

INCENDIOS EN EL BOSQUE LA PRIMAVERA (JALISCO, MÉXICO): UN ACERCAMIENTO A SUS POSIBLES CAUSAS Y CONSECUENCIAS

Tomado de: <http://www.lajornadamichoacan.com.mx/wp-content/uploads/2012/04/20424016.jpg>

WILDFIRES AT LA PRIMAVERA FOREST, JALISCO, MEXICO: AN APPROACH TO POSSIBLE CAUSES AND CONSEQUENCES

**Francisco Martín Huerta-Martínez y
José Luis Ibarra-Montoya***

Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias,
Departamento de Ecología, Camino Ing. Ramón Padilla Sánchez No. 2100, La Venta del
Astillero, Zapopan, Jalisco, México, C.P. 44600.

*Autor para correspondencia: jibarra@ecologia.unam.mx

Fecha de recepción: 10 de febrero de 2014 / Fecha de aceptación: 10 de julio de 2014.

RESUMEN

El Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP), ubicada en Jalisco, México, presenta una tasa de incendios forestales que ha variado entre 0 y 60 incidentes por año en los últimos 15 años. Sin embargo, se carece de un programa para la prevención y mitigación de efectos, debido a la falta de información documentada sobre las posibles causas y consecuencias, así como de los procesos de cambio en la cobertura que ha sufrido. En este estudio se generaron 12 mapas de las zonas incendiadas de la APFFLP del período comprendido de 1998 a 2012, a partir del empleo de coberturas y datos de las áreas afectadas por los

incendios y su manejo en un Sistema de Información Geográfica (SIG). La tasa de pérdida anual de masa forestal producto de los incendios fue de 1.31%. Los mapas generados indicaron que las localidades que con mayor frecuencia se incendian fueron: Los Chorros de Tala, La Lobera, Agua Dulce, La Primavera, Las Tinajas y El Tecuán. Entre las principales causas destaca la práctica agronómica de quema de los cultivos de la caña de azúcar para incrementar el rendimiento durante la zafra y que provoca incendios en superficies de bosque cercanas a los sitios donde se realiza. Otra causa de incendio es la acumulación de material combustible, que sumado a

condiciones ambientales de extrema sequía y fuertes vientos, deriva en incendios de grandes magnitudes. El análisis del historial de incendios en la APFFLP, durante el período de estudio, mostró un incremento en la pérdida de superficie boscosa por causa del fuego. Es necesario implementar la generación de mapas de riesgo y prevención de incendios, así como promover el uso adecuado del fuego en las localidades, y establecer mecanismos para la toma de decisiones sobre el uso del territorio.

PALABRAS CLAVE: Incendios, Área Natural Protegida, refugio de flora y fauna silvestre, distribución espacial, mapas de riesgo.

ABSTRACT

The flora and fauna protection area La Primavera, located in Jalisco, Mexico, presents a forest fire rate which has varied between 0 and 60 incidents per year in the last fifteen years. However, it has no program for preventing and mitigating the effects, due to the lack of documented information on the possible causes and consequences, as well as the processes of change in the coverage. In this study, 12 maps were created about burned zones within La Primavera in a time period from 1998 to 2012; with the use of data from fire coverage and affected areas, and their manipulation through a Geographical Information System (GIS). The forest annual loss rate due to wildfires was 1.31 %. Maps showed that localities burned more often were: Los Chorros de Tala, La Lobera, Agua Dulce, La Primavera, Las Tinajas and El Tecuán. Whithin the main causes is the agronomic practice of burning sugarcane crops to increase performance during the harvest, which causes fires in nearby forest areas. Another cause of fires is the fuel accumulation, which combined with environmental conditions of extreme drought and high winds, cause large magnitude fires. Historical analysis of fire trends in the area during the studied time period showed an increase in the forest area loss due to fire. The generation of risk and prevention maps is necessary, as well as the promotion of the correct use of fire, and the establishment of mechanisms for decision making on land use.

KEYWORDS: Fires, Natural Protected Area, wild flora and fauna refuge, spatial distribution, risk maps.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las actividades antropogénicas son las causas más importantes en la generación de los incendios forestales que amenazan los bosques (FAO, 2007). Algunas veces esto hace especialmente difícil la generación de mapas de riesgo que provean información oportuna sobre áreas que son vulnerables al fuego (Hernández-Leal y col., 2006).

En la actualidad, las investigaciones sobre los incendios forestales han cobrado importancia en todo el mundo (Juárez-Orozco, 2008). Específicamente en México, se presentan distintos enfoques, entre ellos se contemplan básicamente tres aspectos: a) estudios sobre los efectos del fuego en los ecosistemas forestales; b) actividades de prevención y combate y; c) el uso del fuego como herramienta silvícola-pastoril (Villers y López, 2004).

El efecto inmediato de los incendios forestales es la reducción de las funciones que cumplen las áreas afectadas (producción, protección o recreación); otra consecuencia del fuego es la producción y liberación a la atmósfera de gases y partículas que resultan de la combustión de biomasa (Andreae, 1991). Estos gases liberados contribuyen al calentamiento global, desencadenando en forma gradual un cambio climático a nivel planeta (Castillo y col., 2003; Goldammer, 2007), al tiempo que, el calentamiento global incrementa los riesgos de incendios en los bosques naturales (Flannigan y col., 2000). Las emisiones provenientes de los bosques tropicales en un mal año de fuegos dañinos, podría ser equivalente a una tercera parte de las emisiones provenientes de la quema de combustibles fósiles (Rowell y Moore, 2013).

El Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP), también conocida localmente como Bosque La Primavera, es una de las áreas protegidas más importantes del occidente del país, constituye un "pulmón" natural para la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), Jalisco, México. La frecuencia e intensidad de los incendios forestales son una fuerte causa de deterioro de esta zona, siendo particularmente críticos los de 1984, 1987, 1995, 1998, 2005 y 2012, tanto por la superficie afectada como por su intensidad. Este último afectó 7 744 ha; datos del Gobierno del estado de Jalisco indican que entre 10 % a 20 % del arbolado murió como consecuencia del fuego (CNN/México, 2012).

En general, el APFFLP se puede identificar como un área boscosa que

genera múltiples bienes y servicios ambientales principalmente para la ciudad de Guadalajara, proporcionando protección a la cuenca y subcuencas hidrológicas en que se ubica, la cual representa uno de los principales aportes de agua a la región, en particular a la ciudad de Guadalajara; al tiempo que funciona como sitio fundamental para la captación, filtración, transporte y saneamiento de aguas superficiales y subterráneas (SEMARNAT, 2000).

En Áreas Naturales Protegidas (ANP) de México, existen escasos estudios que incluyan mapas con distribución espacial de zonas de alta recurrencia de fuegos o vulnerabilidad a estos, así como su caracterización. En APFFLP se presentan frecuentemente incendios forestales, y una limitante para su prevención y mitigación de efectos, es la falta de información geográfica que ayude a conocer de manera sistemática las posibles causas y consecuencias. Se han efectuado diversos trabajos que se relacionan con los incendios, por ejemplo, para estimar la biomasa aérea y posibles emisiones de CO₂ después de un incendio (Castañeda-González y col., 2012).

