



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD**  
**MANEJO INTEGRAL DE ECOSISTEMAS**

**USO Y MANEJO DEL FUEGO POR COMUNIDADES RURALES EN BOSQUES DE  
CONÍFERAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA MARIPOSA MONARCA, MÉXICO**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTOR EN CIENCIAS**

**PRESENTA:  
HÉCTOR LEONARDO MARTÍNEZ TORRES**

**TUTOR PRINCIPAL: DR. DIEGO RAFAEL PÉREZ SALICRUP.**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD, UNAM.

**COMITÉ TUTOR: DRA. ALICIA CASTILLO ÁLVAREZ**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD, UNAM.  
**DRA. MARÍA ISABEL RAMÍREZ RAMÍREZ**  
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL, UNAM.

**MORELIA. MICHOACAN. SEPTIEMBRE, 2018.**

OFICIO CPCB/782/2018

Asunto: Oficio de Jurado para Examen de Grado.


Lic. Ivonne Ramirez Wence  
Directora General de Administración Escolar, UNAM  
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted, que el Subcomité de Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas del Posgrado en Ciencias Biológicas, en su sesión ordinaria del día 11 de junio de 2018, aprobó el siguiente jurado para la presentación del examen de grado de **DOCTOR EN CIENCIAS** al alumno **MARTÍNEZ TORRES HÉCTOR LEONARDO**, con número de cuenta **512027182**, con la tesis titulada, **"USO Y MANEJO DEL FUEGO POR COMUNIDADES RURALES EN BOSQUES DE CONÍFERAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA MARIPOSA MONARCA, MÉXICO"**, realizada bajo la dirección del **DR. DIEGO RAFAEL PÉREZ SALICRUP**:

Presidente: Dr. José Manuel Maass Moreno  
Vocal: Dra. Lucía Oralia Almeida Leñero  
Secretaria: Dra. Alicia Castillo Álvarez  
Suplente: Dra. Tuyen Heita Mwampamba  
Suplente: Dra. María Isabel Ramírez Ramírez

Sin otro particular, quedo de usted.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
Cd. Universitaria, Cd. Mx., a 07 de septiembre de 2018

  
**DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA**  
**COORDINADOR DEL PROGRAMA**



## **AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES**

Al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), por el apoyo administrativo y económico a través del PAEP para la asistencia a congresos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca de tiempo completo (Becario: 47416).

Al financiamiento del Proyecto SEP-CONACyT 210-154434 "Efecto de las perturbaciones naturales y humanas en bosques de coníferas de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca: Implicaciones para el manejo del fuego".

A la *International Association of Wildland Fire (IAWF)* por la *Scholarship PhD student 2013*.

A la *Association for Fire Ecology (AFE)* por la *Mike da Luz Memorial Student Scholarship 2017*.

Al proyecto CONAFOR-CONACyT 2014-251694 "Caracterización y clasificación de combustibles para generar y validar modelos de combustibles forestales para México".

Al mi tutor principal Dr. Diego Rafael Pérez Salicrup y al comité tutor Dra. Alicia Castillo Álvarez y Dra. María Isabel Ramírez Ramírez.

## **AGRADECIMIENTOS PERSONALES**

Al jurado de la tesis por sus correcciones y sugerencias Dr. Manuel Maass, Dra. Lucia Almeida, Dra. Tuyeni Mwampamba

Al personal académico y administrativo del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y sustentabilidad (IIES, antes CIEco) de la UNAM.

A las autoridades de la CONANP-RBMM (por el permiso de investigación RBMM.DIREC.00146.12), Municipios de la RBMM, CONAFOR, COFOM, PROBOSQUE, SEMARNAT, Consejo Forestal del Oriente de Michoacán, en especial a todos los brigadistas de combate de incendios y actores involucrados en el manejo del fuego.

A las Organizaciones de la Sociedad Civil Alternare A.C., Biocenosis A.C., Espacio Autónomo A.C. por su ayuda en el trabajo de campo y al Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. por la oportunidad de participar en el 39 Curso Internacional de Protección contra Incendios Forestales.

A mis compañeros del laboratorio de Ecología y Manejo de Recursos Forestales. En especial a la LCA Mariana Cantú Fernández por su ayuda en campo.

En especial a los habitantes, campesinos, ejidatarios, comuneros, avecindados de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca por su ayuda y colaboración.

## ÍNDICE

|   |             |
|---|-------------|
| <b>LISTA DE TABLAS.....</b>   | <b>IV</b>   |
| <b>LISTA DE FIGURAS.....</b>  | <b>V</b>    |
| <b>RESUMEN.....</b>   | <b>VI</b>   |
| <b>SUMMARY.....</b>   | <b>VIII</b> |
| <b>CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....</b>  | <b>10</b>   |
| <b>LITERATURA CITADA DE INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>23</b>   |
| <b>CAPÍTULO 2. FIRES AND FIRE MANAGEMENT IN THE MONARCH BUTTERFLY<br/>BIOSPHERE RESERVE. ....</b>   | <b>30</b>   |
| <b>CAPÍTULO 3. THE IMPORTANCE OF THE TRADITIONAL FIRE KNOWLEDGE<br/>SYSTEM IN A SUBTROPICAL MONTANE SOCIO-ECOSYSTEM IN A PROTECTED<br/>NATURAL AREA. ....</b> | <b>46</b>   |
| <b>CAPÍTULO 4. FIRE MANAGEMENT IN A NATURAL PROTECTED AREA: WHAT DO<br/>KEY LOCAL ACTORS SAY?.....</b>  | <b>58</b>   |
| <b>CAPÍTULO 5. EL PAPEL DEL CAMPESINADO ANTE LA REGULACIÓN DE LOS<br/>INCENDIOS FORESTALES EN MÉXICO: CONSECUENCIAS INESPERADAS.....</b>                      | <b>73</b>   |
| <b>CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN GENERAL.....</b>   | <b>93</b>   |
| <b>LITERATURA CITADA DE DISCUSIÓN .....</b>   | <b>103</b>  |

## Lista de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Number of sources for each category of information found in the literature, and number and resources of anecdotal information.....  | 34 |
| Tabla 2. 2012 MBBR forest fire locations, extents, and causes.....   | 35 |
| Tabla 3. Classification of prevention and firefighting brigades that work within the MBBR influence area.....  | 37 |
| Tabla 4. Fire uses in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico.....   | 51 |
| Tabla 5. Ecological considerations in the traditional use of fire in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico.....  | 53 |
| Tabla 6. Key Local Actors of fire management by affiliation sector, in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve MBBR. ....  | 64 |
| Tabla 7. Importance of Key Local Actors of Fire Management in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve by three parameters of their interactions network: Betweenness Centrality, Degree, and Eigenvector Centrality (Calculated using NodeXL Basic Excel Template 2014, Version 1.0.1.361). .... | 66 |
| Tabla 8. Categories and sub-categories of fire management in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico.....  | 68 |
| Tabla 9. Políticas implementadas por el gobierno federal de México, durante las décadas del siglo XX, que han impactado a los campesinos en su relación con los incendios forestales con los incendios forestales. ....  | 77 |

## Lista de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Marco conceptual del manejo integral del fuego integrado al manejo de socioecosistemas (MIF-SES).....  | 15 |
| Figura 2. Forest fires in 2012 within the MBBR in the States of Michoacán and México. .   | 36 |
| Figura 3. Studied locations in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve (MBBR), Mexico.<br>.....   | 49 |
| Figura 4. Extracting-piling-drying-burning process in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico: a) Extracting kikuyo grass ( <i>Pennisetum clandestinum</i> ) with hand tools, b) piling the grass for sun drying, and c) and d) pile burning within the agricultural parcel ... | 52 |
| Figura 5. Burning season in Monarch Butterfly Reserve, Mexico.....  | 52 |
| Figura 6. Location of the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico.....  | 61 |
| Figura 7. Diagram of the relationship and groups between key local actors of fire management in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico.....  | 67 |
| Figura 8. Diagram and relationships of the main fire management categories by their Key Local Actors, in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico. ....  | 69 |

## **Resumen**

El nuevo enfoque integral e integrado del manejo del fuego en siglo XXI implica entender el comportamiento del fuego, así como sus implicaciones ecológicas y sociales para disminuir sus impactos negativos y fomentar los positivos. En México, desde principios del siglo XX el manejo del fuego se han enfocado principalmente en el combate y la supresión de los incendios forestales. También se ha desalentando el uso tradicional del fuego que practican las comunidades rurales, el cual es señalado como una de las principales causas de los incendios. No obstante, son pocos los estudios que se han hecho sobre el uso y el papel del manejo fuego en los ecosistemas forestales de México, principalmente desde un enfoque de socio-ecosistemas. Esta tesis es uno de los primeros trabajos en México que aborda el uso y manejo del fuego considerando a los propios actores involucrados en el tema.

En el presente estudio se analiza el uso y manejo del fuego en México, tomando como caso de estudio el área natural protegida Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM). Dicha área natural protegida es una de las más emblemáticas de Norteamérica pues en sus bosques de coníferas se encuentran los sitios de hibernación de las mariposas monarca (*Danaus plexipus*). La mayor parte del territorio de la RBMM pertenece a ejidos y comunidades indígenas que llevan a cabo actividades productivas en donde se utiliza el fuego. Para abordar el tema se plantearon cuatro capítulos que se describen a continuación.

El Capítulo 1 corresponde a una introducción general de la tesis y plantea el marco conceptual del manejo del fuego en el cual se insertan el resto de los capítulos. El Capítulo 2 hace una caracterización inicial del estado del arte sobre el fuego y manejo del fuego en la RBMM. Se encontró muy poca información publicada sobre estos temas en la región, sin embargo se identificó un importante cúmulo de conocimiento tradicional y empírico entre los actores del manejo del fuego. Se hizo una primera caracterización de los incendios del 2012 y de las brigadas de incendios forestales que participan en su combate. Se identificaron a los diversos actores, instituciones y personas que participan en el manejo del fuego y las actividades principales en las que se enfoca dicho manejo. El combate de incendios, y en menor medida la prevención y restauración de los sitios quemados, son las actividades en las que se centra el manejo del fuego en la RBMM.

El capítulo 3, aborda el tema del uso del fuego por habitantes rurales en la RBMM. Se caracterizó a los usuarios del fuego, encontrando que la mayoría de ellos son



campesinos, propietarios de parcelas agrícolas que aprenden a usar el fuego empíricamente dentro de su unidad familiar. Se identificaron nueve tipos de uso del fuego. Al más utilizado se le nombró "extraer-apilar-secar-quemar", empleado en la agricultura para eliminar las malezas, principalmente el pasto invasor *Pennisetum clandestinum*. También se identificó que cuentan con un amplio conocimiento de aspectos biofísicos y reglas sociales que determinan los usos del fuego y aparentemente disminuyen el riesgo de incendios forestales. Con esta información se describe y respalda un sistema tradicional de conocimiento del fuego propio de la RBMM.

En el capítulo 4 explica el manejo del fuego en la RBMM desde la percepción de los propios actores locales clave que lo hacen posible. Se caracterizaron a los actores locales y sus relaciones que intervienen en algún aspecto del manejo del fuego. Se construye una red de interacciones de dichos actores para explicar la relevancia de estos y se identifican grupos desde los cuales se pueden implementar acciones más eficientes para el manejo del fuego. Se construyó un modelo conceptual del manejo del fuego para la RBMM integrado por 10 categorías y 60 sub-categorías que se refieren a conceptos que entienden los propios actores locales sobre este fenómeno.

El Capítulo 5 es una reflexión, a partir de lo encontrado en esta investigación y de la revisión bibliográfica, sobre el papel de los campesinos ante la regulación de los incendios forestales en México. Se explora como las políticas públicas de supresión y combate de incendios forestales, así como leyes agrarias y forestales en general, a lo largo de los últimos 100 años, han afectado la forma en que los campesinos perciben, utilizan y se enfrentan al fuego. Encontramos una falta de integración de los sectores forestal y agropecuario, un doble de papel del campesino como afectado y provocador de los incendios forestales, así como funciones no reconocidas del campesino como brigadista de incendios forestales y como guardián del conocimiento tradicional del fuego.

Los resultados de esta investigación permiten concluir que el uso y manejo del fuego en la RBMM son fenómenos complejos, dinámicos y adaptativos en los participan un importante número de actores locales. También se muestra que existe un importante conocimiento sobre el fuego en esta área natural protegida. Se propone conducir estudios similares en otros sitios de México, y valorar e integrar el conocimiento y los usos de los habitantes locales en la planeación del manejo del fuego en nuestro país.

## Summary

The new integral and integrated approach to fire management in the 21st century implies understanding fire behavior, its ecological and social implications, and how to reduce its negative impacts and encourage positive ones. In Mexico, since the beginning of the 20th century, fire management has focused mainly on the suppression and fighting of forest fires. The use of traditional fire by rural communities has also been discouraged, because it is identified as one of the main causes of forest fires. Nonetheless, very few studies have evaluated the use and the role of fire management in forest ecosystems of Mexico, particularly from a socio-ecosystem approach. This thesis represents one of the first contributions about the use and management of fire considering the actors involved in the subject.

In this study We analyze the use and management of fire in Mexico, through a case study in the Natural Protected Area (NPA) Monarch Butterfly Biosphere Reserve (MBBR). This NPA is very emblematic to North America, because its coniferous forests are the winter hibernation sites of the monarch butterflies (*Danaus plexipus*). Most of its territory belongs to ejidos and indigenous communities that carry out productive activities where fire is used. To address the research questions, this dissertation is divided into four main research chapters.

Chapter 1 corresponds to a general introduction of the thesis and raises the conceptual framework of fire management in which the rest of the chapters are inserted. Chapter 2 characterizes the current state of fire and fire management in the MMBR. Very little published information on these issues was found for the region, however an important cumulative of traditional and empirical knowledge among fire management actors was identified. A first characterization of the fires of 2012 and of the forest fire brigades involved in their combat is described. The different actors, institutions and people involved in fire management and the main activities in which this management is focused were identified. Current wildfire management in the MBBR is centered in wildfire fighting, and to a lesser extent, in prevention of future fires and restoration of burnt sites.

Chapter 3 addresses the use of fire by rural inhabitants in the RBMM. Fire users were characterized, finding that most of them are farmers, owners of agricultural plots who learn to use of fire empirically within their family units. Nine types of fire use were identified. The most frequent was named extract-stack-dry-burn, which is used in

agriculture to eliminate weeds, mainly the invasive grass *Pennisetum clandestinum*. I also identified an important knowledge of biophysical aspects and social rules that determine the uses of fire and apparently reduce the risk of forest fires. With this information, a traditional fire knowledge system of the RBMM is described and supported.

Chapter 4 addresses the understanding of the fire management concept from the perception of the key local actors in the RBMM. Were characterized local actors and their relationships that intervene in some aspect of fire management. A network of interactions of local actors is constructed, and groups of actors are identified from which more efficient and coordinated fire management could be implemented. A conceptual model for fire management was built for the RBMM integrated by 10 categories and 60 sub-categories that refer to concepts understood by local actors about this phenomenon.

Chapter 5 is a reflection, based on what was found in this research and the literature review, on the role of farmers in the regulation of forest fires in Mexico. It explores how public policies of suppression and fire fighting, as well as agrarian and forest laws in general over the past 100 years, have affected the way in which peasants perceive, use and face forest fires. It states that there is a lack of integration of the forestry and agricultural sectors, a double role of rural farmers as the main victims yet as the major sources of forest fires, as well as an unrecognized function of farmer as fire brigades and as a guardians of traditional fire knowledge.

The results from this research allow us to conclude that the use and management of fire in the MBBR are complex, dynamic, and an adaptive phenomenon involving a significant number of local actors. It also shows that there is an important body of knowledge about fire in this NPA. It is suggested that similar studies are conducted in other parts of Mexico, and to assess and integrate the knowledge and uses of the local inhabitants in the planning of fire management in our country.

