studies from North American Boreal Forest*. Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido.
- Minnich, R.A. 1983. Fire mosaics in Southern California and Northern Baja California. *Science* 219: 1287-1294
- Pyne, S. J., Andrews, P.L., y Laven, R.D. 1996. *Introduction to wildland fire*. John Wiley Nueva York, 769 pp.
- Pyne, S.J. 1996. *World fire. The culture of fire on Earth*. University of Washington Press. Seattle, 384 pp.
- Rodríguez-Trejo, D.A. 1996. *Incendios forestales*. Universidad Autónoma de Chapingo – MundiPrensa. México, D.F. 630 pp.
- Rowell, A. y Moore, P.F. 1999. *Global Review of Forest Fires*. WWF/ UICN. Gland, Suiza.
- Santiago F., H., Servin M., M., Rodarte, H.C., Garfias, F.J. 1999. *Incendios forestales y agropecuarios: prevención e impacto y restauración de los ecosistemas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca e Instituto Politécnico Nacional. México D.F.
- Saldaña A., A. y Jardel, E.J.. 1992. Regeneración natural del estrato arbóreo en bosques subtropicales de montaña en la Sierra de Manantlán, México: estudios preliminares. *Biotam* 3(3):36-50.
- SEMARNAT (Secretaría de medio ambiente, recursos naturales y pesca). 2000. Estadísticas sobre incendios forestales ([www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx))
- Whelan, R. 1995. *The Ecology of Fire*. Cambridge Univ. Press. Cambridge.