El presente trabajo tuvo como finalidad aportar datos acerca del historial de incendios de los últimos 15 años del APFFLP, específicamente: conocer las zonas con mayor vulnerabilidad y riesgo de incendios, dilucidar si existen relaciones causales entre las condiciones del hábitat y las actividades que se desarrollan en ellas con los incendios, y estimar la tasa de pérdida de superficie boscosa en este período de tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS**Área de estudio**

El APFFLP está ubicada en la región central del estado de Jalisco, México, entre las coordenadas UTM Zona 13 Norte; 635040 m E; 2 295019 m N y 661 815 m E; 2 273 893 m N (Figura 1). Está situada al centro de un conjunto de cinco valles (Tala, Tesistán, Toluquilla, Atemajac y San Isidro Mazatepec), pertenecientes a los municipios de Zapopan, Tala, y Tlajomulco de Zúñiga.

La Primavera es el bosque más cercano

a la ciudad de Guadalajara (segunda ciudad más poblada en México, con más de 1 495 182 habitantes), se localiza al poniente de la misma, y está circundado por las carreteras: Guadalajara a Nogales al norte; Tala a Ahuisculco al oeste; Tlajomulco de Zúñiga a San Isidro Mazatepec al sur; y Guadalajara a Barra de Navidad y Periférico poniente de la Ciudad de Guadalajara desde la Av. López Mateos hasta la Av. Vallarta al este (Figura 1).

El APFFLP tiene alrededor de 22 puntos de acceso mediante caminos de terracería y brechas, tres de los cuales se utilizan principalmente con fines recreativos: uno por la Av. Mariano Otero, en el lado oriente de esta zona, y dos en el lado norte, por el ejido La Primavera y Puente Las Tortugas. Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1987), para la República Mexicana, el clima predominante es templado subhúmedo S(w1)(w) y semicálido subhúmedo (A) C(w1)(w). La temperatura media anual es de 20.6 °C, siendo enero el mes más frío y junio el más cálido. El promedio anual de humedad es de 63 %. Los vientos dominantes provienen del suroeste, con una velocidad máxima de 53 km/h.

El APFFLP se asienta sobre la Sierra La Primavera, la cual se ubica en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, subprovincia Guadalajara, que se caracteriza por manifestaciones recientes de vulcanismo explosivo. Está considerada como la manifestación riolítica más reciente y compleja de toda la provincia del Eje Neovolcánico. Por su variación en cuanto a manifestaciones ígneas ácidas es uno de los relieves volcánicos con más diversidad de México, en el que se combinan domos anulares, mesetas, cerros y montañas que siguen las líneas de fractura de la caldera volcánica, y colinas irregulares modeladas por erosión.

Si bien estas formas tienen un origen volcánico común, en la actualidad presentan influencia de las fuerzas denudatorias fluviales y tectónicas.

De acuerdo a la clasificación FAO/UNESCO, las unidades de suelo que

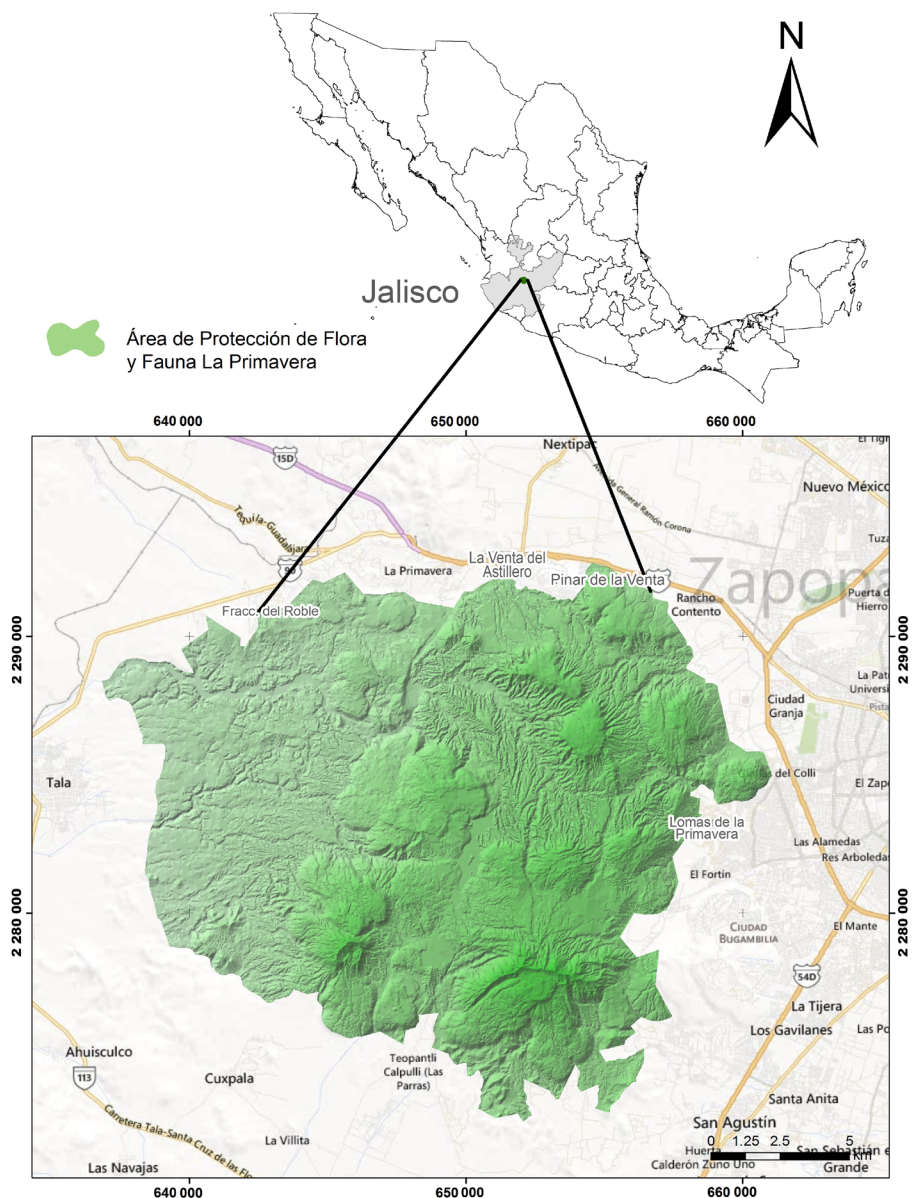
constituyen el área comprendida en el APFFLP están representadas por regosol y litosol. El regosol conforma el 92 % del ANP, el cual es derivado del intemperismo de la toba, pómez y riolita. En el 8 % restante de la superficie en cuestión, se encuentran distribuidos suelos de tipo litosol, resultantes de procesos erosivos. Ambos suelos se caracterizan

por presentar una profundidad efectiva máxima de acuerdo a lo siguiente: el 44 % de la superficie con suelo presenta un espesor de 10 cm a 30 cm; el 9 % de 30 cm a 60 cm y el 47 % restante es mayor de 60 cm.