## Capítulo 1. Introducción general

El fuego ha desempeñado un papel primordial en todas las sociedades y culturas del mundo, incluyendo su uso por homínidos anteriores al *Homo sapiens* L., como fuente de calor y cocción de alimentos, y posteriormente en actividades como la cacería, la agricultura y la ganadería entre otras (Pyne 1994; Goren-Inbar *et al.* 2004). Hoy en día, el fuego sigue siendo ampliamente utilizado en actividades campesinas alrededor del mundo, en donde México no es la excepción (Huffman 2013; Rodríguez-Trejo 2015). Sin embargo, este uso y dominio del fuego asociado a las actividades humanas ha alterado drásticamente el impacto del fuego en los ecosistemas a nivel global (Scott *et al.* 2014). Es tal la influencia y codependencia del fuego, los ecosistemas y el género *Homo*, que algunos autores hablan de la época del piroceno (del griego *pyro*, fuego y *kainos*, nuevo) como sinónimo del antropoceno (Scott *et al.* 2014; Judson 2017; Pyne 2017). En México por ejemplo, se ha documentado un extensivo uso del fuego en la agricultura itinerante de las selvas tropicales del área Maya desde épocas precolombinas hasta nuestros días (Gómez-Pompa y Kaus 1992; Rodríguez-Trejo 2015). Aunque no hay un censo del número de campesinos que utilizan actualmente el fuego en actividades productivas, las cifras oficiales indican que el uso del fuego en dichas actividades son la principal causa de incendios forestales, con alrededor del 40% (Manson *et al.* 2009; CONAFOR 2017). A pesar de su importancia e incipiente aumento en la investigación del tema en las últimas tres décadas, hay poca información publicada sobre cómo impacta y que implicaciones tiene el uso y manejo del fuego, términos que se explican a detalle más adelante, en los ecosistemas y las comunidades rurales de México (Jardel *et al.* 2010; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011). Es el caso de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM), en donde no se conoce el papel del fuego en sus ecosistemas y el manejo del fuego se ha enfocado principalmente en el combate de incendios forestales, mismos que son vistos como un problema para sus bosques y al uso del fuego agropecuario como la principal causa de dichos incendios (Rendón Salinas *et al.* 2007; Honey-Rosés 2009).

Los incendios forestales han sido señalados como una de las principales perturbaciones en ecosistemas terrestres, los cuales pueden causar modificaciones negativas de los componentes bióticos, así como pérdidas económicas y afectaciones a los humanos

(Manson *et al.* 2009; North *et al.* 2015). Dichos incendios se pueden definir como la propagación del fuego sin control en la vegetación forestal, y puede incluir la combustión de uno o más de sus estratos, como el arbóreo, arbustivo, herbáceo, material leñoso caído, y la materia orgánica en proceso de descomposición sobre o en el suelo (Rodríguez-Trejo 2015). En México cada año se experimentan un promedio cercano a 8000 incendios forestales que afectan cerca de 220 000 hectáreas (Manson *et al.* 2009; CONAFOR 2017). Si bien este número varía considerablemente año con año, como en 1998 en donde casi se duplicó el número de incendios y se cuadruplicó la superficie quemada, la tendencia es creciente en número, superficie e intensidad, así como en la cantidad de recursos humanos y financieros que se destinan al combate de incendios forestales (Manson *et al.* 2009; CONAFOR 2017). Dichas tendencias son similares en muchos países, en donde situaciones como el cambio de uso de suelo, conflictos sociales, sequías, malezas invasoras, plagas, huracanes y otras, predisponen escenarios para una mayor cantidad de igniciones y una mayor cantidad de combustibles forestales disponibles a incendios (Morton *et al.* 2008; Balch *et al.* 2013; Scott *et al.* 2014). Ante la dificultad de atender algunos incendios forestales, se han acuñado términos como el de "mega-incendios" que si bien no tiene una definición cuantitativa, es cada vez más usado para describir el número de incendios de gran impacto por su tamaño, intensidad, complejidad, resistencia a su control y daños (Williams *et al.* 2005; Zhang *et al.* 2015). De seguir las tendencias actuales los recursos económicos y humanos destinados al combate de incendios serán insuficientes y éstos serán más peligrosos para los combatientes y para la población en general (Lee *et al.* 2015; North *et al.* 2015). Además se debe considerar el cambio global como un factor fundamental por su potencial de alteración en la dinámica de los incendios forestales (D'Antonio y Vitousek 1992; Flannigan *et al.* 2000; Schulte y Miller 2010; Lee *et al.* 2015).

Sin embargo, no todos los incendios forestales tienen efectos negativos. Hay ecosistemas adaptados al fuego, con el cual han coexistido desde mucho antes de la aparición de los humanos (Agee 1993; Pausas y Keeley 2009). Es debido a la alteración de la dinámica de los incendios forestales y el cambio de percepción y conocimiento de este fenómeno que las sociedades actuales se han visto en la necesidad de manejar el fuego a través de programas y políticas públicas en todo el mundo (Pyne 1996; Mbow *et al.* 2000; Stephens y Ruth 2005; Rodríguez-Trejo 2015). La visión y la implementación de dicho

manejo del fuego a lo largo del tiempo ha sido dinámica, compleja y hoy en día la mayoría de los países tratan de transitar de una etapa de supresión total de incendios y uso del fuego a otra en donde se busca minimizar los efectos negativos pero también potencializar los efectos positivos del fuego (Hardesty *et al.* 2005). Dicha transición aún está en proceso, su éxito es incierto y requerirá una importante colaboración del sector gubernamental, el académico y la sociedad en general (Jardel 2010; North *et al.* 2015). Para ello es indispensable contar con la colaboración, información, conocimiento y percepción de los actores locales que hacen posible el uso y manejo del fuego, los cuales han sido sistemáticamente excluidos de la planeación y discusión de las políticas públicas que los afectan (Mathews 2003, 2005). El presente trabajo describe y analiza el uso y manejo del fuego por campesinos y otros actores clave, tomando como caso de estudio una de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) más emblemáticas de Norteamérica (Hoth *et al.* 1999), la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM), en los límites de Michoacán y el Estado de México.

### **Uso del fuego vs Manejo del fuego**

Los términos uso y manejo del fuego han sido utilizados como sinónimos para referirse, de forma muy general, a la manipulación del fuego por el ser humano con un propósito determinado, lo que ha generado confusión sobre su significado e implicaciones. En la literatura científica, principalmente desde mediados del siglo XX, encontramos dichos términos y algunas de sus variantes como "uso tradicional del fuego, manejo tradicional del fuego, manejo integral del fuego, gestión del fuego, prevención y combate de incendios", entre otros (Raish *et al.* 2005; Jardel 2010). Raish *et al.* (2005) hacen un recuento de la terminología utilizada y encuentran que el término "uso del fuego" es más común para referirse a las prácticas tradicionales y el conocimiento empírico que llevan a cabo pueblos indígenas, pequeños agricultores y otros usuarios del fuego. En cambio el término "manejo del fuego" está más asociado a las prácticas vinculadas al conocimiento técnico que llevan a cabo los gobiernos a través de políticas públicas y programas del sector forestal (Raish *et al.* 2005). Dicha diferencia ayuda a dar una idea general de lo que implica cada caso, sin embargo es necesario profundizar en ambos conceptos y especificar en qué sentido y con qué implicaciones se utilizaron en este trabajo.

El uso del fuego, como práctica sustentada en el conocimiento empírico, siempre está inmerso en un contexto ecológico y social local. Huffman (2013) propone referirse no sólo a los usos concretos del fuego sino a sistemas tradicionales de conocimiento del fuego (STCF) que integren la complejidad socioecosistémica de una región. La misma autora define los STCF como un "cuerpo de conocimientos empíricamente adquiridos, creencias y prácticas desarrolladas en el tiempo, las cuales determinan las actividades de quemados de habitantes locales en un paisaje determinado". En este trabajo se utiliza el término de "uso del fuego" considerando la definición de los STCF de Huffman (2013). Posiblemente el ejemplo más conocido de uso del fuego en México es el asociado a la agricultura itinerante en ecosistemas tropicales, en donde se cultiva por algunos años un terreno de bosque recién derribado y quemado, para después abandonarlo durante un tiempo en el que puede recuperar su cobertura forestal y la fertilidad del suelo y estar listo para un nuevo periodo de cultivos (Hernández-Xolocotzi 1959; Conklin 1961; Alcorn 1981; Levy y Aguirre 2000). Bien ejecutado, este tipo de uso del fuego aprovecha la dinámica funcional del ecosistema natural en donde se lleva a cabo, reconoce los mecanismos de resiliencia ecológica que permiten contener el impacto de la perturbación y así fomentar de forma eficiente la cobertura vegetal deseada y la fertilidad edáfica (Gómez-Pompa y Kaus 1992; Levy y Aguirre 2000). En México a este tipo de usos del fuego en la agricultura itinerante, se suelen agrupar bajo el llamado sistema "Roza-Tumba-Quema" (Levy y Aguirre 2000). Este término se ha generalizado para una amplia variedad de tipos de usos del fuego, asumiendo que son iguales y sin considerar que ocurren en contextos socioecosistémicos y con objetivos diferentes. A pesar de que la diversidad ecológica y cultural de México (Challenger 1998) supondría una importante variedad de STCF, son pocos los sistemas que se han estudiado y documentado en nuestro país (Fulé *et al.* 2011; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011; Huffman 2013).

En cuanto al término manejo del fuego, se ha definido como un proceso de intervenciones técnicas, institucionales y comunicativas que buscan la conservación, aprovechamiento y restauración de los ecosistemas forestales impactados por el fuego (Castillo 2003; Jardel 2010). La concepción más actual del manejo del fuego, considera los regímenes históricos de fuego y los usos tradicionales del fuego, así como la prevención y mitigación de los impactos ecológicos y sociales causados por los incendios (Jardel 2010).

El manejo del fuego en el siglo XXI busca ser integral, transdisciplinario y adaptativo (Williams *et al.* 2012; McCaffrey *et al.* 2013; Bosomworth *et al.* 2015), e incorporar una nueva perspectiva más holista y de sistemas que deje atrás la visión reduccionista de supresión del fuego que ha prevalecido desde finales del siglo XIX hasta el presente. Dicha perspectiva, formalizada en bajo el enfoque socioecosistémico, reconoce los aspectos jerárquicos y adaptativos de los procesos socio-ecológicos, reconociendo el carácter complejo de la realidad así como la necesidad de abordarla con una estrategia transdisciplinaria (Maass 2018). Para hacer énfasis en lo anterior, se acuñaron términos como "manejo integral del fuego", "manejo del fuego integrado al manejo de ecosistemas" (Myers 2006; Jardel 2010; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011), aunque cada vez es más común encontrarlo sólo como "manejo del fuego". Cabe señalar que en algunos países de habla hispana se utiliza preponderantemente el término "gestión del fuego" (Lloret 2003). Sin embargo en México dicho termino alude más a la serie de procedimientos vinculados con el proceso administrativos-gubernamental que forma parte del manejo del fuego (Jardel 2010). El manejo del fuego, tal como aquí se plantea corresponde a la integración de diferentes visiones, acercamientos, perspectivas y modelos desde los que se ha abordado el fuego en el socioecosistema. En las últimas décadas, algunos autores han articulado dichos conceptos e ideas alrededor del manejo del fuego, que reconocen tres principales perspectivas o modelos disciplinarios desde los que se han abordado: a) físico-química, b) biológico-ecológico y c) cultural-social (Myers 2006; Mbow *et al.* 2000; Huffman 2010; Jardel 2010; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011). Con base en ello se construyó un marco conceptual de manejo del fuego en el que se inserta y busca aportar nuevas ideas el presente trabajo.

### **Marco conceptual: Manejo del fuego integrado al manejo de socioecosistemas**

Las propuestas conceptuales del manejo del fuego, ya sea que se aborden desde una u otro perspectiva o modelo disciplinario, coinciden y hacen énfasis en la importancia de su mutua integración e interdependencia para lograr el manejo del fuego. La Figura 1 muestra las tres principales perspectivas o modelos disciplinarios que han aportado conceptos e ideas al manejo del fuego, así como algunos de los temas que han abordado. Cada uno de ellos ha influido en mayor o menor medida en la forma en la que vemos el manejo del fuego y ha predominado en diferentes momentos de la investigación en los



últimos 100 años en los que se pueden identificar al menos tres grandes enfoques del manejo del fuego (Figura 1). En este trabajo se utiliza el enfoque más reciente, que trata de integrar las tres principales perspectivas o modelos disciplinares desde los que se ha abordado el manejo del fuego y bajo una perspectiva de manejo de socioecosistemas. Siguiendo la idea de Jardel (2010), dicho enfoque se puede referir como manejo del fuego integrado al manejo de socioecosistemas y corresponde a la definición de lo que se utiliza en este trabajo como manejo del fuego.

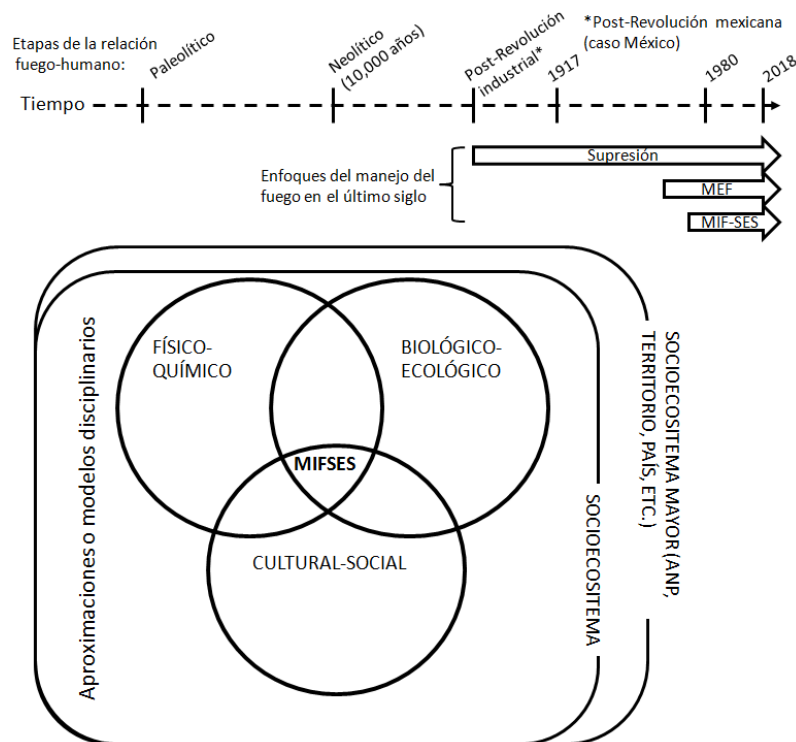


Figura 1. Marco conceptual del manejo integral del fuego integrado al manejo de socioecosistemas (MIF-SES).

Los tres enfoques que se presentan en la Figura 1, corresponden a acontecimientos y formas de ver el manejo del fuego en los últimos 100 a 150 años aproximadamente y estos a su vez corresponden al último de las tres grandes etapas históricas que según algunos trabajos han marcado la relación del humano-fuego (Bird *et al.* 2008; Pausas y Keeley 2009; Seijo y Gray 2012). La primer etapa corresponde a la época Paleolítica y Mesolítica, llamada "*fire-stick farming*", en donde el uso del fuego en la cacería, limpieza de terrenos, guerra entre tribus y otros, implican el primer impacto y modificación de los patrones de

vegetación, biodiversidad y comportamiento del fuego influido por el humano (Bird *et al.* 2008; Pausas y Keeley 2009). Con la revolución agrícola en el Neolítico viene la segunda etapa, en donde el humano intensifica el uso del fuego, modifica grandes extensiones del territorio y utiliza el fuego para convertir grandes áreas en asentamientos permanentes (Pausas y Keeley 2009). La tercer etapa inicia con los cambios que se atribuyen a la revolución industrial, en donde la quema de biomasa transforma de manera significativa la explotación de bosques, mucha de la población rural que utiliza fuego en actividades agropecuarias se muda a las ciudades y surge una preocupación de proteger paisajes forestales de disturbios como los incendios (Pausas y Keeley 2009; Seijo y Gray 2012).