El 80 % del suelo involucrado en el ANP presenta valores de contenido de materia orgánica menores al 2 %, lo que indica

Figura 1

Localización geográfica del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera (APFFLP).
Figure 1. Geographic location of Flora and Fauna Protected Area La Primavera (APFFLP).



que no existe el suelo típico de bosque. La vegetación presente está caracterizada principalmente por bosque de encino, bosque de encino-pino, bosque de pino y bosque tropical caducifolio.

Sistema de Información Geográfica

Se trabajó con el programa denominado Sistema de Información Geográfica ArcMap 9.2® (GIS, ESRI, 1999-2001), enmascarando el polígono del APFFLP (INEGI, 2010). Se generaron 12 mapas usando la proyección geográfica UTM (Universal Transversal de Mercator) Datum: WGS 84, Zona 13 Norte, para identificar las zonas incendiadas del Bosque La Primavera durante el período comprendido de 1998 a 2012. Las georreferencias de las zonas incendiadas, así como los datos de las hectáreas devastadas, fueron proporcionados por el departamento de investigación de la desaparecida Dirección Ejecutiva del Bosque La Primavera, hoy Organismo Público Descentralizado (OPD) "Bosque La Primavera" (El Informador, 2013).

Tasa de pérdida de masa forestal debida a los incendios

Se analizaron los cambios en la cobertura del tipo de vegetación de "bosque" (ya que este tipo de

vegetación es la más afectada por el fuego), que incluye al bosque de encino, bosque de pino y bosque de encino-pino; las coberturas se utilizaron en formato vectorial de los años que comprenden el período de 1998 a 2012, a una escala de 1:250 000. Dichas coberturas se obtuvieron del portal "Espacio Digital Geográfico de SEMARNAT (2010).

El análisis comparativo de los años 1998 a 2012, se realizó con los datos de superficie del tipo de vegetación de "bosques" en formato digital y bajo la misma proyección geográfica. Se calculó la tasa de pérdida de masa forestal producida por los incendios de cada año. Para ello, se utilizó un modelo exponencial discreto sugerido por Trejo y Dirzo (2000):

$$r = 1 - \left(1 - \frac{A1 - A2}{A1} \right)^{1/t}$$

Donde:

- r, es la tasa de pérdida de masa forestal.
- A1, es el área cubierta por vegetación al inicio del período.
- A2, es el área cubierta por vegetación al final del período.
- t, es el número de años del período de análisis.

RESULTADOS

Sistema de Información Geográfica

En las Figuras 2 a 14 se observan las áreas incendiadas del APFFLP y áreas circundantes correspondientes al período 1998 a 2012, con excepción de los años 2009 y 2011, en los cuales, aunque si hubo incendios, no se tiene información. En este período, se presentaron cuatro años con más de 6 000 ha incendiadas: el año 1998, 2000, 2005 y 2012; de estos, los años de 1998, 2005 y 2012 fueron los que presentaron incendios más devastadores, con 6 451 ha; 15 115 ha y 7 744 ha respectivamente. El incendio del año 2005 ha sido el más agresivo para el bosque La Primavera, con casi el 50 % de superficie incendiada (Figura 15).

En los años 2006 y 2007, las zonas incendiadas fueron aisladas y pequeñas (Figura 10), en tanto que en otros años las zonas incendiadas fueron mayores, por ejemplo, el incendio del 2012, que fue muy grande y se presentó solo en una zona (Figura 13). Los mapas resultantes sugieren un patrón geográfico de incendios, siendo las localidades; Los Chorros de Tala, La Lobera, Agua Dulce, La Primavera, Las Tinajas y El Tecuán las que con mayor frecuencia se incendiaron. El número total de hectáreas

Figura 2

Área del APFFLP incendiada en el año 1998.
Figure 2. APFFLP area burned in 1998.

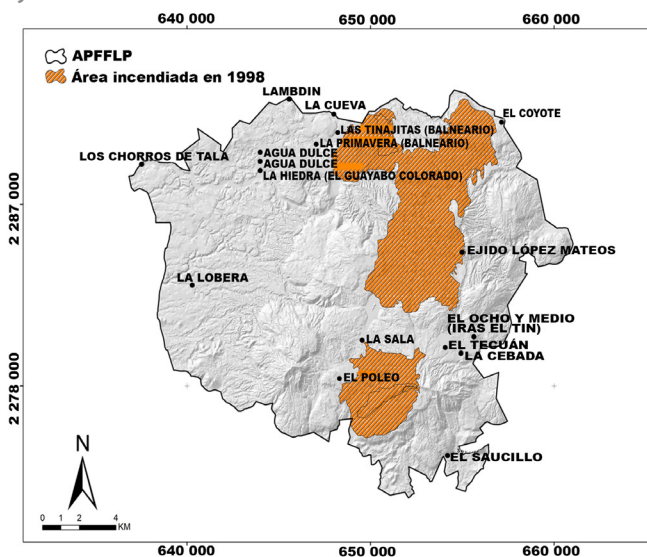


Figura 3

Área del APFFLP incendiada en el año 1999.
Figure 3. APFFLP area burned in 1999.

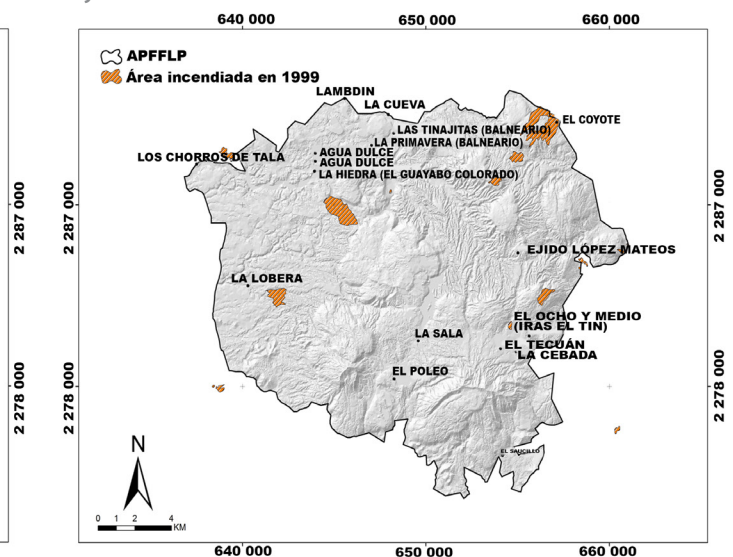


Figura 4

Área del APFFLP incendiada en el año 2000.
Figure 4. APFFLP area burned in 2000.