La tercera etapa, que llega hasta nuestros días tienen sus inicios a finales del siglo XIX y principios del XX, cuando toma fuerza y predominio la idea de que los incendios forestales son totalmente perjudiciales para los bosques, principalmente para los incipientes parques nacionales o áreas naturales protegidas, y habría que suprimir su presencia en ellos (Stephens y Ruth 2005; Rodríguez-Trejo 2015). Inicia la época en la que el manejo del fuego era dominada por un enfoque de supresión de incendios y la principal política gubernamental fue combatir dichos incendios (Figura 1). Dicho enfoque predominó durante toda la primera mitad del siglo XX, además de políticas y programas enfocados en la supresión total de los incendios, se empleó la tecnología y una estructura militarizada, como aviones y combatientes paracaidistas, para el combate de los incendios (Pyne 1996). En México además de las políticas de supresión directa por el combate de incendios forestales, se intentó desalentar e incluso prohibir el uso del fuego en actividades agropecuarias de las comunidades de campesinas (Mathews 2003, 2005; Rodríguez-Trejo 2015). Mathew (2003) señala que dichas políticas formaron parte de una estrategia que buscó quitar el control de sus bosques a las comunidades rurales bajo el alegato de que dichas comunidades no podían enfrentar los incendio por si solas. Paradójicamente otras políticas como el Programa Nacional de Ganaderización y la Comisión Nacional de Desmontes impulsaron un uso desmedido del fuego como herramienta de cambio de uso del fuego (Merino-Pérez 2004). Una cuestión poco estudiada en México es precisamente como dichas políticas de supresión del fuego, sumadas a otras políticas que afectaron fuertemente el ámbito rural y forestal durante el siglo XX, como la reforma agraria, las concesiones y vedas forestales (Warman 2001; Merino-Pérez 2004; Torres-Rojo *et al.*

2016), han impactado y modificado la relación, usos, conocimientos y percepción de las comunidades rurales con el fuego. Para atender dicho enfoque de manejo del fuego predominaron los aportes hechos desde la perspectiva o modelo disciplinario físico-químico.

La perspectiva físico-química parte de la interpretación del fuego como una reacción química de oxidación que es posible por la combinación de tres condiciones, una atmosfera rica en oxígeno, un material combustible de biomasa y una fuente de calor (Judson 2017). Las dos primeras condiciones fueron posibles hasta la aparición de las primeras plantas hace aproximadamente 420 millones de años (Glasspool *et al.* 2004). Una vez iniciado el fuego su comportamiento está determinado por las propiedades físicas de los combustibles de biomasa que quema o combustibles forestales en caso de los incendios forestales, los elementos del tiempo atmosféricos como velocidad del viento, temperatura, humedad y otros y las condiciones topográficas como la pendiente (Brown 1971; Rothermel 1972; Scott *et al.* 2014). Bajo estos principios surgieron las primeras ecuaciones matemáticas que buscaban predecir la dispersión del fuego en los bosques y con ello plantear estrategias de control y combate de los incendios. Esta perspectiva considera el estudio de propiedades físicas como el tamaño de las partículas de biomasa que se quema, la composición química y humedad de las mismas, su distribución espacial y cantidad, la velocidad y dirección del viento, la temperatura y humedad atmosféricas, así como la pendiente y forma del terreno, entre otras. Cabe destacar que la mayoría de dichas propiedades físicas y su relación con el comportamiento del fuego, que ahora han sido estudiadas por la ciencia occidental, han sido consideradas de alguna u otra forma por las sociedades tradicionales, que desde el conocimiento empírico, conocen y utilizan el fuego (Huffman 2013). Por supuesto, la investigación desde la perspectiva físico-química sigue siendo relevante y aplicable al manejo del fuego actualmente, pero ya no se emplea como la única forma de abordar los incendios forestales. No obstante, aun predomina en las políticas públicas y esfuerzos de los gobiernos bajo el enfoque de supresión, a pesar de los avances en la investigación y de las nuevas aproximaciones que surgieron después de la segunda mitad del siglo XX.

Fue tan exitoso el modelo de supresión en algunos lugares, como los parques nacionales del Oeste de los Estados Unidos, que sus bosques acumularon una cantidad

inusual de combustibles forestales, que antes se consumían de manera gradual con los incendios forestales. Después de un tiempo acumulando combustibles, cuando ocurrían incendios, estos eran una intensidad y severidad mayores a lo visto previamente, lo que llevo a replantear si dicha política de supresión realmente cumplía su objetivo de conservar los bosques (Stephens y Ruth 2005). Para la segunda mitad del siglo XX la experiencia de los devastadores incendios derivados de la supresión y el mejor entendimiento del papel de los disturbios, como el fuego, en los procesos ecológicos, llevaron a otro enfoque, llamado en este trabajo manejo ecológico del fuego (Figura 2). En dicho enfoque el fuego es visto como un factor ecológico que forma parte de la dinámica de los ecosistemas (Jardel 2010).

La perspectiva biológico-ecológica parte de la premisa de que el fuego en los ecosistemas es un producto de la interacción de las plantas y biomasa con su entorno (Pyne 1994; Scott *et al.* 2014). La estrecha relación evolutiva entre las plantas y el fuego ha contribuido a dar forma a una amplia variedad de ecosistemas terrestres como los conocemos hoy en día (Bond y Keeley 2005; Pausas y Keeley 2009). Como perturbación, es decir como evento relativamente discreto en el tiempo que provoca un cambio en el estado y trayectoria dinámica de los ecosistemas, el fuego interactúa e influye en la composición, estructura, diversidad y funcionamiento de los ecosistemas en los que se presenta (White y Pickett 1985; Agee 1993; Kelly y Brotons 2017).

En el centro de la perspectiva biológico-ecológica se encuentra el concepto del régimen de fuego, que se refiere a la "amplitud en la variación natural o histórica en la frecuencia, estacionalidad, intensidad, severidad y tamaño de los incendios forestales y sus sinergias con otros agentes de perturbación" (Jardel 2010). Para cada tipo de ecosistema terrestre se puede considerar un tipo de régimen de fuego diferente que a su vez determina el impacto y adaptación que tienen al fuego en éstos ecosistemas (Agee 1993; Cochrane 2003). De manera muy general, atendiendo a la influencia del fuego, los ecosistemas han sido agrupados en dependientes o influidos por el fuego, sensibles al fuego e independientes del fuego (Hardesty *et al.* 2005). Conocer los regímenes e influencia y efectos del fuego en los ecosistemas, su alteración histórica y su viabilidad, es actualmente una de las prioridades y metas de las intervenciones técnicas del manejo del fuego (Agee 1993; Pyne 1996; Myers 2006; Jardel 2010; Scott *et al.* 2014). Aunque estos conceptos, como los de régimen de fuego o perturbación, han sido formulados a partir de la ciencia

occidental, desde la llamada ecología del fuego, se pueden encontrar similitudes con algunos conocimientos tradicionales de sociedades con diversas culturas que han manejado el fuego a nivel de paisaje desde hace miles de años (Bird *et al.* 2005; Huffman 2013).

La perspectiva o modelo disciplinario cultural-social, parte de la idea de que además de los factores físicos y biológicos, el manejo del fuego se debe entender en un contexto social y cultural determinado (Scott *et al.* 2014). Los primeros trabajos que abordaron esta perspectiva corresponden a los usos tradicionales del fuego en la agricultura itinerante y sus conocimientos asociados (Conklin 1961; Hernández-Xolocotzi 1959; Alcorn 1981). Pero su influencia en la planeación y políticas públicas del manejo del fuego no repercutieron sino hasta finales del siglo XX, impulsada sobre todo por las afectaciones económicas y a la salud que representaron algunos grandes incendios resultado de la supresión en sinergia con condiciones climáticas adversas a partir de la década de 1980 (Pausas y Keeley 2009; Scott *et al.* 2014; Rodríguez-Trejo 2015). La investigación bajo al perspectiva cultural-social ha sido creciente y se ha diversificado desde esa década (McCaffrey 2013; Bosomworth *et al.* 2015). Los temas que se han estudiado incluyen aspectos económicos (Rodríguez y Silva y González-Cabán 2010), de políticas públicas, legislación, gobernanza (Mbow *et al.* 2000), ecología política (González *et al.* 2012; Gutiérrez-Navarro *et al.* 2017), percepción del fuego por diferentes grupos sociales (Schulte y Miller 2010; Diaz *et al.* 2005), impactos a la salud (Rodríguez-Trejo 2006), interfaz urbano-forestal afectada por incendios y organización de las comunidades ante el riesgo y peligros de incendios (Brenkert-Smith 2010; McCaffrey 2015) y uso y conocimiento tradicional del fuego (Huffman 2013; Christianson 2015). Como mencionan McCaffrey *et al.* (2013) "Aunque el fuego en sí es un proceso biofísico, el manejo del fuego es esencialmente social".

El aumento y desarrollo del interés e investigación de esta perspectiva cultural-social, el empoderamiento de las comunidades forestales para manejar sus recursos y el enfoque socioecosistémico han impulsado un nuevo enfoque del manejo del fuego. En este nuevo enfoque integra las tres perspectivas y sus objetivos finales están dirigidos tanto a minimizar los efectos negativos como, al mismo tiempo, fomentar los efectos positivos del fuego. El enfoque del manejo del fuego integrado al manejo de socioecosistemas reconoce al humano y su sistema social como un elemento integral del medio biofísico al que pertenecen, así como la relación jerárquica de un socioecosistema específico con otros

(Berkes y Folke 1998; Maass 2018). Esto es particularmente relevante en un país como México en donde todavía existe una alta diversidad cultural, representada por más de 60 grupos étnicos, fuertemente relacionada con su entorno biofísico y una alta biodiversidad (Challenger 1998; Toledo y Barrera-Bassols 2008). Pero además en donde alrededor del 60% de los bosques y selvas pertenecen a ejidos y comunidades rurales bajo propiedad social (Merino-Pérez 2014).

### **Sitio de estudio y objetivos de esta investigación**

El sitio de estudio de esta investigación es el Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM), en cuyos bosques de coníferas hibernan las mariposas monarcas (*Danaus plexipus* L.) que migran desde Canadá y Estados Unidos a México cada año (Urquhart 1976; Slayback y Brower 2007). Se trata de una de las ANP más importantes por la vinculación ecológica, simbólica, cultural y económica que detona entre los tres países (Hoth *et al.* 1999). Pero también de una de las ANP más complejas por la cantidad de recursos económicos, restricciones e imposiciones ambientales, intereses políticos y afluencia de turistas que se han presentado en las últimas cuatro décadas (Barkin 2003; Merino y Hernández 2004; Brenner 2009). La RBMM se distribuye entre los estados de Michoacán y Estado de México, abarca parte de los municipios de Angangueo, Contepéc, Ocampo, Seguío y Zitácuaro en el primero y Donato Guerra, San José del Rincón, Temascalcingo y Villa de Allende del segundo (CONANP 2001; Ramírez *et al.* 2009). La mayor parte de su superficie pertenece a 57 ejidos y 13 comunidades indígenas Mazahuas y Otomíes bajo régimen de propiedad social (CONANP 2001). Un poco más de 17 000 personas habitan dentro de la RBMM, la mayoría en poblaciones con menos de 2500 habitantes, y cerca de medio millón habita en la zona de influencia de ANP (CONANP 2001; INEGI 2010).

Hay que considerar que aún no se cuenta con una caracterización de los regímenes históricos de incendios en los dos tipos dominantes de bosques de coníferas en la RBMM (Pérez-Salicrup *et al.* 2016), aunque la información para estos mismos tipos de vegetación en otros ecosistemas similares del país sugiere que pueden ser contrastantes. Por un lado, se ha reportado que los bosques de oyamel en el Parque Nacional El Chico, Hidalgo, experimentan incendios de alta severidad y baja frecuencia (Ángeles-Cervantes y López-Mata 2009), mientras que los bosques de pino en el sistema neo-volcánico presentan

incendios de baja severidad y alta frecuencia (Rodríguez-Trejo y Fulé 2003; Jardel *et al.* 2004). La información generada sobre los regímenes de fuego en la RBMM es escasa y reciente, principalmente a partir del proyecto de investigación "Efecto de perturbaciones naturales y humanas en bosques de coníferas de la RBMM: implicaciones para el manejo del fuego" SEP-CONACyT 2010-154434 del cual forma parte la presente tesis de investigación.

Al igual que en la RBMM, en la mayoría de las ANP ocurren incendios forestales, pero también habitan comunidades rurales que hacen uso del fuego para distintas actividades productivas (Maass *et al.* 2010; CONANP 2011). Es difícil estimar el número de personas o unidades familiares campesinas que utilizan el fuego dentro de la RBMM, también es difícil estimar cuáles y cuántos de esos usos del fuego generan incendios, pues los brigadistas de incendios que reportan esa información muchas veces no cuentan con el tiempo o experiencia para reportar la información precisa de los de incendios. La relevancia del manejo del fuego en esta ANP y otras del país ha sido creciente en los últimos años, principalmente debido al impacto de los incendios de la temporada de incendios de 1998 que quemó grandes extensiones en ANP principalmente en Oaxaca y Chiapas (Rodríguez-Trejo y Pyne 1999). La Comisión Nacional de Áreas Naturales (CONANP) de México ha establecido como una prioridad el manejo del fuego sus bosques mediante la estrategia y lineamientos de manejo del fuego en las ANP (CONANP 2011). Sin embargo, son pocas las ANP que han atendido dicha estrategia, como la RBMM para la que recientemente se ha generado un plan integral y participativo de manejo del fuego, que integra parte de la información generada en el presente trabajo (Pérez-Salicrup *et al.* 2017) aunque aún falta por implementarse. De acuerdo al Plan de Manejo de la RBMM las principales fuentes de dichos incendios son originados por quemas agropecuarias (el 43%), seguido de las disputas por conflictos de delimitación de ejidos y comunidades (28%) (CONANP 2001). Para la temporada 2012 Cantú (2013) reporta 45 incendios forestales que afectaron 176 hectáreas, la mayoría de los cuales son menores a 2.9 hectáreas, de baja intensidad y aparentemente no hay diferencias significativas entre el tipo de incendios en los bosques de Oyamen y de Pino. A pesar de que el número de hectáreas afectadas por incendios es un porcentaje pequeño de la RBMM, el temor a que un incendio grande e intenso afecte los bosques donde hibernan las monarcas es muy alto (Pérez-Salicrup *et al.* 2017). Desde el

establecimiento de esta Reserva en 1980, los incendios forestales han sido identificados como una de las principales amenazas a la integridad de sus bosques, junto con las plagas forestales, la tala ilegal clandestina y el cambio de uso del suelo (CONANP 2001; Rendón-Salinas *et al.* 2007; Honey-Rosés 2009).

Aunque el uso del fuego en actividades agropecuarias es reportado como la principal causa de los incendios forestales en México y en la RBMM, la mayoría de las veces es un dato incierto y con mucha especulación por parte de quienes toman dicha información en campo. Además no se toma en cuenta la opinión y conocimiento de los campesinos usuarios del fuego, supuestos generadores de incendios forestales para la planeación del manejo del fuego. Más aún, no se suele tomar en cuenta la opinión de los actores que actúan a nivel local, por ejemplo representantes gubernamentales de las instancias forestales federales, estatales y municipales, para implementar el manejo del fuego. Al desconocer los usos tradicionales del fuego, las razones para llevarlos a cabo y su dinámica es imposible generar políticas públicas que atiendan y beneficien a los campesinos (Monzón-Alvarado *et al.* 2014). Sin conocer y tomar en cuenta que perciben y como aplican el manejo del fuego los actores locales, más allá de lo que dictan las leyes federales como la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable o la NOM-015 SEMARNAT-SAGARPA 2007 que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuarios (DOF 2009), es difícil generar políticas públicas y programas que vayan encaminados a un manejo del fuego integrado al manejo de socio ecosistemas.