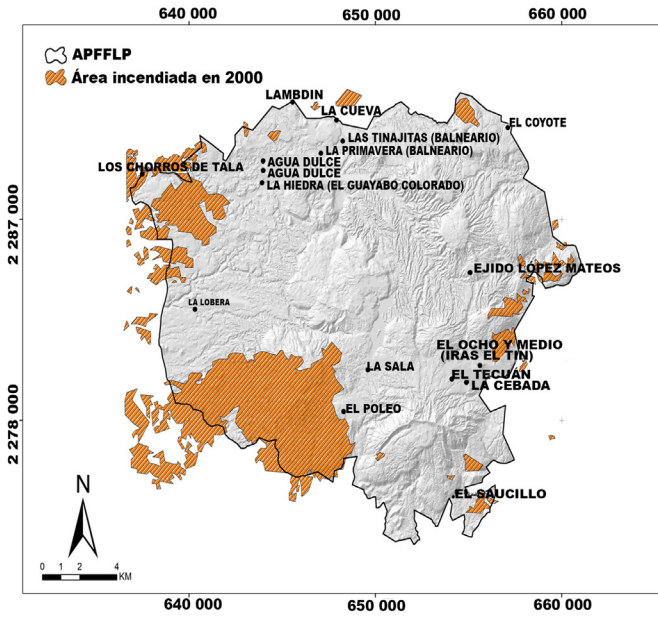


Figura 5

Área del APFFLP incendiada en el año 2001.
Figure 5. APFFLP area burned in 2001.

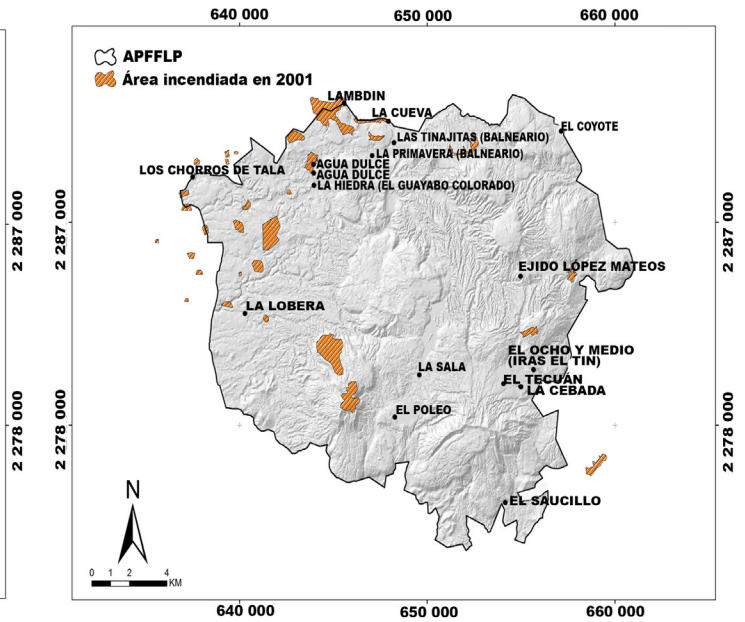


Figura 6

Área del APFFLP incendiada en el año 2002.
Figure 6. APFFLP area burned in 2002.

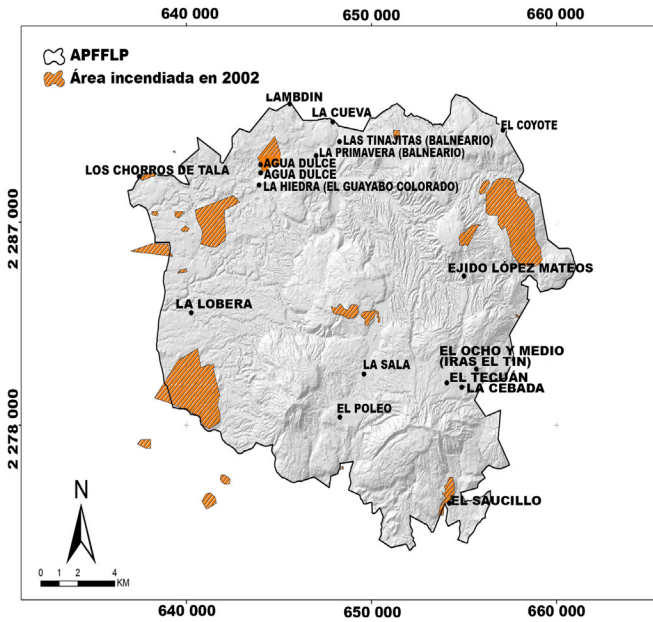


Figura 7

Área del APFFLP incendiada en el año 2003.
Figure 7. APFFLP area burned in 2003.

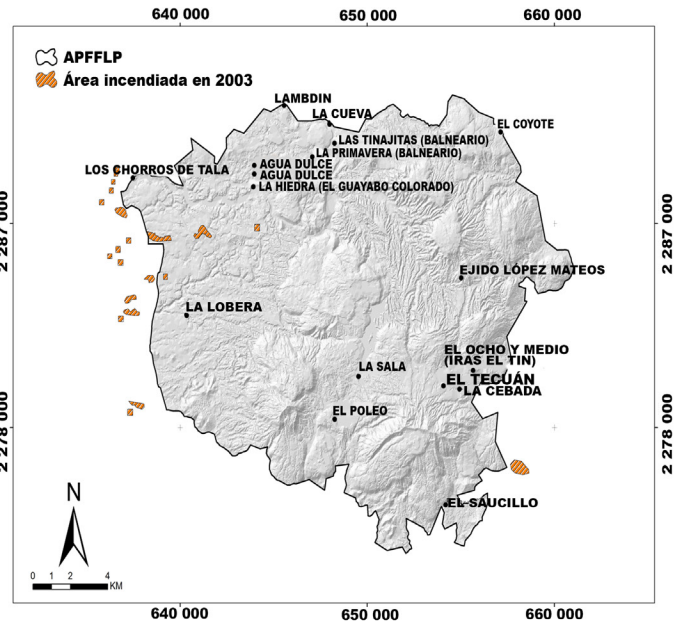


Figura 8

Área del APFFLP incendiada en el año 2004.
Figure 8. APFFLP area burned in 2004.

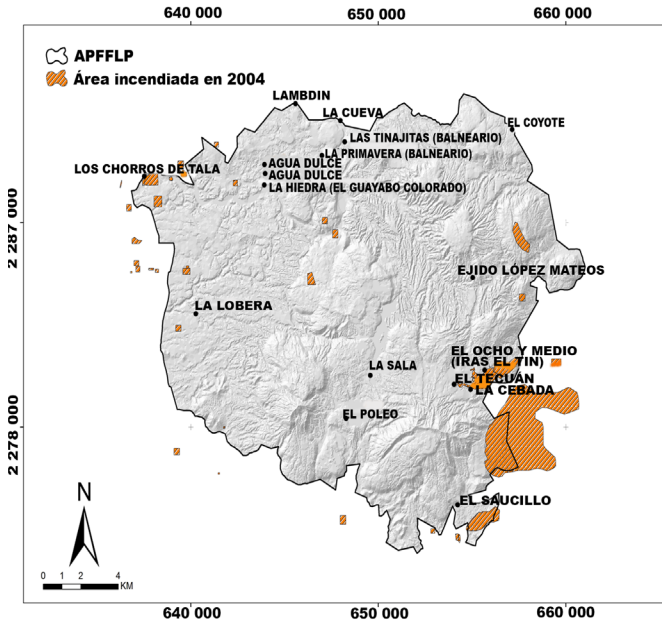


Figura 9

Área del APFFLP incendiada en el año 2005.
Figure 9. APFFLP area burned in 2005.

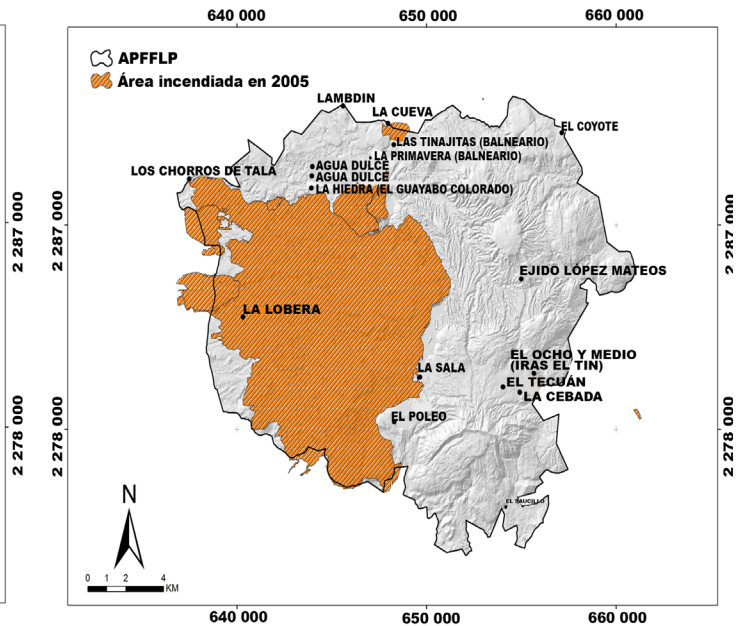


Figura 10

Área del APFFLP incendiada en los años 2006 y 2007.
Figure 10. APFFLP area burned in 2006 and 2007.

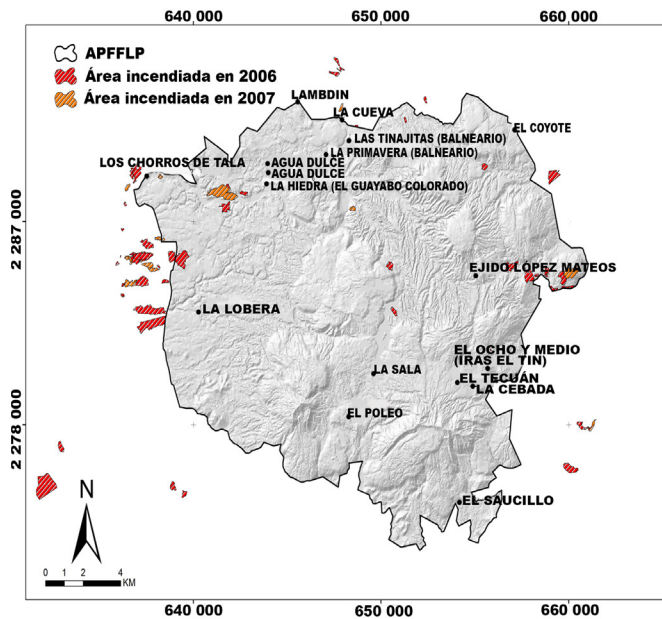


Figura 11

Área del APFFLP incendiada en el año 2008.
Figure 11. APFFLP area burned in 2008.

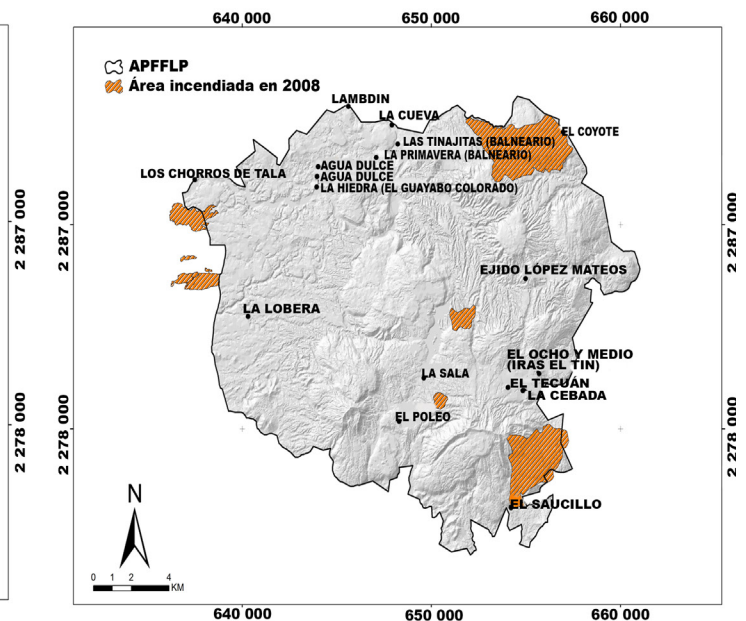


Figura 12

Área del APFFLP incendiada en el año 2010.
Figure 12. APFFLP area burned in 2010.

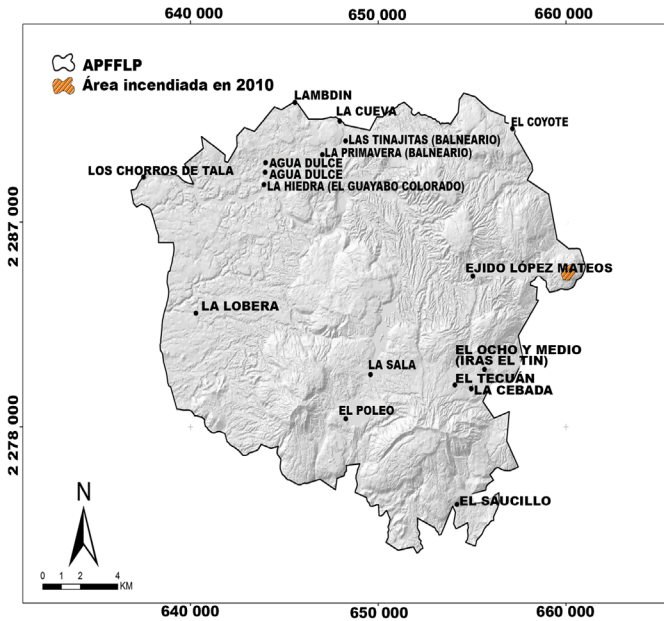


Figura 13

Área del APFFLP incendiada en el año 2012.
Figure 13. APFFLP area burned in 2012.