El objetivo general de la presente investigación fue describir y analizar el uso y manejo del fuego que actualmente se lleva a cabo en el Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, México. Para ello cual se buscó responder a cuatro preguntas generales de investigación, que corresponden a los siguientes cuatro capítulos de este trabajo. El capítulo 2 busca responder ¿Qué antecedentes hay sobre el uso y manejo del fuego en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca?, para ello se hizo una revisión y primer acercamiento al conocimiento que se tiene sobre el fuego y su manejo en la RBMM (Martínez-Torres *et al.* 2015). El capítulo 3 parte de la pregunta ¿Cómo es, quién lleva a cabo, con qué objetivos, el uso tradicional del fuego en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca?, para ello se caracterizo a los usuarios del fuego y el sistema



tradicional del conocimiento del fuego en la RBMM (Martínez-Torres *et al.* 2016). El capítulo 4 tiene como pregunta principal ¿Quiénes son, como perciben y cómo llevan a cabo el manejo del fuego los actores locales clave en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca?, pregunta que llevó a analizar la red de relaciones entre los actores locales clave y las ideas y conceptos sobre lo que es el manejo del fuego a nivel local (Martínez-Torres *et al.* 2018). El capítulo 5 reflexiona sobre la pregunta ¿Qué implicaciones ha tenido las políticas públicas relacionadas con el manejo del fuego en los campesinos de México? y se propone una serie de consecuencias que han tenido las leyes y políticas públicas relacionadas directamente e indirectamente con el manejo del fuego sobre los campesinos (Martínez-Torres y Pérez-Salicrup 2018).

Con la información generada a partir de este trabajo se dan elementos que fortalecen el marco conceptual del manejo del fuego integrado al manejo de socioecosistemas. Muestra y propone una aproximación desde el modelo disciplinario cultural-social, pero integrando y reconociendo elementos de los modelos físico-químico y biológico-ecológico, al manejo del fuego. Además genera información novedosa que puede ayudar a replantear los sistemas tradicionales de conocimiento de fuego en México y propone uno particular para la RBMM. Este trabajo ha contribuido con datos y elementos que se han retomado para generar el primer plan de manejo del fuego integral y participativo de la RBMM, que reconoce y toma en cuenta el conocimiento de los usuarios del fuego y a los actores locales clave (Pérez-Salicrup *et al.* 2017).

## Literatura citada de introducción

- Agee, J.K. 1993. Fire ecology of the Pacific Northwest forest. Island Press. Washington D.C. 493 pp.
- Alcorn, J.B. 1981. Huastec noncorp resource management: implications for prehistoric rain forest management. *Human Ecology* 9(4):395–417. DOI:10.1007/BF01418729
- Ángeles-Cervantes, E. y L. López-Mata. 2009. Supervivencia de una cohorte de plántulas de *Abies religiosa* bajo diferentes condiciones postincendio. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 84:25–33.
- Balch, J.K., B.A. Bradley, C.M. D'Antonio y J. Gómez-Dans. 2013. Introduced annual grass increases regional fire activity across the arid western USA (1980-2009). *Global Change Biology* 19:173-183. DOI: 10.1111/gcb.12046

- Barkin, D. 2003. Alleviating poverty through ecotourism: promises and reality in the Monarch Butterfly Reserve of Mexico. *Environment Development and Sustainability* 5: 371-382.
- Berkes, F. y C. Folke 1998. Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. En F. Berkes y C. Folke (eds). *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press. Cambridge, UK. pp 1-26.
- Bilbao, B.A., A.V. Leal y A.L. Mendez. 2010. Indigenous use of fire and forest loss in Canaima National Park, Venezuela. Assessment of and tools for alternative strategies of fire management in Pemón indigenous lands. *Human Ecology* 38:663-673. DOI: 10.1007/s10745-010-9344-0
- Bird, D.W., R.B. Bird y C.H. Parker. 2005. Aboriginal burning regimes and hunting strategies in Australia's Western Desert. *Human Ecology* 33(4):443-464. DOI: 10.1007/s10745-005-5155-0
- Bird, R.B., D.W. Bird, B.F. Coddling, C.H. Parker y J.H. Jones. 2008. The "fire stick farming" hypothesis: Australian aboriginal foraging strategies, biodiversity and anthropogenic mosaic. *Proceeding of the National Academy of Science* 105: 14796-14801.
- Bond, W.J. y J.E. Keeley. 2005. Fire as a global "herbivore": the ecology and evolution of flame ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* 20(7):387-394. DOI:10.1016/j.tree.2005.04.025
- Bosomworth, K., J. Handmer y R. Thornton. 2015. The role of social science in the governance and management of Wildland fire. *International Journal of Wildland Fire* 24: 151-152. DOI: 10.1071/WF15030
- Brenkert-Smith, H. 2010. Building bridges to fight fire: The role of informal social interactions in six Colorado wildland-urban interface communities. *International Journal of Wildland Fire* 19(6):689-97. DOI:10.1071=wf09063
- Brenner, L. 2009. Aceptación de políticas de conservación ambiental: el caso de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. *Economía, Sociedad y Territorio* 9(30):259-295.
- Brown, J.K. 1971. A Planar Intersect Method for Sampling Fuel Volume and Surface Area. *Forest Sci.* 17: 96-102.
- Butz, R.J. 2009. Traditional fire management: historical fire regimes and land use change in pastoral east Africa. *International Journal of Wildland Fire* 18: 442-450. DOI: 10.1071/WF07067
- Cantú M.X. 2013. Incendios del 2012 en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca: caracterización y respuesta institucional. Tesis para obtener el grado de Licenciatura en Ciencias Ambientales, Escuela Nacional de Estudios Superiores campus Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, México. 70 pp.
- Castillo, A. 2003. Comunicación para el manejo de ecosistemas. *Tópicos en Educación Ambiental* 3(9):58-71.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. CONABIO, IB-UNAM, Sierra Madre S.C. 847 pp.
- Christianson, A. 2015. Social science research on indigenous wildfire management in the 21st century and future research needs. *International Journal of Wildland Fire* 24:190-200. DOI: 10.1071/WF13048
- Cochrane, A.A. 2003. *Tropical fire ecology, climate change, land use and ecosystem dynamics*. Springer, Praxis Publishing. Chichester, UK. 645 pp.

- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2017. Reporte semanal de resultados de incendios forestales 2016. Del 01 de enero al 29 de diciembre de 2016. Comisión Nacional Forestal. 22 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2001. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. CONANP-SEMARNAT. México. 138 pp.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2011. Estrategia y lineamientos de manejo del fuego en Áreas Naturales Protegidas. CONANP. México. 36 pp.
- Conklin, H.C. 1961. The Study of Shifting cultivation. *Current Anthropology* 2(1):27-61.
- D'Antonio, C.M. y P.M. Vitousek. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review Ecology and Systematics* 23: 63-87. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.23.110192.000431>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2009. NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007 Especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuarios.
- Díaz, J.M., T. Steelman y B. Nowell. 2015. Local ecological knowledge and fire management: What does the public understand?. *Journal of Forestry* 113:1-8. DOI: 10.5849/jof.14-026
- Flannigan, M.D., B.J. Stocks y B.M. Wotton. 2000. Climate change and forest fires. *The Science of the Total Environment* 262:221-229.
- Fulé, P.Z., M. Ramos-Gómez, C. Cortés-Montaña y A.M. Miller. 2011. Fire regime in a mexican forest under indigenous resource management. *Ecological Applications* 21(3): 764-775.
- Glasspool, I.J., D. Edwards y L. Axe. 2004. Charcoal in the Silurian as evidence for the earliest wildfire. *Geology* 32(5):381-383, DOI: 10.1130/G20363.1
- Gómez-Pompa, A., and A. Kaus. 1992. Taming the wilderness myth. *BioScience* 42(4): 271-279.
- González H., M., I. Otero A. y G. Kallis. 2012. Más allá del humo, la ecología política de los incendios forestales a partir del caso de Horta de Sant Joan (Tarragona, Cataluña). *Documents d'Análisi Geogràfica* 59(1): 21-50.
- Goren-Inbar, N., N. Alperson, M.E. Kislev, O. Simchoni, Y. Melamed, A. Ben-Nun y E. Werker. 2004. Evidence of hominin control of fire at Gesher Benot Ya'aqov, Israel. *Science* 304(5671):725-727. DOI: 10.1126/science.1095443
- Gutiérrez-Navarro, A., L.E. García-Barrios, M. Parra V. y P. Rosset. 2017. De la supresión al manejo del fuego en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas: perspectivas campesinas. *Región y Sociedad* XXIX(70): 31-70.
- Hardesty, J., R. Myers y W. Fulks. 2005. Fire, Ecosystems and People: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. *The George Wright Forum* 22(4):78-87.
- Hernández-Xolocotzi, E. 1959. La agricultura en la península de Yucatán. En Beltrán (Ed.) *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. No. 3. México DF. Pp 3-57.
- Honey-Rosés, J. 2009. Illegal Logging in Common Property Forests. *Society & Natural Resources* 22:916-930. DOI: 10.1080/08941920903131120

- Hoth, J., L. Merino, K. Oberhauser, I. Pisanty, S. Prince y T. Wilkinson (Eds.). 1999. Reunión de América del Norte sobre la Mariposa Monarca, 1997. Comisión para la Cooperación Ambiental. 428 pp.
- Huffman, M. 2010. Community-based fire management at La Sepultura Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico. PhD Dissertation. Colorado State University. Department of forest, Rangeland and Watershed Stewardship. 301 pp.
- Huffman, M.R. 2013. The many elements of traditional fire knowledge: Synthesis, classification, and aids to cross-cultural problem solving in fire-dependent systems around the world. *Ecology and Society* 18(4): 3. DOI:10.5751/ES-05843-180403.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2010. Censo de población y vivienda 2010, principales resultados por localidad. INEGI-México.
- Jardel, E.J., F. Castillo-Navarro, R. Ramírez-Villeda, J.C. Chacón-Mathieu y O.E. Balcázar-Medina. 2004. Los incendios forestales en la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco y Colima. En: L. Villers y J. López (eds) Incendios forestales en México: Métodos de evaluación. Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM. México DF. P: 143-160.
- Jardel, E. 2010. Planificación del manejo del fuego. Universidad de Guadalajara, Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente A.C., Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C., Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza AC, México. 59 pp.
- Jardel, E., J.M. Frausto-Leyva, D.R. Pérez-Salicrup, E. Alvarado, J.E. Morfín-Ríos, R. Landa y P. Llamas-Casillas. 2010. Prioridades de Investigación en Manejo de Fuego en México. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México DF. 37 pp.
- Judson, O.P. 2017. The energy expansions of evolution. *Nature ecology & evolution* 1(0138):1-9. DOI: 10.1038/s41559-017-0138.
- Kelly, L.T. y L. Brotons 2017. Using fire to promote biodiversity. *Science* 355(6331):1264-1265. DOI: 10.1126/science.aam7672
- Lee, T.M., E.M. Markowitz, P.D. Howe, C. Ko, and A.A. Leiserowitz. 2015. Predictors of public climate change awareness and risk perception around the world. *nature climate change* 5:1014-1020. DOI:10.1038/nclimate2728
- Levy, S.I. y R. Aguirre. 2000. El aprovechamiento agrícola intensivo de los Hubchés (Acahuales o comunidades secundarias) de Yucatán. *Revista Geográfica* 128: 79-103.
- LGDFS (Ley General de Desarrollo forestal sustentable). 2018. Publicada en el Diario Oficial de la Federación 05 junio 2018.
- Lloret, F. 2003. Gestión del fuego y conservación en ecosistemas mediterráneos. *Ecosistemas* 12 (2). URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/032/opinion1.htm>
- Maass, M., E. Jardel, A. Martínez-Yrizar, L. Calderón, J. Herrera, A. Castillo, J. Euán-Ávila, y M. Equihua. 2010. Las áreas naturales protegidas y la investigación ecológica de largo plazo en México. *Ecosistemas* 19(2):69-83.
- Maass, M. 2018. Los sistemas socio-ecológicos desde el enfoque socioecosistémico (SES). En: Ávila-Foucat, V.S. y M. Perevchtchikova (Eds.) Los sistemas socio-ecológicos: marcos analíticos y estudios de caso en Oaxaca, México. pp 19-65.
- Manson, R.H., E.J. Jardel, M.J. Espinoza y C.A. Escalante. 2009. Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico. En: CONABIO (Comp.) Capital natural de México vol. I: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO. México DF. P: 131-184.

- Martínez-Torres, H.L., M. Cantú, M.I. Ramírez-Ramírez y D.R. Pérez-Salicrup. 2015. Fires and fire management in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve. En K. Oberhauser, K. Nail y S. Altizer (Eds). *Monarchs in a changing world: Biology and conservation of an iconic insect*. Cornell University Press. Ithaca, New York, USA. pp 179-189.
- Martínez-Torres, H.L., A. Castillo, M.I. Ramírez and D.R. Pérez-Salicrup. 2016. The importance of the traditional fire knowledge system in a subtropical montane socio-ecosystem in a protected natural area. *International Journal of Wildland Fire* 25:911-921. DOI: 10.1071/WF15181
- Martínez-Torres, D. R. Pérez-Salicrup, A. Castillo y M. I. Ramírez. 2018. Fire management in a Natural Protected Area: What do key local actors say?. *Human Ecology* 46: 515-528. <https://doi.org/10.1007/s10745-018-0013-z>
- Martínez-Torres, H.L. y D.R. Pérez-Salicrup. 2018. El papel del campesino ante la regulación de los incendios forestales en México: consecuencias inesperadas. *Perspectivas Rurales Nueva Época* 31.
- Mathews, A.S. 2003. Suppressing Fire and Memory: Environmental Degradation and Political Restoration in the Sierra Juárez of Oaxaca 1887–2001. *Environmental History* 8(1):77-108.
- Mathews, A.S. 2005. Power/knowledge, power/ignorance: forest fires and the State in Mexico. *Human Ecology* 33(6):795-820. DOI: 10.1007/s10745-005-8211-x
- Mbow, C., T.T. Nielsen y K. Rasmussen. 2000. Savanna fires in east-central Senegal: distribution patterns, resources management and perceptions. *Human Ecology* 28(4):561-583. DOI: 10.1023/A:1026487730947
- McCaffrey, S., E. Toman, M. Stidham y B. Shindler. 2013. Social science research related to wildfire management: an overview of recent findings and future research needs. *International Journal of Wildland Fire* 22:15-24. DOI: 10.1071/WF11115
- McCaffrey, S. 2015. Community wildfire preparedness: a global state-of-knowledge summary of social science research. *Curr Forestry Rep* 1:81-90. DOI: 10.1007/s40725-015-0015-7
- Merino-Pérez, L. 2004. Conservación o deterioro, el impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en las prácticas de uso de los recursos forestales. SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible AC. México DF. 331 pp.
- Merino, L., y M. Hernández. 2004. Destrucción de instituciones comunitarias y deterioro de los bosques en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Sociología* 66(2):261-309.
- Merino-Pérez, L. y A.E. Martínez. 2014. A vuelo de pájaro: las condiciones de las comunidades con bosques templados en México. Instituto de Investigaciones Sociales UNAM. 247 pp.
- Monzón-Alvarado, C., P. Waylen y E. Keys. 2014. Fire management and climate variability: Challenges in designing environmental regulations. *Land Use Policy* 39:12-21. DOI:10.1016/j.landusepol.2014.03.003
- Morton, D.C., R.S. Defries, J.T. Randerson, L. Giglio, W. Schroeder y G.R. Van Der Werf. 2008. Agricultural intensification increases deforestation fire activity in Amazonia. *Global Change Biology* 14: 2262-2275. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2008.01652.x
- Myers, R.L. 2006. Living with fire: sustaining ecosystems and livelihoods through integrated fire management. The Nature Conservancy. Arlington, VA, USA. 28 pp.