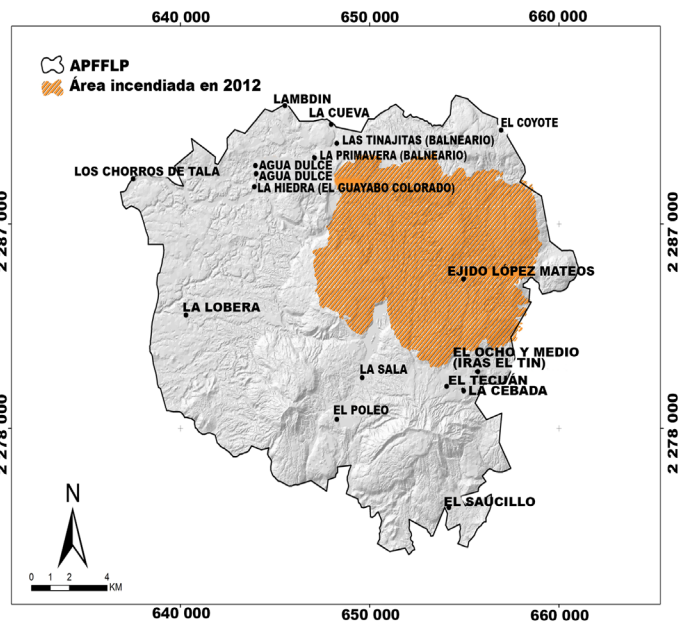
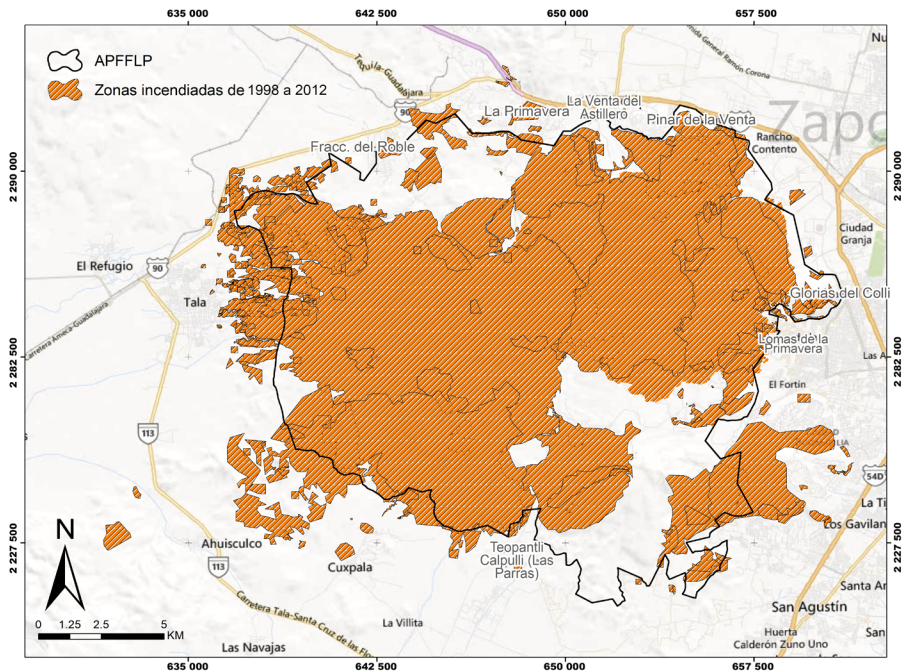


Figura 14

Sumatoria de áreas incendiadas del período comprendido de 1998 a 2012.
Figure 14. Total burned areas from 1998 to 2012.

acumuladas que se incendiaron dentro de este período es de 43 846 ha, que es un área que rebasa por mucho la superficie comprendida por el polígono del APFFLP, la cual es de 30 659 ha. Esto se debe a dos razones principales: 1) que algunos de los incendios se han presentado en la Sierra de La Primavera, más no en lo que propiamente comprende el polígono y 2) a que algunas áreas han presentado incendios en ocasiones repetidas. Sin embargo, es importante resaltar el hecho de que cerca del 90 % de la superficie se ha incendiado en al menos alguna ocasión (Figura 14).

Tasa de pérdida de masa forestal debida a los incendios
La tasa de pérdida de masa forestal



en la cobertura vegetal exclusiva para "bosques", mostró que en el año 1998, la cobertura vegetal afectada por los incendios fue de 6 451 ha, y para el año

2012 de 7 744 ha; la tasa de pérdida de masa forestal anual fue de 1.31 %, que corresponde a 92.347 ha de cambio por año (Tabla 1).

Tabla 1

Área incendiada que comprende los bosques del APFFLP, el uso de suelo, el cambio de cobertura vegetal y la tasa de pérdida de masa forestal en el período comprendido de 1998 a 2012.

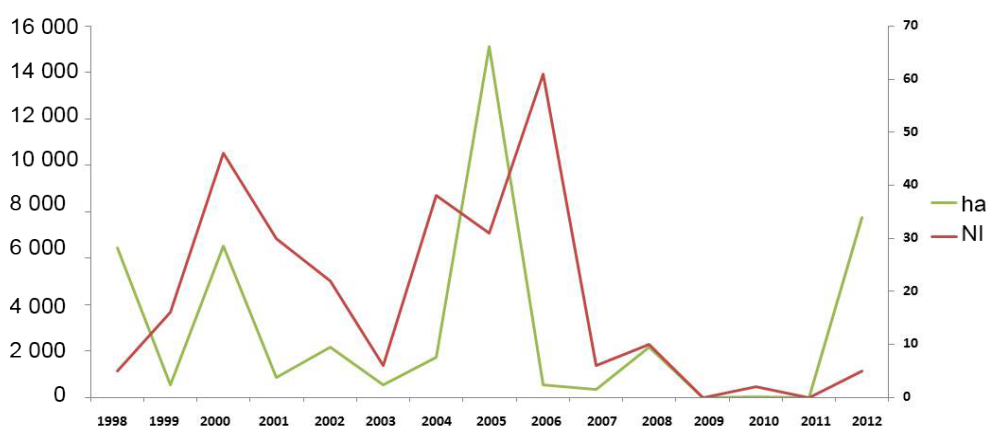
Table 1. Burned area comprising APFFLP forests, land use and change in vegetable coverage and loss rate of forest mass between 1998 to 2012.

Tipo de vegetación	Uso de suelo	Cobertura(ha)		Superficie transformada	Tasa de pérdida %
		1998	2012		
Bosques (encino-pino; encino y pino)	Forestal	6 451 140	7 744 000	92 347	1.31

Figura 15

Asociación gráfica del comportamiento del fuego, considerando el número de incendios (NI) y las hectáreas (ha) incendiadas por año, para el período de estudio.