- North, M.P., S.L. Stephens, B.M. Collins, J.K. Agee, G. Aplet, J.F. Franklin y P.Z. Fulé. 2015. Reform forest fire management, agency incentives undermine policy effectiveness. *Science* 349(6254):1280-1281. DOI: 10.1126/science.aab2356
- Pérez-Salicrup, D., M. Cantú-Fernández, P.F. Jaramillo-López, T. Carlón-Allende, E. Sáenz-Ceja, E. Garduño-Mendoza y L. Martínez-Torres. 2016. Restauración de un proceso: el fuego en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca en los estados de México y Michoacán. En: E. Ceccon y C. Martínez-Garza (eds). *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. CRIM-UNAM, UAEM, CONABIO. Cuernavaca, Morelos. Pp: 215-234.
- Pérez-Salicrup, D. R, Martínez-Torres, L. Del Río, G., y Garduño-Mendoza, E. 2017. Plan Integral del Manejo del Fuego en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca: acción e investigación participativa y adaptable. FMCN, CONANP, ALTERNARE AC, IIES-UNAM. 71pp.
- Pyne, S.J. 1994. Maintaining focus: An introduction to anthropogenic fire. *Chemosphere* 29(5):889-911.
- Pyne, S. J. 1996. *World Fire: The Culture of Fire on Earth*. University of Washington Press. Seattle, WA. 408 p.
- Pyne, S.J. 2017. Big fire, or Introducing the Pyrocene. *Fire* 1:1-3. doi:10.3390/fire1010001
- Raish, C., A. González-Cabán y C.J. Condie. 2005. The importance of traditional fire use and management practices for contemporary land managers in the American Southwest. *Environmental Hazards* 6:115-122. DOI: 10.1016/j.hazards.2005.10.004
- Rendón-Salinas, E., G. Ramírez-Galindo, J. Pérez-Ojeda y C. Galindo-Leal (Eds). 2007. *Cuarto Foro Regional Mariposa Monarca Memorias*. WWF, México. 62 p.
- Rodríguez y Silva, F. y A. González-Cabán. 2010. "SINAMI": a tool for the economic evaluation of forest fire management programs in Mediterranean ecosystems. *International Journal of Wildland Fire* 19: 927-936.
- Rodríguez-Trejo, D.A. 2006. El perfil actual del combatiente oficial de incendios forestales en México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 12(1): 79-86.
- Rodríguez-Trejo, D.A. y P.Z. Fulé. 2003. Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal. *International Journal of Wildland Fire* 12:23-37. DOI: 10.1071/WF02040.
- Rodríguez-Trejo, D.A., P.A. Martínez-Hernández, H. Ortiz-Contla, M.R. Chavarría-Sánchez y F. Hernández-Santiago. 2011. The present status of fire ecology, traditional use of fire, and fire management in Mexico and Central America. *Fire Ecology* 7(1):40-56. DOI: 10.4996/fireecology.0701040
- Rodríguez-Trejo, D.A. 2015. *Incendios de vegetación: su ecología, manejo e historia*. Volumen 2. Biblioteca básica de agricultura. Printing Arts México S. de R.L. de C.V. Guadalajara, Jal., Mexico. Pp 893-1705.
- Rothermel, R.C. 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. USDA Forest Service, Research Paper INT-115. 41 pp.
- Schulte, S. y K.A. Miller. 2010. Wildfire risk and climate change: the influence on homeowner mitigation behavior in the wildland-Urban interface. *Society & Natural Resources* 23(5):417-435. DOI: 10.1080/08941920903431298
- Scott, A.C., D.M.J.S. Bowman, W.J. Bond, S.J. Pyne and M.E. Alexander. 2014. *Fire on Earth, An introduction*. Wiley Blackwell. Chichester, West Sussex, UK. 413 pp.

- Seijo, F. y R. Gray. 2012. Pre-industrial anthropogenic fire regimes in transition: the case of Spain and its implications for fire governance in Mediterranean type biomes. *Research in Human Ecology* 19(1): 58-69.
- Slayback, D.A. y L.P. Brower. 2007. Further aerial surveys confirm the extreme localization of overwintering monarch butterfly colonies in Mexico. *Am. Entomol* 53:146-149.
- Stephens, S.L. y L.W. Ruth. 2005. Federal forest-fire policy in the United States. *Ecological Applications* 15(2):532-542. DOI: 10.1890/04-0545
- Toledo, V.M. and N. Barrera-Bassols. 2008. La memoria biocultural, la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Icara editorial. Barcelona. 230 pp.
- Torres-Rojo, J.M., R. Moreno-Sánchez y M.A. Mendoza-Briseño. 2017. Sustainable forest management in Mexico. *Curr Forestry Rep* 2: 93-105. DOI: 10.1007/s40725-016-0033-0
- Urquhart, F.A. 1976. Found at last: The Monarch's winter home. *Nathional Geographic* 150: 160-173.
- Warman, A. 2001. El campo mexicano en el siglo XX. Fondo de Cultura Económica, Mexico, D.F. 262 pp.
- White, P.S. y S.T.A. Pickett. 1985. Natural disturbance and patch dynamics: An introduction. En: Pickett, S.T.A. y P.S. White *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press. Pp 3-13.
- Williams, J., L. Hamilton, R. Mann, M. Rounsaville, H. Leonard, O. Daniels y D. Bunnell. 2005. *The Mega-Fire Phenomenon: Toward a More Effective Management Model*. Washington, DC: Brookings Institution. 19 pp.
- Williams, D.R., P.J. Jakes, S. Burns, A.S. Cheng, K. Nelson, V. Sturtevant, R.F. Brummel, E. Staychock y S.G. Souter. 2012. Community wildfire protection planning: The importance of framing, scale, and building sustainable capacity. *Journal Forestry* 110(8):415-420. DOI: <https://doi.org/10.5849/jof.12-001>
- Zhang, R., J.J. Qu, Y. Liu, X. Hao, C. Huang y X. Zhan. 2015. Detection of burned areas from mega-fires using daily and historical MODIS surface reflectance. *International Journal of Remote Sensing* 36(4):1167-1187. DOI: 10.1080/01431161.2015.1007256

## **Capítulo 2. Fires and fire management in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve.**

(Capítulo de libro publicado).

Cita: Martínez-Torres, H. L., M. Cantú-Fernández, M. I. Ramírez y D. R. Pérez-Salicrup. 2015. Fires and fire management in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve. Chapter 15. En: Monarch in a changing world. Karen S. Oberhauser, Kelly R. Nail, Sonia Altizer (Eds). Cornell University Press, New York. pp 179-189.



# Fires and Fire Management in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve

Héctor Martínez-Torres, Mariana Cantú-Fernández, M. Isabel Ramírez,  
and Diego R. Pérez-Salicrup

Fire is a common disturbance that affects most terrestrial ecosystems and has become a high priority in forest management in Mexico. Current practices of fire management, based mainly on firefighting and fire suppression, have had negative effects on many forests worldwide. To avoid such effects, it is important to provide forest management alternatives based on both sound ecological research and social feasibility. In this chapter we document the forest fires that occurred during 2012 in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve (MBBR) and evaluate current knowledge of fire regimes in monarch overwintering forests. Based on information and interviews with the authorities responsible for fighting fires in the MBBR in the states of Michoacán and México, we present preliminary summaries of current uses of fire by local inhabitants of the reserve, and describe the current forest management strategy followed by authorities. We identify important gaps in our understanding of the role of fires in the reserve, and provide recommendations for new fire management strategies for local authorities, forest managers, and conservation organizations.

## INTRODUCTION

Since the discovery in the 1970s of the monarch migration phenomenon from the United States and Canada to the mountains of central Mexico (Urquhart 1976), forests of the overwintering sites have been the target of international conservation attention. Significant efforts have been made to preserve these forests by federal, state, and municipal authorities; environmental groups and other nongovernmental organizations (NGOs); researchers; local inhabitants; and other stakeholders. One of the most important events in the efforts to secure the integrity of these forests was the decree that established a Natural Protected Area (NPA) in 1980, after which two more decrees were issued, resulting in today's Monarch Butterfly Biosphere Reserve (MBBR). Today, the MBBR covers 56,259 ha, with 13,552 ha in three core zones where only conservation, environmental education, and research activities are allowed. The

remaining 47,707 ha are part of the two buffer zones where forest management, centered on timber and resin extraction, is permitted. Recently the MBBR was designated a World Heritage Site (DOF 1980, 1986, 2000, 2009; UNESCO 2013).

Conservation efforts in the MBBR are based on the premise that well-preserved forests are needed to maintain the monarch populations that overwinter year after year; therefore, the paucity of research on the effects of human and natural disturbances on these forests is surprising (Rendón-Salinas et al. 2007). Research on disturbances both natural and caused by humans, as well as their effects on forest structure and biological composition, is very important. It is necessary to generate concrete recommendations to guide forest management and conservation practices, and to ensure those recommendations are compatible with a forest structure and species composition that supports monarch colonies and, at the same time, meets forest users' demands.

One of the most important disturbances that occurs in coniferous forests worldwide is fire (Pyne 1996; Rowell and Moore 1999). Fires have influenced terrestrial ecosystems for millions of years, and for many ecosystems, fire is a fundamental process that triggers regeneration of the arboreal community (Agee 1993; Pausas and Keeley 2009). The effects of fires differ drastically across ecosystems, and ecosystems might differ substantially in their dependence on fire as an ecosystem process. Fires, like other disturbances, can be characterized for a given ecosystem in terms of their return intervals (frequency), the energy they liberate (intensity), their impact on vegetation (severity), their spatial extent (area affected), the season of the year in which they occur (timing), the spatial pattern they present (patchiness), and their synergies with other known natural or human disturbances. The ranges of values in which these variables naturally occur in a given ecosystem constitute the Natural Fire Regime (Agee 1993; Jardel 2010). Fire has also been used by humans for hundreds of thousands of years, an interaction that has created an extensive body of empirical knowledge among some cultural groups, who have used and manipulated fire in sophisticated ways for usages as diverse as agriculture, livestock production, and even forestry (Pyne 1996, 2010; Pausas and Keeley 2009).

It is important to remember that fire can cause social, economic, and ecological disasters. As a consequence of those negative effects, the general perception of fires was mostly negative during most of the twentieth century (Pyne 2010), and that perception can explain, at least in the United States, the development of fire policies focused on suppression (Egan 2009). Perhaps the most important outcome of these policies was the suppression of natural fire regimes, particularly in western coniferous forests, which had negative consequences for forest management that are still being felt. One potential negative consequence of fire suppression is the accumulation of forest fuels that can promote catastrophic fire events, with intensities and severities much higher than those to which species might be adapted. Another consequence is the modification of some ecosystem functions provided by naturally occurring fires, such as seed scarification and the opening of adequate clearings where tree seedlings can establish.

To avoid catastrophic fires and promote a fire management strategy that can be incorporated

into a strong forest management scheme, it is fundamental to understand the natural fire regimes in the dominant forest types within the MBBR. At the same time, it is important to understand the fire risks associated with activities conducted by inhabitants of the 63 legally established settlements within the reserve. These activities include income-generating activities such as forest management and extensive (as opposed to intensive) livestock production, and activities meant for the direct support of families, such as small-scale agriculture and the gathering of fruits, mushrooms, and firewood.

Here, we document and synthesize information on natural fire regimes and fire management in the dominant coniferous forests in the MBBR. We address four specific questions: (1) What do we know about fire regimes in coniferous forests in the MBBR? (2) What is the importance of fires as perceived by local authorities? (3) How do local people currently use fire? and (4) What is the institutional response to wildfires? Answers to these questions should help us identify research priorities that will improve our understanding of the role of fire in the reserve.

## METHODS

We conducted a literature review of natural fire regimes in the different coniferous forest types in the MBBR. Natural fire regimes can be described in relation to variables such as average return interval, severity, intensity, affected area, and synergies with other disturbances (Agee 1993). Few studies have been conducted of fire within the MBBR, so we used data generated for similar forests, particularly for those dominated by *Pinus* spp. (Minnich et al. 2000; Park 2003; Rodríguez-Trejo and Fulé 2003; Jardel et al. 2004) and by *Abies* spp. (Ángeles-Cervantes and López-Mata 2009).

We also searched for relevant information on fires in the reserve in scientific publications, technical reports, and government files. We searched the online Database on Fire Regimes and Fuels for Mexican Terrestrial Ecosystems ([www.zotero.org/fuego\\_mex](http://www.zotero.org/fuego_mex)), a compilation resulting from a systematic search conducted by the National Autonomous University of Mexico, University of Guadalajara, and University of Washington. We also searched Thompson Reuters Web of Science and Google Scholar using the key words

fire, *Pinus*, *Abies religiosa*, and Monarch Butterfly Biosphere Reserve. These last searches were conducted in August 2012. We requested information about fires that occurred in 2012 from the Natural Protected Areas National Commission (CONANP-MBBR; for a list of acronyms, see the glossary at the end of this chapter) and in the offices of the National Forestry Commission in the states of Michoacán and México (CONAFOR-Michoacán and CONAFOR-Estado de México). With these data, we were able to identify and visit 14 sites that burned in the MBBR in 2012, and we conducted a general evaluation of the size, intensity, severity, and source of ignition of these fires. Data on the size of fires were generated by walking around the fire boundaries, making a polygon with a GPS unit, and then estimating the area. Intensity was inferred from apparent flame length, as estimated from charred tree trunks and burnt vegetation. Fire intensity can be divided into surface fires (flames < 1 m), understory fires (flames 1–3 m), and crown fires (flames > 3 m) (Agee 1993; Sugihara et al. 2006). Severity was also estimated by visually evaluating vegetation mortality. Low severity implied that only herbaceous plants died, while tree mortality would indicate high severity. The source of ignition was informed by members of the firefighting brigades (see below). We also inquired about fires for previous years but found that information on fires was not systematically collected until 2012.

We conducted four semistructured interviews to understand the importance of fires in the perception of federal, state, and municipal authorities with an interest in the MBBR, and to identify the institutional response to fires. Our interviewees included the fire manager of the MBBR (Ing. Cesar Torres), the former head of the Michoacán State Forestry Commission's (COFOM) East Region IV (Ing. Estanislao Esquivel), the fire chief of the Forest Protection Agency of the State of México (PROBOSQUE; Ing. José Mendez), and the Fire Department chiefs of CONAFOR-Michoacán (Ing. Javier González) and CONAFOR-México (Ing. Martín Tapia). We also obtained information from open interviews with the person in charge of coordinating the fire department of CONAFOR-Michoacán East Region (Ing. Edilberto Sánchez), and the person in charge of the permanent firefighting brigade of CONANP-Michoacán in Zitácuaro (Mr. Ubaldo García). Finally, we attended the Sixth Gathering of the Restoration and Forest Protection East IV

Committee, in which the headmaster of COFOM's East Region IV (Ing. Efraín Sánchez) explained the activities they conduct in regard to forest fires.

## RESULTS

### Natural and managed fire regimes

We found no literature sources that directly evaluate any of the components of natural fire regimes in coniferous forests of the MBBR, but we found information on similar vegetation types in other sites in Mexico. We also found anecdotal information about the effects of fires on forest structure, the use of fire for income-generating and self-sustenance activities by inhabitants of the MBBR, and about the ignition of fires as an action to intimidate other local communities (Table 15.1).

Coniferous forests in the reserve can be divided into pine- and fir-dominated forests (Cornejo-Tenorio et al. 2003, Giménez-Azcárate et al. 2003). Pine forests are dominated by *Pinus pseudostrobus* and *P. hartwegii* (smooth bark Mexican and Hartweg's pines, respectively). Fir forests are dominated by *Abies religiosa* (oyamel fir), although other pines and *Cupressus lusitanica* (Mexican cypress) trees also occur in fir forests. From studies conducted at other sites in Mexico, we infer that these kinds of forests have contrasting natural fire regimes. Pine forests have fire regimes characterized by return intervals of 5–10 years, with fires of low severity (i.e., low mortality of the dominant canopy vegetation as a result of the fire event) and low intensity (i.e., superficial fires with insufficient energy to ignite trees, though some tree bases might show charred bark), which usually cover 1–10 ha (Jardel et al. 2009, 2010; Fulé and Covington 1998). Fires in fir forests, on the other hand, have longer return intervals (>40 years), with high severity (i.e., many canopy trees die after a fire, creating gaps for a regenerating tree cohort) and high intensity (i.e., energy liberated by the fire ignites trees, either from the base, which are passive crown fires, or from one tree crown to the next, active crown fires), covering areas greater than 10 ha (Ángeles-Cervantes and López-Mata 2009). This contrast between fire regimes for pine- versus fir-dominated coniferous forests suggests that these forests should have different fire management strategies. It is particularly important to avoid severe and intense wildfires that could destroy the *Abies* forests, where the wintering

**Table 15.1. Number of sources for each category of information found in the literature, and number and sources of anecdotal information**

| Information category                              | No. of references or interviewees | Reference source or interviewee's title   |
|---|-----------------------------------|---|
| Fire in vegetation types similar to those at MBBR | 9                                 | Ángeles-Cervantes and López-Mata 2009; Fulé and Covington 1998; Jardel et al. 2004, 2009; Minnich et al. 2000; Park 2003; Rodríguez-Trejo and Fulé 2003; Rodríguez-Trejo and Myers 2010; Rodríguez-Trejo et al. 2011  |
| Forest management in the MBBR                     | 18                                | Brenner 2009; Brower et al. 2002; Byers 2004; Hoth 1995; Honey-Rosés 2009b; Honey-Rosés et al. 2009, 2011; Ibarra 2011; Martín 2002; Merino 1997; Merino and Hernández 2004; Navarrete et al 2011; Ramírez et al 2003; Rendón-Salinas et al. 2007; Sáenz et al. 2005; Sigala and Campos 2001; Tucker 2004; WWF 2004   |
| Fire related laws and rules that apply to MBBR    | 6                                 | CONAFOR 2012; CONANP 2001, 2011; Jardel 2010; Jardel et al. 2009; NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007   |
| Anecdotal information                             | 8                                 | Fire manager of the MBBR (Ing. Cesar Torres); former head of Michoacán State Forest Commission's (COFOM) East Region IV (Ing. Estanislao Esquivel); chief of the Forest Protection Agency of the State of México (PROBOSQUE; Ing. José Mendez); Fire Department chief of CONAFOR-Michoacán (Ing. Javier González) and CONAFOR-State of México (Ing. Martín Tapia); Fire Department coordinator of CONAFOR-Michoacán East Region (Ing. Edilberto Sánchez); head of permanent firefighting brigade of CONANP-Michoacán in Zitácuaro (Mr. Ubaldo García); and headmaster of COFOM's East Region IV (Ing. Efraín Sánchez) |

sites are located; however, a suppression policy could be counterproductive in the long term.

We found no information on the use of fire and fire management within the MBBR; however, documents about the social, political, and economic conflicts associated with forest management in the reserve often report fire as an issue of importance, although in most references only anecdotally. These studies analyze the processes by which different localities make common decisions, and the way they have historically managed the ecosystems, including how public policies have restricted their access to forest resources since the MBBR was created (Merino and Hernández 2004).

#### 2012 fire season in the MBBR

According to the information provided by CONANP-MBBR and CONAFOR-Michoacán, 45 forest fires occurred inside the reserve during the 2012 season, from January to June. They covered a total area of 176.6 ha, or 0.31% of the total reserve area. Of these, 18 fires were in the state of México and affected 30.5 ha (40% of the fires and 17% of the burned area). In Michoacán, 27 forest fires affected

146.1 ha (60% of the fires and 83% of the burned area) (Table 15.2, Figure 15.1).

The 2012 fires affected areas in eight different municipalities. San José del Rincón had the highest fire incidence (11 fires), followed by Zitácuaro (10 fires) and Ocampo (9 fires). The smallest wild-fire covered 0.4 ha and the largest, 41.4 ha. Five fires occurred inside the core zone and 38 in the buffer zone, and two could not be appropriately located in either one of these zones (i.e., data from the brigades were not accurate enough).

In regard to fire severity, we could gather information only for Michoacán, where all fires had low severities, i.e., fire-associated tree mortality was none to low. Sixteen fires affected pine forests (total area=107.5 ha), and 11 affected fir forests (total area=38.6 ha). Ten different ignition causes were reported (Table 15.2). The most frequent ignition sources were agricultural activities (10 fires, 22%), followed by campfires (8 fires, 18%), and forestry activities (7 fires, 16%). The remaining fires were ignited by miscellaneous human activities such as garbage burning and tourist campfires. It is interesting to point out that only one fire was reportedly caused by a lightning bolt (Table 15.2).

**Table 15.2. 2012 MBBR forest fire locations, extents, and causes**

|    | State <sup>a</sup> | Municipality        | Property                        | MBBR Zone    | Ha    | Fire Causes <sup>b</sup> |
|----|--------------------|---------------------|---------------------------------|--------------|-------|--------------------------|
| 1  | Mex                | Temascalcingo       | Cerrito de Cárdenas             | Buffer       | 2.00  | ND                       |
| 2  | Mex                | San José del Rincón | Ejido El Depósito               | Buffer       | 0.50  | I                        |
| 3  | Mex                | San José del Rincón | El Depósito                     | Buffer       | 1.00  | II                       |
| 4  | Mex                | San José del Rincón | Ejido la Mesa                   | Core         | 5.00  | IX                       |
| 5  | Mex                | San José del Rincón | Ejido La Trampa                 | Buffer       | 1.00  | II                       |
| 6  | Mex                | San José del Rincón | Ejido La Trampa                 | Buffer       | 0.50  | II                       |
| 7  | Mex                | San José del Rincón | Ejido La Trampa                 | Buffer       | 1.50  | II                       |
| 8  | Mex                | San José del Rincón | Ejido San Joaquín la Milla      | Buffer       | 3.00  | II                       |
| 9  | Mex                | San José del Rincón | Ejido La Esperanza              | Buffer       | 0.50  | II                       |
| 10 | Mex                | San José del Rincón | Ejido Jerónimo Lamilla          | Buffer       | 3.00  | II                       |
| 11 | Mex                | San José del Rincón | Ejido El Depósito               | Buffer       | 1.00  | I                        |
| 12 | Mex                | San José del Rincón | Ejido San Juan Palo Seco        | Buffer       | 0.50  | I                        |
| 13 | Mex                | Villa de Allende    | Ejido El Aventurero             | Buffer       | 2.00  | VI                       |
| 14 | Mex                | Villa de Allende    | Ejido El Aventurero             | Buffer       | 1.00  | I                        |
| 15 | Mex                | Villa de Allende    | Ejido El Aventurero             | Buffer       | 1.00  | ND                       |
| 16 | Mex                | Villa de Allende    | Ejido San José Villa de Allende | Buffer       | 1.00  | ND                       |
| 17 | Mex                | Villa de Allende    | Ejido Cuesta del Carmen         | Buffer       | 2.00  | ND                       |
| 18 | Mex                | Donato Guerra       | Ejido El Capullín               | Buffer       | 4.00  | IV                       |
| 19 | Mich               | Ocampo              | Ejido Asoleadero                | Buffer       | 1.0   | X                        |
| 20 | Mich               | Zitácuaro           | C.I. Crecencio Morales          | Buffer       | 2.5   | III                      |
| 21 | Mich               | Angangueo           | Ejido El Rosario                | Buffer       | 2     | VI                       |
| 22 | Mich               | Angangueo           | Ejido El Rosario                | Buffer       | 3.5   | VI                       |
| 23 | Mich               | Ocampo              | Ejido Hervidero y Plancha       | Buffer       | 1.00  | V                        |
| 24 | Mich               | Zitácuaro           | C.I. Crecencio Morales          | Buffer       | 0.5   | III                      |
| 25 | Mich               | Ocampo              | Ejido Asoleadero                | Buffer       | 1.5   | X                        |
| 26 | Mich               | Zitácuaro           | C.I. Crecencio Morales          | Buffer       | 2.0   | VIII                     |
| 27 | Mich               | Zitácuaro           | C.I. Crecencio Morales          | Unidentified | 2.0   | VIII                     |
| 28 | Mich               | Ocampo              | Ejido Ocampo                    | Buffer       | 6.0   | V                        |
| 29 | Mich               | Angangueo           | Ejido Angangueo                 | Buffer       | 6.0   | V                        |
| 30 | Mich               | Zitácuaro           | C.I. Crecencio Morales          | Core         | 1.5   | VIII                     |
| 31 | Mich               | Zitácuaro           | C.I. San Juan Zitácuaro         | Buffer       | 3.0   | VIII                     |
| 32 | Mich               | Zitácuaro           | Ejido Crecencio Morales         | Core         | 6.0   | VI                       |
| 33 | Mich               | Senguio             | P.P. Rancho de Guadalupe        | Buffer       | 34.95 | V                        |
| 34 | Mich               | Ocampo              | Ejido El Rosario                | Buffer       | 0.96  | V                        |
| 35 | Mich               | Ocampo              | C.I. San Cristobal              | Buffer       | 41.42 | I                        |
| 36 | Mich               | Ocampo              | C.I. San Cristobal              | Unidentified | 0.41  | I                        |
| 37 | Mich               | Angangueo           | Ejido Rondanillas               | Buffer       | 3.0   | I                        |
| 38 | Mich               | Zitácuaro           | C.I. Crecencio Morales          | Buffer       | 1.25  | V                        |
| 39 | Mich               | Ocampo              | Ejido Asoleadero                | Buffer       | 3.0   | VII                      |
| 40 | Mich               | Ocampo              | Ejido El Rosario                | Buffer       | 2.00  | I                        |
| 41 | Mich               | Angangueo           | Ejido El Rosario                | Buffer       | 1.00  | V                        |
| 42 | Mich               | Zitácuaro           | C.I. Crecencio Morales          | Buffer       | 1.00  | I                        |
| 43 | Mich               | Zitácuaro           | Ejido Crecencio Morales         | Core         | 15.1  | VIII                     |
| 44 | Mich               | Angangueo           | Ejido Angangueo                 | Buffer       | 1.5   | I                        |
| 45 | Mich               | Angangueo           | Ejido El Rosario                | Core         | 2.00  | V                        |

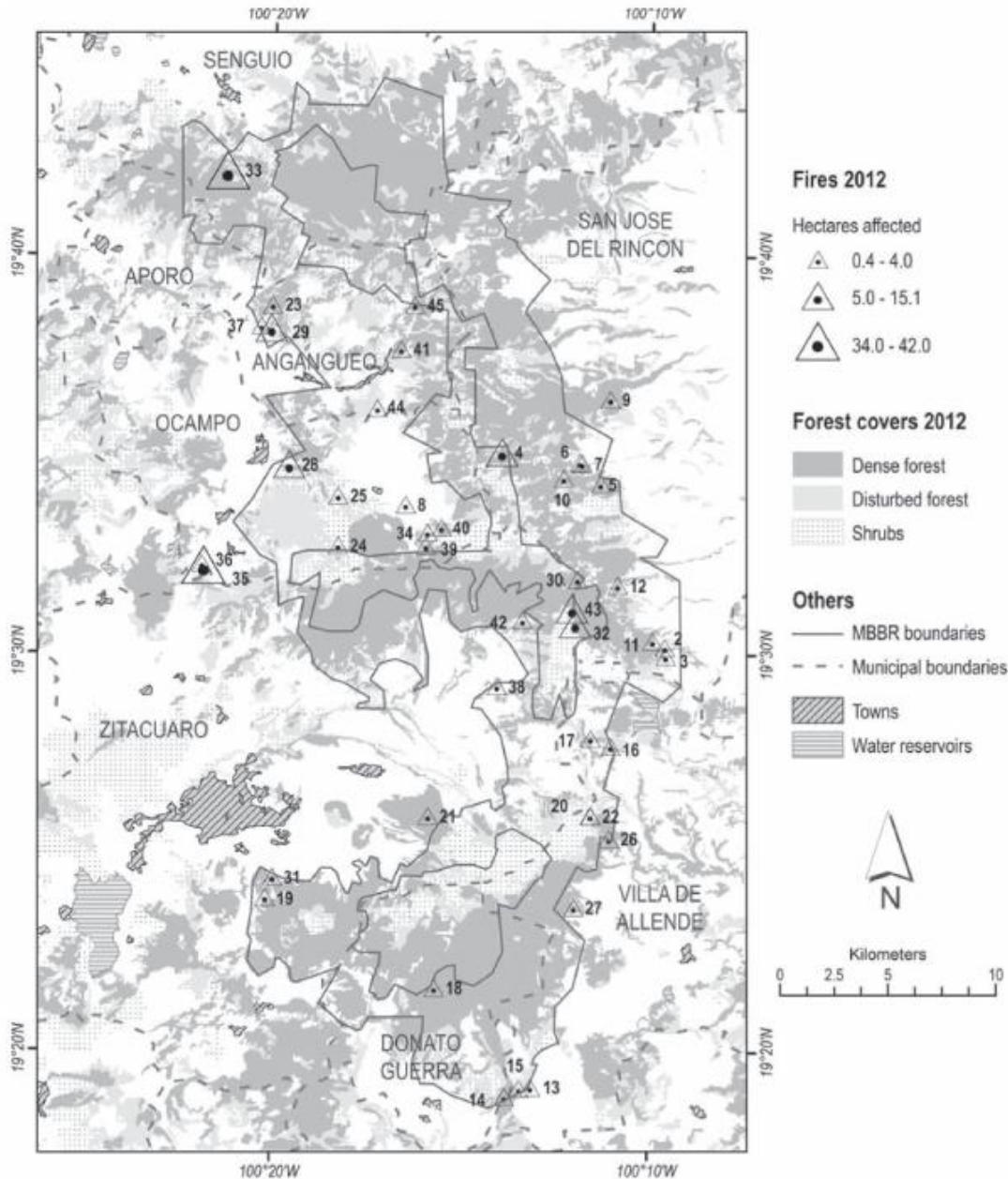
<sup>a</sup> Mex = México; Mich = Michoacán

<sup>b</sup> I = agricultural activities; II = forestry activities; III = poachers; IV = lightning; V = campfires; VI = tourist campfires; VII = smokers; VIII = intentional; IX = garbage burning; X = other productive activities; ND = not determined

#### Interviews with the authorities

According to information collected during interviews about fire management and forest fires, three different types of actions were imple-

mented by institutions: (1) fire prevention, (2) direct fire suppression through firefighting, and (3) monitoring and restoration of burned sites. Fire prevention is carried out in three main ways: (1) organization and communication between



**Figure 15.1.** Forest fires in 2012 within the MBBR in the states of Michoacán and México. One fire, which took place in Cerro Altamirano, in the northern part of the MBBR, is not shown as it would force a change in scale that would make the remaining 44 fires illegible. Some fires appear outside MBBR boundaries; however, the brigades report that they occurred within the reserve, so the locations might have been incorrectly determined from faulty GPS readings by the brigade.

different government sectors, (2) providing of information on the causes and consequences of forest fires to inhabitants and visitors, and (3) physical actions.

All interviewees agreed that there is good communication between federal and state institutions:

CONAFOR-Michoacán and CONANP-MBBR (federal); COFOM (state of Michoacán) and PROBOSQUE (state of México). They also reported adequate communication among municipal authorities within the reserve. We did notice, however, that in Michoacán, COFOM follows many initiatives

proposed by CONAFOR, but in the state of México PROBOSQUE takes the initiative. Institutional communication between COFOM and PROBOSQUE is usually mediated by CONAFOR and CONANP-MBBR.

Interviewees in Michoacán pointed out that the Michoacán East Forest Regional Council is a key institution in fire response and management in the East Region of Michoacán. COFOM's East Region IV coordinates this council. Within its structure, a Fire Committee coordinates the actions of different institutions to prevent and fight forest fires. This council is also in charge of evaluating firefighting operations once fires are put out, with the aim of identifying mechanisms to improve the efficiency of firefighting. Key institutions that participate in the council include CONANP-MBBR, environmental NGOs with local presence, members of the forest service sector, and representatives from the indigenous communities and *ejidos*. *Ejido* is a communal land

tenure type in Mexico, where each independent member might use a patch of land for personal benefit, but there are also common areas which are managed by the whole *ejido* community.

Much of the response to fires depends on brigades in charge of fighting and preventing fires. Each brigade is formed by a variable number of people, usually between 5 and 10. In the Michoacán portion of the reserve there are currently six kinds of fire brigades, all with different characteristics (Table 15.3). Every year the number of brigades changes, depending on local interest and the resources available to the *ejidos* and indigenous communities, municipalities, COFOM, CONAFOR, CONANP, NGOs, and private companies. CONAFOR-Michoacán and COFOM provide material support (tools and appropriate clothing) and training to the brigades, but this support must be formally requested, because cases have arisen in which the benefits granted by the institutions were used for other purposes.