Figure 15. Graphical association of the fire behavior considering the number of fires (NF) and acres burned per year, for the study period.



DISCUSIÓN

Sistema de Información Geográfica

Los Chorros de Tala, La Lobera, Agua Dulce, La Primavera y Las Tinajas, localidades que con mayor frecuencia se incendiaron, se encuentran cerca de los cultivos, particularmente de la caña de azúcar. Estas localidades representan una constante afectación a la vegetación, ocasionada por el desarrollo de actividades agropecuarias, así como las actividades de uso público, y por otro lado, el establecimiento del cultivo de la caña de azúcar, que implica el uso periódico del fuego, el cual además de incendiar las hojas del cultivo durante la zafra, también afecta la vegetación que lo rodea cuando el fuego se sale de control. La superficie destinada a la siembra de la caña aumenta cada año y con ello la frecuencia de incendios forestales.

Esta investigación pone de manifiesto la importancia de promover el uso adecuado del fuego en las localidades antes mencionadas. A este respecto, Jiménez y Alanís (2011), destacan la importancia de realizar acciones que fomenten: 1) la promoción de políticas de incendios controlados, de educación y difusión a distintos niveles socioculturales, capacitación a la población rural sobre el uso responsable del fuego; 2) acciones de manejo forestal inmediatamente después del incendio, para favorecer la regeneración de la vegetación, y con ello la estabilidad del ecosistema.

Tasa de pérdida de masa forestal debida a los incendios

La interacción sinérgica de los incendios forestales con el efecto de la ganadería provoca cambios profundos en la estructura y función de la comunidad y el paisaje, con lo que se favorece la invasión

de especies exóticas y se reduce la flora y fauna nativas y endémicas de la región, al tiempo que se incrementa el proceso de fragmentación del paisaje (Herrera, 2007; Ibarra-Montoya y col., 2011).

La tasa de pérdida de masa forestal calculada en el período 1998 a 2012 para la vegetación de "bosques", que incluye bosque de encino, bosque de pino y bosque de pino-encino en la APFFLP fue de 1.31 %, esta tasa es mayor que la tasa nacional y estatal reportada por la UNAM para el período 1993 a 2000 y CONAFOR-SEMARNAT para 1990 a 2000, que es de 0.5 % y 1.14 % respectivamente (SEMARNAT, 2006), así como las obtenidas por Nájera y col. (2000), de 0.44 % para el período 1970 a 1986 para la Sierra de San Juan, Jalisco.

La tasa de pérdida de masa forestal debida a deforestaciones e incendios de los bosques de encino y pino para el país es de 1.3 % anual (CONAFOR, 2012). Este dato coincide con los reportados

por SEMARNAT (2006), para el estado de Nayarit que es de 1.1 %; y es menor a la tasa reportada para Chiapas por Ochoa y González (2000), que es de 3.4 %. La tasa de cambio anual por incendios para San Luis Potosí es de 2 % (Reyes y col., 2006).

Es importante hacer notar que el APFFLP es un área pequeña, en comparación con las regiones que se señalan en los estudios mencionados, sin embargo la tasa de pérdida de masa forestal es mayor que la nacional y estatal (SEMARNAT, 2006) y similar para bosques de encino y pino del país (CONAFOR, 2012).

Pompa-García y Sensibaugh (2014), encontraron que el período comprendido por los años 2005 y 2006 fue especialmente importante en la ocurrencia de incendios, ya que para el estado de Durango se presentaron entre 130 y 250 eventos, además de encontrar una correlación con el índice multivariable de ENSO, lo que se corrobora en la presente investigación, donde se muestra

que en 2006 se presentó el mayor número de incendios (61), aunque la superficie afectada fue de las más bajas (547.4 ha). Por otro lado, 2005 fue el año en que se afectó una mayor superficie del bosque (15 116 ha), aunque el número de incendios fue de valor intermedio.

Sin duda, la combinación de diversos factores, tales como condición de sequía inducida por eventos como El Niño (Pompa-García y Sensibaugh, 2014), así como vientos fuertes, acumulación de biomasa seca y el uso del fuego como herramienta de aclareo, han causado la gran mayoría de los incendios en la zona de estudio. Esta información concuerda con Rowell y Moore (2013), quienes sugieren que la mayoría de los eventos de fuego en México han sido históricamente antropógenos: 60 % de estos se deben a actividades agrícolas, tales como la quema de pastizales y cambios de cultivo, otras causas principales son cigarrillos y actividades de campismo (18 %) e intencionales (12 %) y el 10 % restante lo atribuyen a causas indirectas que no son muy evidentes.

En el APFFLP, la porción en la que con mayor frecuencia se presentan eventos de fuego, corresponde a zonas en que se lleva a cabo el cultivo de caña de azúcar y la práctica de la zafra, lo que posiblemente sea el principal origen de estos incendios, sin embargo, cabe aclarar que son eventos pequeños en superficie y de pocas consecuencias. Por otro lado, existen zonas en las que un solo evento como el del año 2012, impactó una

gran superficie (Figura 13). Una posible explicación es debido a la alteración de los regímenes del fuego en México, lo que provoca la acumulación excesiva de material combustible (Jiménez y Alanís, 2011). Esta acumulación de combustible, aunado al viento y a las condiciones de la topografía generan un incendio de gran magnitud. En este caso, la topografía juega un papel importante debido a que hay muchas pendientes, lo que imposibilita el acceso rápido para sofocar oportunamente los incendios, los cuales, tal vez tengan orígenes antropógenos, (Velasco-Herrera y col. 2013; Pompa-García y Sensibaugh, 2014).

El uso de los Sistemas de Información Geográfica representa una herramienta valiosa en la búsqueda de estrategias para la prevención de incendios, como la búsqueda de áreas de respuesta homogénea similares a las propuestas por Velasco-Herrera y col. (2013). Además, es necesario desarrollar mediante estas herramientas, modelos que permitan la conjunción de las variables que se relacionan con la incidencia de incendios y que tengan alta eficiencia en la representación de la vulnerabilidad real en el Bosque La Primavera, pero que a su vez puedan ser empleados en cualquier otro territorio con problemáticas semejantes; avances en este sentido, han sido ya presentados por otros autores para el caso del estado de Durango, el cual es el segundo lugar a nivel nacional en incendios forestales (Pompa-García y col., 2013).

CONCLUSIONES

El principal factor de incidencia de los incendios forestales en la APFFLP, detectado en el presente estudio, fueron las prácticas de cultivo de la caña de azúcar, en las que se ocasionan incendios de este cultivo para mejorar su productividad, lo que causa incendios de pequeñas superficies y hace más vulnerable las áreas de bosque cercanas a sitios donde se lleva a cabo dicha actividad. Otras causas de los incendios son la acumulación del combustible, que aunado a condiciones ambientales de extrema sequía y fuertes vientos, resultan ser los causales de incendios de grandes magnitudes. De acuerdo al historial de incendios del período de tiempo evaluado, la pérdida de superficie boscosa por causa de fuego ha ido en aumento. ■

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Bióloga Karina Aguilar Vizcaíno, Directora de Conocimiento y Vida Silvestre, y al Biólogo Gerardo Cabrera Orozco, Coordinador de Conocimiento y Vida Silvestre de la Dirección Ejecutiva Bosque La Primavera por su ayuda y cooperación en campo, pero sobre todo por la proporción de los datos de incendios. También agradecemos a la Bióloga Karla Gutiérrez García por su apoyo en la construcción del SIG para la APFFLP. Al CONACYT por su apoyo con la beca postdoctoral del Dr. Ibarra-Montoya. Nuestro agradecimiento a los revisores anónimos por sus valiosas sugerencias para mejorar el presente trabajo.

REFERENCIAS

Andreae, M. O. (1991). Biomass burning: Its history, use and distribution and its impact on environmental quality and global climate. En: J. S. Levine (Ed.) *Biomass Burning: Atmospheric, Climatic and Biospheric Implications* (pp. 3-21). MIT Press Cambridge, Mass.

Castañeda-González, J. C., Gallegos-Rodríguez, A., Sánchez-Durán, M. y Domínguez-Calleros, P. A.

(2012). Biomasa aérea y posibles emisiones de CO₂ después de un incendio; caso del bosque "La Primavera", Jalisco, México. *Ra Ximhai*. 8(3): 1-15.

Castillo M., Pedernera, P. y Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Revista ambiente y desarrollo de CIPMA*. XIX. 3(4): 44-53.

CNN/México, Cadena de noticias por cable en México (2012). El incendio en La Primavera está "totalmente apagado",

afirma Calderón. [En línea]. Disponible en: <http://mexico.cnn.com/2012/04/26/el-incendio-en-la-primavera-esta-totalmente-apagado-afirma-calderon>. Fecha de consulta: 2 de mayo de 2012.

Comisión Nacional Forestal (2012). Informe anual de incendios SEMARNAT. FAO/UNESCO 1988. *Soil Map of the World, Revised Legend*. Roma (pp. 119). Report. 60.

FAO, Food and Agriculture Organization (2007). Fire

- Management- Global assesment 2006. FAO forestry paper No. 151. Rome, Italy.
- Flannigan, M. D., Stocks, B. J. y Wotton, B. M. (2000). Climate change and forest fires. *The Science of the Total Environment*. 262: 221-229
- García, E. (1987). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. México, D.F.: Offset Larios.
- Goldammer, J. (2007). History of equatorial vegetation fires and fire research in Southeast Asia before the 1997-1998 episode: a reconstruction of creeping environmental changes. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 12: 13-32.
- Hernández-Leal, P. A., Arbelo, M., and González-Calvo, A. (2006). Fire risk assessment using satellite data. *Advances in Space Research*. 37: 741-746.
- Herrera, L. (2007). *Impacto de la fragmentación del paisaje sobre la estructura comunitaria y el valor pastoril de pastizales de la región pampeana*. Tesis de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Ibarra-Montoya, J. L., Roman, R., Gutierrez, K., Gaxiola, J., Arias, V., and Bautista, M. (2011). Change in cover land use in the north of Jalisco, Mexico. An analysis of the future in a context of climate change. *An Interdisciplinary Journal of Applied Science*. 6(2): 77-94.
- El Informador (2013). Aprueban Organismo para cuidar el Bosque La Primavera. [En línea]. Disponible en: <http://www.informador.com.mx/jalisco/2013/486431/6/aprueban-organismo-para-cuidar-el-bosque-la-primavera.htm>. Fecha de consulta: 19 de julio de 2014.
- Jiménez, J. y Alanís, E. (2011). Análisis de la frecuencia de los incendios forestales en la Sierra Madre Oriental y Occidental del norte de México y sur de Estados Unidos de América. *Ciencia UANL*. 14(3): 255-263.
- Juárez-Orozco, S. (2008). *Forest Fire Risk Model for Michoacan, México*. Master in Sciences Degree Thesis. International Institute for Geo-information Science and Earth Observations. Enschede, The Netherlands. 84 Pp.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Topográfica, 1:250 000, serie II. (INEGI). Jalisco, México.
- Nájera, G. O., Bojorquez, J. L. y Vilchez, F. F. (2000). *Cobertura del terreno y uso del suelo de la reserva ecológica sierra de San Juan, Nayarit*. En: Cuarta Reunión de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Tepic, Nayarit, México. 180-181.
- Ochoa, S. and González, M. (2000). Land use and deforestation in the highlands of Chiapas, Mexico. *Applied Geography*. (20): 17-42.
- Pompa-García, M. y Sensibaugh, M. (2014). Ocurrencia de incendios forestales y su teleconexión con fenómenos ENSO. *CienciaUAT*. 27(2): 06-10.
- Pompa-García, M., Vázquez-Vázquez, L., Zapata-Molina, M. y Solís-Moreno, R. (2013). Modelo conceptual del potencial de incendios forestales en Durango: Avances preliminares. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 3(13): 95-102.
- Reyes, H. H., Aguilar, R. M., Aguirre, R. y Trejo, J. (2006). Cambio en la cobertura vegetal y uso de suelo en el área del proyecto Pujal-Coy, San Luis Potosí, México, 1973-2000. *Investigaciones Geográficas*. 59: 26-42.
- Rowell, A. and Moore, P. F. (2013). Global Review of Forest Fires. WWF. IUCN. [En línea]. Disponible en: <http://www.envedu.gr/Documents/Global%20Review%20of%20>
- [Global%20Fires.pdf](http://www.envedu.gr/Documents/Global%20Fires.pdf). Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2013.
- SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2000). *Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera*. México, D.F.: CONANP. 15-20 Pp.
- SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2006). *Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera*. México, D.F.: CONANP. 15-20 Pp.
- SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010). Espacio Digital Geográfico de SEMARNAT [En línea]. Disponible en: <http://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/#app=bdba&896c-selectedindex=0&42b1-selectedindex3&34fd-selectedindex=0&2e35-selectedindex0&77c4-selectedindex=0>. Fecha de consulta: 4 de enero de 2014.
- Trejo, I. and Dirzo, R. (2000). Deforestation in seasonally dry tropical forests: A national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation*. 94: 133-142.
- Velasco-Herrera, J. A., Flores-Garnica, J. G., Marquez-Azúa, B. y López, S. (2013). Áreas de respuesta homogénea para el muestreo de combustibles forestales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 4(15): 41-54.
- Villers R. L. y López, J. (2004). Comportamiento del fuego y evaluación del riesgo por incendios en las áreas forestales de México: un estudio en el volcán de La Malinche. En: R. L. Villers y J. López (Ed.) *Incendios forestales en México. Métodos de evaluación Universidad Nacional Autónoma de México* (pp. 61-78). Centro de Ciencias de la Atmósfera. México, D. F.