**Table 15.3. Classification of prevention and firefighting brigades that work within the MBBR influence area**

| Brigade type                                       | Time of functioning in a year                   | Supporting institutions                                      | Support from CONAFOR, COFOM, or CONANP                                   | Support from other institutions  | Resources owned by the workers  | No. of brigades in 2012 |
|--|---|--|--|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Permanent  | 12 months                                       | CONAFOR-Michoacán and CONAFOR- State of Mexico               | Salary, training, tools, clothing, communication devices, transportation | None                             | None                            | 2                       |
| Temporary  | 2 or 3 months                                   | COFOM, COFOM-UMAF, COFOM-Tlalpujahua, CONANP-RBMM, PROBOSQUE | Salary, training, tools, clothing, communication devices, transportation | None                             | Not identified                  | 8                       |
| Independent and temporary                          | 2 or 3 months                                   | Municipalities, forest associations (i.e., APFOMAC)          | Training, tools  | Salary, clothing, transportation | Not identified                  | 10                      |
| From communities or <i>ejidos</i> with training    | Not identified                                  | Community or <i>ejido</i> from where the fire fighters come  | Training   | Money                            | Clothing, tools, transportation | Not identified          |
| From communities or <i>ejidos</i> without training | Not identified                                  | Community or <i>ejido</i> from where the fire fighters come  | None   | Not identified                   | Not identified                  | Not identified          |
| Volunteers   | Whenever a fire presents inside their community | Community or <i>ejido</i> from where the fire fighters come  | None   | None                             | Not identified                  | Not identified          |

### Outreach and education

Authorities of the MBBR follow a national strategy against wildfires. This campaign, run by CONAFOR, includes brochures and workshops to warn people about the dangers of forest fires and the need to report them. NGOs and state and municipal governments have also organized efforts to promote a culture of fire prevention.

Another fire prevention strategy is the Official Mexican Norm (NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007), which provides mechanisms by which agricultural and forest management fires should be conducted. Because most of the fires in 2012 started as the result of agricultural activities, this strategy is very important. The Department of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Food (SAGARPA) is primarily responsible for disseminating this policy through its technicians and developers. CONAFOR provides training and outreach materials, and COFOM also promotes NOM-015; however, all interviewees agreed that NOM-015 has not been functional or successfully applied in the MBBR region. They said that it would be unrealistic to monitor each individual agricultural burn conducted by each farmer in the reserve, and to expect inhabitants to change their practices overnight. Hence, they point out the need for a sustained program to promote agricultural burns that do not cause forest fires, and to inform residents about the benefits of complying with NOM-015.

Prevention efforts in natural forests consist of repairing firebreaks and reducing forest fuels. These activities are conducted by some of the brigades outside the fire season. It is noteworthy that within the MBBR buffer zone, prescribed fires to reduce fuels are allowed, but this strategy has not been used as a fire management tool. Fuel reduction in the reserve is done mostly by extraction of downed woody debris and standing dead or infected trees. In the case of the former, downed woody debris might then be used for domestic purposes, while the latter, depending on quality, might be sold as round wood.

### Firefighting

As a federal protected area, the MBBR receives priority in terms of firefighting. When a fire occurs within the reserve, human resources (brigades) and materials (vehicles, tools, communication equip-

ment, and even helicopters, if necessary) are immediately brought to the site, sometimes at the expense of other fires outside the MBBR.

The first stage of firefighting is detection. This happens through citizen calls (free of charge) to the emergency phone number that CONAFOR promotes at the federal level. The states of México and Michoacán also provide a free number to inform about fires. Detection can also take place from observation towers, seven in the state of Michoacán (which are run by COFOM) and one in the state of México, that function during the fire season (January to June). One person per tower works during the day, although no one stays in a tower at night. The opening of these towers depends on the availability of funds from Michoacán and México state governments.

The second stage is communication within and between the brigades and their movement to fire sites; however, only some brigades are able to move to different parts of the reserve (Table 15.3). Additionally, a lack of resources makes it impossible to maintain the communication systems 24 hours a day, even during the critical fire season.

The last stage of firefighting is the direct attack on the fire front. Brigades use various techniques to fight fires, depending on intensity, terrain, and atmospheric conditions. Combat can be performed directly, by extinguishing the fire, or indirectly, by making firebreaks (i.e., reducing forest fuels). The brigades' experience and knowledge of the local terrain is essential. Usually, several brigades coordinate to fight a single intense or large fire, regardless of where it started or why. For safety reasons, the brigades fight fires only during the day, with very few exceptions.

The brigades must remain at the burned site performing control activities until there is no chance that the fire will reignite. In addition, starting in 2012, the brigade chief must complete a report with details of the firefighting and the characteristics of the fire.

### Postfire: Restoration and monitoring

Each agency is responsible for collecting information from the fire brigades it supports and that fought the fire. Starting in 2012, CONAFOR established forms that must be completed with details characterizing the fire: location, site description,



photographs, information about how the fire was detected, time spent in mobilization and actual combat, general data about the affected site, the equipment used, the type of fire, environmental impacts, and economic losses.

None of the institutions formally monitor sites where the fires took place, so long-term fire effects cannot be evaluated from official data. Soil erosion prevention activities and reforestation are commonly carried out, usually by the owners of the burned sites. These owners usually apply for financial or material support from government agencies or to NGOs. Only in cases of a very severe fire do COFOM or CONANP-MBBR take the initiative; however, little or no monitoring is done of the short- or long-term success of these actions.

## DISCUSSION

### MBBR forest fire regimes

Although we found no published studies specifically addressing fire regimes in the MBBR, sparse and anecdotal information allowed us to begin to identify some characteristics of fire regimes in these forests. We think the most valuable information will be generated from the reports filed by brigades and, of course, from their empirical learning gained from fighting forest fires. Data are also available from various federal, state, and even municipal institutions covering several years; however, the heterogeneity of these data makes it difficult to assess their quality. Therefore, we used data only from the 2012 fire season, as data from previous years are not necessarily accurate or consistent with current data.

The basic information collected from the fires allows us to make some estimates of the fire regime in the MBBR forests, such as size, intensity, severity, and seasonality. Fires in 2012 covered, on average, 3.9 ha, a relatively small area; furthermore, most of them were of low to moderate intensity according to the descriptions of Agee (1993) and Sugihara et al. (2006), since most were superficial and the height of the flame in the line of fire was generally less than 2.4 meters. Severity can be evaluated from tree mortality. While this parameter is not recorded on the forms filled out by brigades after fires, and thus we cannot know the severity of all of the fires, the fire sites we managed to visit indicated low severities. Finally, in regard to seasonality, fires occur mainly during the

dry season, from March through July, with occasional fires starting in January and February.

It is impossible to distinguish a significant difference between fires in the pine forests and those in fir forests using only data from 2012. It is essential to provide adequate monitoring of fire behavior in these different ecosystems, given the differences in return interval, intensity, and severity between them (Ángeles-Cervantes and López-Mata 2009; Rodríguez-Trejo and Myers 2010.)

### Relevance of MBBR fires

To understand the relative importance of MBBR fires, we can compare reserve fires with fires from the entire country of Mexico and from the states of México and Michoacán, using data from CONAFOR (2012). In 2012, through the third week in September, the national average fire size was 48.59 ha, while the state averages for Michoacán and México were 15.65 ha and 2.6 ha, respectively; fires affected 0.17%, 0.23%, and 0.11% of Mexico, Michoacán, and the state of México, respectively (CONAFOR 2012; INEGI 2012). The average size of fires in the MBBR was 3.9 ha, and the affected area was 0.31% of the reserve; thus, the proportion of land affected in the MBBR is higher than that of the country or the states in which the reserve lies, but it is important to consider that virtually all types of vegetation in the reserve are prone to fires. Fires in the MBBR are smaller, on average, than those in the entire nation or within Michoacán, but not those in the state of México, suggesting that forest firefighting might be more efficient in the state of México.

In regard to social perception, forest fires are perceived as one of the most important problems within the MBBR (CONANP 2001; Rendón-Salinas et al. 2007). We do not know the perception of fires in this region historically, but we have information about the history and management of this forest land from 1930 to 2000, and about how social relationships and institutional organization have changed during this period. As a result of the Mexican Revolution, an intense land reform took place in Mexico after 1930. Large landholdings (e.g., haciendas) present in the region were subsequently subdivided and, together with the remaining federal lands, either granted to ejidos or reinstated to indigenous communities (*comunidades indígenas*). These ejidos and indigenous communities engaged in agricultural

and forest management activities; thus, when the MBBR was finally decreed, most of the land where it stands had already been granted to local inhabitants, who saw conservation policies developed for the newly created reserve as intrusions into their livelihoods (Merino 1997; Martín 2002; Merino and Hernández 2004; Ibarra 2011). This created tension, and fire became one method of expressing land ownership by local communities. As reported for other sites in Mexico, this use of fire might have aided in the perception that local inhabitants degrade forest resources with fire, and it might have decreased interest in learning traditional ways of managing fire (Mathews 2003).

Three activities may influence people's perception of forest fires today. First and second, Payments for Environmental Services (PES) and tourism (Romo 1999; Granet and Fonfrède 2005; Brenner 2006; Orozco et al. 2008; Honey-Rosés et al. 2009; Esquivel et al. 2011) are both likely to encourage fire suppression. The third one, and perhaps the most common theme among the literature we reviewed, is illegal logging and deforestation in the MBBR, recognized by government entities (CONANP 2001; Sáenz et al. 2005), NGOs (WWF 2004; Rendón-Salinas et al. 2007), academia (Brower et al. 2002; Ramírez et al. 2003; Honey-Rosés et al. 2011; Navarrete et al. 2011), and local people (Honey-Rosés 2009b). According to our interviewees, forest fires might be intentionally started to justify land use change or to remove evidence of illegal logging. Hence the relevance of fires should not be seen as a phenomenon outside the socioeconomic and historical context of the region.

#### Local fire management and institutional response

In this work, intended as a first evaluation of fire management, we address published information and the visions of the academic sector and the government institutions in charge of firefighting; however, in the context of the MBBR, local inhabitants and their role should clearly be incorporated into all phases of a fire management plan, including an understanding of how fire is managed by local people, and how that knowledge can be incorporated into such a management plan (Jardel 2010; Rodríguez-Trejo et al. 2011). This research should consider the implications of establishing the reserve on land previously given to local farmers by the Mexican government, and the development of new local organizations interested in

promoting sustainable forest management (SEMARNAP 1998; Sigala and Campos 2001; Byers 2004; Tucker 2004; Venegas 2010).

We identified three fire management strategies of government institutions: prevention, which involves organization and communication between institutions; firefighting; and restoration and monitoring of the burned sites. We note that most strategies reflect a vision and policy of fire suppression, but information is so scarce that we cannot evaluate whether this policy might eventually lead to counterproductive long-term effects, as have been reported for some forests in the United States (Mathews 2003; Jardel 2010; Pyne 2010; Rodríguez-Trejo et al. 2011). It is therefore essential to understand the natural fire regimes of coniferous forests in the MBBR, and to evaluate whether current firefighting policies suppress them.

In terms of prevention, firefighting brigades are the center of organization and action. Their tasks consist primarily of establishing firebreaks and other prevention activities, but except for CONAFOR permanent brigades, all brigades are active only during the fire season, and thus do not participate in many prevention activities. The lack of funds makes it difficult for them to stay active throughout the year, although some municipal governments use their own workers as part of the brigades, thus making the brigade available for the whole year. Volunteer brigades of communities and ejidos engage in the care of their forests constantly, but it is essential to provide economic and technical resources to communities to promote efficiency in prevention efforts.

Information outreach and educational programs are clearly biased in favor of fire prevention. Local inhabitants perceive that, because they are settled within a Natural Protected Area, the MBBR authorities have more institutional mechanisms to fine or punish those who damage the environment. We also think dissemination and implementation of NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, setting norms for the use of fire in agriculture and forestry activities, have been poor. Under this scenario, MBBR authorities could develop an outreach and education campaign to inform inhabitants about natural fire regimes and adequate management of fires to promote long-term forest maintenance. Some governmental and nongovernmental institutions in the MBBR are already making efforts to learn

about fire management from the experience of other protected areas. For example, in the Manantlán (state of Jalisco) and La Sepultura (state of Chiapas) Biosphere Reserves, fire management programs incorporating local expertise have been implemented for more than 10 years. It is also noteworthy that National Forestry authorities have recently changed their approach to fire management, moving toward a management scenario, and away from compulsory suppression (Rodríguez-Trejo et al. 2011).

We know very little about the traditional use of fire in the MBBR, but from the information available about the causes of fires in 2012, the people interviewed, and the MBBR management plan (CONANP 2001), it seems that the use of fire by local inhabitants is varied and not always intended to improve forest structure. Agricultural activities are the main cause of fires, so it is necessary to work more closely with the agricultural sector, since to this date, dissemination of NOM-015 is poor. Above all, NOM-015 should be presented and explained in the context of forest types and land uses in the MBBR. Intentionally caused fires, either as a product of conflict between rural settlements or to promote land use change, require special consideration. Other causes of fires, such as their use as an expression of protest (Hoth 1995) or for firewood (Merino 1997; Brenner 2009) should also be considered. For example, gathering firewood could be synergetic with fuel management, which is a viable mechanism of controlling fire danger and fire hazard. Finally, authorities of the MBBR should apply the new recommendations on fire management outlined by CONANP (2011), and include them in the new Reserve management plan.

## GLOSSARY OF ACRONYMS

**COFOM (Michoacán Forestry Commission):** The institution that regulates activities concerning the ecosystems of Michoacán, dependent on state power.

**CONAFOR (National Forestry Commission):** The Mexican institution that generates plans and programs to de-

velop and strengthen forest activities, dependent on executive power.

**CONANP (National Commission of Natural Protected Areas):** The Mexican institution in charge of guarding federal natural protected areas, dependent on executive power.

**DOF (Diario Oficial de la Federación):** The official letter of the Mexican Government. Any new law is official only after it is published in DOF.

**INEGI (National Institute of Statistics and Geography):** The Mexican institution in charge of generating information related to economics, population, and geography.

**MBBR (Monarch Butterfly Biosphere Reserve):** Natural Protected Area between Michoacán and México, created to protect the monarch butterfly migration phenomenon.

**NOM (Official Norm of Mexico):** Obligatory regulations that establish procedures and specifications for conducting actions. Official Norms must always derive from particular legislation.

**PROBOSQUE:** The institution that regulates activities concerning forest management in the state of México, dependent of the state's Ministry of the Environment.

**SAGARPA (Ministry of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Food):** The Mexican institution that makes policies for primary activities concerned with food production, dependent on executive power.

## ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank our interviewees as well as Alternare A.C., Espacio Autónomo A.C., and Biocenosis A.C. We also thank Karen Oberhauser, Lincoln Brower, Patrick Guerra, and an anonymous reviewer for their helpful comments and corrections. This research was made possible by funds from CONACYT project 154434. HLMT and MCF received funds from Monarch Butterfly Fund to attend a meeting where portions of this work were presented. HLMT acknowledges support from Posgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

## References

- Agee, J. K. 1993. Fire Ecology of the Pacific Northwest Forests. Island Press. 493 p.
- Ángeles-Cervantes, E., and L. López-Mata. 2009. Supervivencia de una cohorte de plántulas de *Abies religiosa* bajo diferentes condiciones post-incendio. Boletín de la Sociedad Botánica de México 84: 25-33.
- Brenner, L. 2006. Áreas naturales protegidas y ecoturismo: el caso de la reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, México. Relaciones 27(105): 236-265.
- Brenner, L. 2009. Aceptación de políticas de conservación ambiental: el caso de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Economía, Sociedad y Territorio 9(30): 259-295.
- Brower, L. P., G. Castilleja, A. Peralta, J. López-García, L. Bojorquez-Tapia, S. Díaz, D. Melgarejo, and M. Missrie. 2002. Quantitative changes in forest quality in a principal overwintering area of the monarch butterfly in Mexico, 1971–1999. Conservation Biology 16(2): 346–359.
- Byers, B. 2004. La Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca y el papel del comportamiento de la gente en su conservación. Resumen provisional preparado para WWF-México, Programa Mariposa Monarca.
- CONANP. 2001. Programa de manejo Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. México, D.F. CONANP-SEMARNAT. 138 p.
- CONANP. 2011. Estrategia y lineamientos de manejo del fuego en Áreas Naturales Protegidas. CONANP. México, D.F. 36 p.
- CONAFOR. 2012. Reporte semanal de resultados de incendios forestales 2012. Datos acumulados del 01 de enero al 27 de septiembre. <http://www.conafor.gob.mx/portal/>. Accessed February 2013.
- Cornejo-Tenorio, M.G., A. Casas, B. Farfán, J.L. Villaseñor, and G. Ibarra-Manríquez. 2003. Flora y Vegetación de las zonas núcleo de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 73: 43-62.
- DOF. 1980. Decreto que declara zonas de reserva y refugio silvestre, los lugares donde la mariposa inverna y se reproduce.
- DOF. 1986. Decreto que declara Áreas Naturales Protegidas para fines de migración, invernación y reproducción de la Mariposa Monarca.
- DOF. 2000. Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Mariposa Monarca.
- DOF. 2009. Decreto que modifica el artículo primero del diverso que se declaró como Área Natural Protegida, con la Categoría de a Reserva de la Biosfera, la región denominada Mariposa Monarca.
- Egan, T. 2009. The big burn, Teddy Roosevelt and the fire that saved America. Houghton Mifflin Harcourt. 324 p.
- Esquivel, S., G. Cruz J., L. Zizumbo V., C. Cadena I. and, R. del C. Serrano B. 2011. Turismo rural, política ambiental y redes de política pública en la Reserva de la

- Biosfera Mariposa Monarca. Rosa dos ventos Revista do Programa do Pós-Graduação em Turismo 3(2): 290-300.
- Fulé, P., and W.W. Covington. 1998. Spatial patterns of Mexican pine-oak forest under different recent fire regimes. *Plant Ecology* 134(2):197-209.
- Giménez-Azcárate, J., M.I. Ramírez, and M. Pinto. 2003. Las comunidades vegetales de la Sierra de Angangueo (Estados de Michoacán y México, México): clasificación, composición y distribución. *Lazaroa* 24: 87-111.
- Granet, A., and H. Fonfrède. 2005. Desarrollo turístico en la región de la Mariposa Monarca: Situación actual y propuestas. SEMARNAT. 71 p.
- Honey-Rosés, J. 2009. Illegal Logging in Common Property Forests. *Society & Natural Resources* (22): 916-930.
- Honey-Rosés, J., J. López-García, E. Rendón-Salinas, A. Peralta-Higuera, and, C. Galindo-Leal. 2009. To pay or not to pay? Monitoring performance and enforcing conditionality when paying for forest conservation in Mexico. *Environmental Conservation* 36(2): 120-128.
- Honey-Rosés, J., K. Baylis, and M.I. Ramírez. 2011. A spatially explicit estimate of avoided forest loss. *Conservation biology* 25(5): 1032-1043.
- Hoth, J. 1995. Mariposa Monarca, mitos y otras realidades aladas. *Ciencias* (37): 19-28.
- Ibarra G., M.V. 2011. Conformación del espacio social de los bosques del ejido del Rosario, Michoacán, 1938-2010. *Boletín del Instituto de Geografía UNAM* (75): 75-87.
- INEGI. 2012. Datos del territorio de Michoacán y Estado de México. In <http://cuentame.inegi.org.mx/>
- Jardel P., E.J., F. Castillo, R. Ramírez, J.C. Chacón, and O.E. Balcázar. 2004. Los incendios forestales en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco y Colima. In: Villers R., M.L., and J. López Blanco (Eds). *Incendios forestales en México*. UNAM, México D.F. pp. 147-164.
- Jardel P., E.J., E. Alvarado C., J.E. Morfín R., F. Castillo N., and J.G. Flores G. 2009. Regímenes de fuego en ecosistemas forestales de México. In: J.G. Flores G. (coord.). *Impacto ambiental de incendios forestales*. Mundi Pesa México. México, D.F. pp. 73-100.
- Jardel P., E.J. 2010. Planificación del manejo del fuego. Universidad de Guadalajara, Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente A.C., Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C., Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C. 59 p.
- Martin, A.J. 2002. El Manejo Forestal Contrastante en Dos Núcleos Agrarios de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. *Relaciones* 23(89): 54-82.
- Mathews, A.S. 2003. Suppressing Fire and Memory: Environmental Degradation and Political Restoration in the Sierra Juárez of Oaxaca 1887–2001. *Environmental History* 8(1):77–108.
- Merino, L. 1997. Reserva Especial de la Biosfera Mariposa Monarca: problemática general

- de la región. Ponencia presentada en la Reunión de América del Norte sobre la Mariposa Monarca 1997.
- Merino, L., and M. Hernández. 2004. Destrucción de instituciones comunitarias y deterioro de los bosques en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Sociología* 66(2): 261-309.
- Minnich, R.A., M.G. Barbour, J.H. Burk, and J. Sosa-Ramírez. 2000. Californian mixed-conifer forest under unmanaged fire regimes in the Sierra San Pedro Martir, Baja California, Mexico. *Journal of Biogeography* 27(1): 105-129.
- Navarrete, J.L., M.I. Ramírez, and D.R. Pérez-Salicrup. 2011. Logging within protected areas: Spatial evaluation of the monarch butterfly biosphere reserve, Mexico. *Forest Ecology and Management* 262: 646-654.
- NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007. Que establece las especificaciones técnicas de los métodos del uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario.
- Orozco, M.E., A. Guerrero P., E. Cadena V., D. Velázquez T., and J. Colín J. 2008. Supervivencia Campesina y Conservación de la Naturaleza: Santuario del Cerro Pelón (Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca), El Capulín, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural* 5(61): 131-168.
- Park, A. 2003. Spatial segregation of pines and oaks under different fire regimes in the Sierra Madre Occidental 169(1):1-20.
- Pausas, J.G., and J. E. Keeley. 2009. A Burning Story: The Role of Fire in the History of Life. *BioScience* 59(7): 593-601
- Pyne, S.J. 1996. *World fire. The culture of fire on Earth.* University of Washington Press. Seattle. 384 p.
- Pyne, S.J. 2010. *America's Fire, A historical Context for policy and practice.* The forest History Society. 93 p.
- Ramírez, M.I., J.G. Azcárate, and L. Luna. 2003. Effects of human activities on monarch butterfly habitat in protected mountain forests, Mexico. *The Forestry Chronicle* 79(2): 242-246.
- Rendón-Salinas, E., G. Ramírez-Galindo, J. Pérez-Ojeda, and C. Galindo-Leal (Eds.). 2007. *Cuarto Foro Regional Mariposa Monarca Memorias.*
- Rodríguez-Trejo, D.A., and P. Fulé. 2003. Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal. *Int. J. Wildland Fire* 12(1): 23-37.
- Rodríguez-Trejo, D.A., and R.L. Myers. 2010. Using Oak characteristics to guide fire regime restoration in Mexican pine-oak and oak forests. *Ecological Restoration* 28: 304-323.
- Rodríguez-Trejo, D.A., P.A. Martínez-Hernández, H. Ortiz-Contla, M.R. Chavarría-Sánchez and F. Hernández-Santiago. 2011. The Present status of fire ecology, traditional use of fire, and fire management in Mexico and Central America. *Fire Ecology* 7(1):40-56.

- Romo, J.L. 1999. Valuación económica de la migración de las mariposas monarca. In: Economía de la Biodiversidad Memoria del Seminario Internacional de La Paz, BCS.
- Rowell, A., and P.F. Moore. 1999. Global review of forest fires. WWF/UICN. Gland, Switzerland. 64 p.
- Sáenz, J.T., F.J. Villaseñor, J. Jiménez, and M. Gallardo. 2005. Agroforestería para reconversión de suelos con vocación forestal en el oriente de Michoacán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Centro Regional del Pacífico Centro Campo Experimental Uruapan. Folleto Técnico No. 1.
- SEMARNAP. 1998. Memoria de trabajo del taller para el programa regional de desarrollo sustentable Zona de la Monarca, Michoacán-Estado de México con instituciones.
- Sigala P., and R. Campos. 2001. El entorno socioambiental de la mariposa monarca. Memoria de Experiencia Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. Méx., México.
- Sugihara, N. G., J. Van Wagtendonk, and J. Fites-Kaufman. 2006. Fire as an ecological process. In Fire in California's ecosystems. University of California Press. London, England. Pp. 58-74.
- Tucker, C.M. 2004. Community institutions and forest management in Mexico's Monarch Butterfly Reserve. *Society and Natural Resources* (17): 569-587.
- UNESCO. 2013. Monarch Butterfly Biosphere Reserve.  
<http://whc.unesco.org/en/list/1290>
- Urquhart, F.A. 1976. Found at last: the Monarch's winter home. *National Geographic* 150 (2): 160-173.
- Venegas, Y. 2010. La implementación del programa de conservación para el desarrollo sostenible. Estudio de su focalización en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Tesis de Maestría. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- WWF. 2004. La Tala Ilegal y su Impacto en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. World Wild Found. 37 p.

### **Capítulo 3. The importance of the traditional fire knowledge system in a subtropical montane socio-ecosystem in a Protected Natural Area.**

(Artículo publicado, artículo requisito)

Cita: Martínez-Torres, H. Leonardo, Alicia Castillo, M. Isabel Ramírez y Diego E. Pérez-Salicrup. 2016. The importance of the traditional fire knowledge system in a subtropical montane socio-ecosystem in a Protected Natural Area. *International Journal of Wildland Fire* 25(9): 911-921. <http://dx.doi.org/10.1071/WF15181>

El conocimiento tradicional no es un conocimiento local, es un conocimiento de lo universal expresado localmente"

Darrell A. Posey.



# The importance of the traditional fire knowledge system in a subtropical montane socio-ecosystem in a protected natural area

H. Leonardo Martínez-Torres<sup>A</sup>, Alicia Castillo<sup>A</sup>, M. Isabel Ramírez<sup>B</sup>  
and Diego R. Pérez-Salicrup<sup>A,C</sup>

<sup>A</sup>Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, Michoacán, México.

<sup>B</sup>Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, Michoacán, México.

<sup>C</sup>Corresponding author. Email: diego@cieco.unam.mx

**Abstract.** The use of fire for traditional agriculture, animal husbandry and forestry is highly important to farmers in developing countries where this practice is continuously blamed as being the main cause of forest fires. That is the case in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve (MBBR), Mexico, where paradoxically, little is known about the inhabitants' traditional uses of fire. In this study we characterise fire users, describe traditional fire uses and identify the ecological and social rules involved in the use of fire in the MBBR. Through participant observation and semi-structured interviews we found a robust body of knowledge among local people regarding the geophysical and ecological factors determining fire behaviour. This information is transferred orally and through everyday practices from parents to children. We identified nine types of fire uses. The most common is 'mound burns', which entails a process of extraction-piling-drying-burning of weeds from agricultural fields. Social rules are aimed at decreasing the risk of forest fires. Our results suggest there is a traditional fire knowledge system in the MBBR that has undergone changes and has adapted to the ecological and social reality of the region during the past few decades.

**Additional keywords:** fire management, Mexico, Monarch Butterfly Biosphere Reserve, *Pennisetum clandestinum*, use of fire.

Received 8 October 2015, accepted 6 May 2016, published online 11 July 2016

## Introduction

Fire is used in several activities for the benefit of farmers and indigenous groups inhabiting a wide variety of ecosystems throughout the world (Pyne 1996; Huffman 2013). These fire uses range from pasture management, to attracting wildlife for hunting purposes, to the elimination of weeds and diseases or pests in small agricultural plots and to the reduction of forest fuel loads to prevent large-scale forest fires (Raish *et al.* 2005; Butz 2009; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011). The use of fire is particularly relevant for rural communities, more so for those in conditions of poverty, where it is used to prepare parcels for food production (Kleinman *et al.* 1995). However, few studies have evaluated the use of fire from a socio-ecological perspective that may allow for integrated explanations to the problems associated with traditional fire use (Simmons *et al.* 2004; Raish *et al.* 2005; Carroll *et al.* 2010; Christianson 2014).

Humans have dramatically altered the ecological dynamics of fire in ecosystems on a global scale, modifying both the fire regimes and landscapes (Pyne 1996; Pausas and Keeley 2009). The long relationship between humans and fire has allowed for

the accumulation of empirical knowledge, which is tightly linked to the ecological, social, cultural and economic conditions of places where such fire knowledge has developed (Pyne 1996; LaRochelle and Berkes 2003; Raish *et al.* 2005; Miller and Davidson-Hunt 2010; Huffman 2013). Based on the traditional ecological knowledge concept (Berkes *et al.* 2000) and an extensive review of literature regarding traditional uses of fire, Huffman (2013) defined traditional fire knowledge systems (TFKS) as the body of empirically acquired knowledge, beliefs and practices developed over time, which dictates the burning practices of local inhabitants in a given landscape.

Throughout most of the 20th century, central governments in several countries disdained, suppressed and even penalised TFKS use and instead advocated a policy of fire suppression (Pyne 1996; Mathews 2003, 2005; Stephens and Ruth 2005). Consequently, numerous conflicts have arisen between fire users and government agencies (Mbow *et al.* 2000; Kull 2002; Mathews 2003, 2005; Rodríguez 2004; Butz 2009; Bilbao *et al.* 2010). In Mexico, for instance, 44% of forest wildfires are attributed to escaped fires associated with agricultural and

animal production activities (Manson *et al.* 2009; SEMARNAT 2009). That this number is quoted is alarming, given that no published studies exist to monitor or support such an assertion (Manson *et al.* 2009; Martínez-Torres *et al.* 2015).

Recently, there has been a growing interest in documenting the uses of fire and the knowledge involved in such uses (Kull 2002; Raish *et al.* 2005; Bilbao *et al.* 2010; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011; Christianson 2014). The importance of integrating traditional fire uses by the stakeholders involved in planning, regulating and implementing fire management activities has been underscored (Mbow *et al.* 2000; Rodríguez-Trejo and Fulé 2003; Raish *et al.* 2005; Myers 2006; Jardel-Peláez 2010). Furthermore, successful experiences in incorporating the traditional use of fire and communitarian fire management into government fire management plans have been documented (Raish *et al.* 2005; Christianson 2014). Unsuccessful and conflicting cases of fire management plans have also been recorded, apparently caused by a poor and biased understanding of TFKS and their potential conflicts with public policies (Rodríguez 2004; Fache and Moizo 2015). It is therefore essential to document in detail the uses and management of fire by local inhabitants within their specific socio-ecological environment.

In the case of Mexico, studies on TFKS have mainly addressed slash-and-burn agricultural systems, mostly practiced in humid and subhumid tropical forests (Hernández 1959; Alcom 1981; Gómez-Pompa and Kaus 1992; Levy and Aguirre 2000; Toledo *et al.* 2003). These TFKS are in areas where ecological and social conditions are noticeably different from other environments and regions, such as those in montane ecosystems where little information exists regarding the traditional uses of fire (Cabrera-García 2006; Fulé *et al.* 2011; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011). The lack of information about the consequences of fire use in montane ecosystems is particularly worrisome because these forests are the source of 80% of the timber produced in Mexico (SEMARNAT 2014) and because of the important ecological functions of fire in those forests (Rodríguez-Trejo and Fulé 2003; Jardel-Peláez *et al.* 2004; Rodríguez-Trejo and Myers 2010).

The montane ecosystems in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve (MBBR) have been recognised as a Natural Heritage Site for Humanity for their role in the conservation of the monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.), which undertakes a yearly migration from Canada and the United States (US) to Mexico (Urquhart and Urquhart 1976; UNESCO 2009; Brower *et al.* 2009). The MBBR is one of the most emblematic protected natural areas (PNAs) in North America (Oberhauser *et al.* 2008), despite significant social, political (Barkin 2003; Merino and Hernández 2004) and ecological (Honey-Rosés 2009; Sáenz-Romero *et al.* 2012; Ramírez *et al.* 2015) threats to its integrity. Despite the relevance of forests in the MBBR, little information is available about their historical fire regimes and the impacts of traditional fire uses on these ecosystems (Martínez-Torres *et al.* 2015). Even though information gaps exist, use of fire by local inhabitants has been blamed as being the main cause of forest fires and forest fires have been identified as the main threat to forests in the MBBR (CONANP 2001; Rendón-Salinas *et al.* 2007).

In this context, our research aimed to: 1) characterise the people (indigenous and non-indigenous) that use fire in the

MBBR; 2) describe local traditional fire uses and their relationship to productive activities; 3) identify the ecological factors taken into consideration by farmers when using fire and 4) identify the social factors involved in the traditional use of fire. Based on this information we evaluated whether there are sufficient elements to recognise the existence of a TFKS in the MBBR, discuss its similarities with other TFKS and identify those key elements of traditional fire use that should be incorporated into a fire management plan in the MBBR.

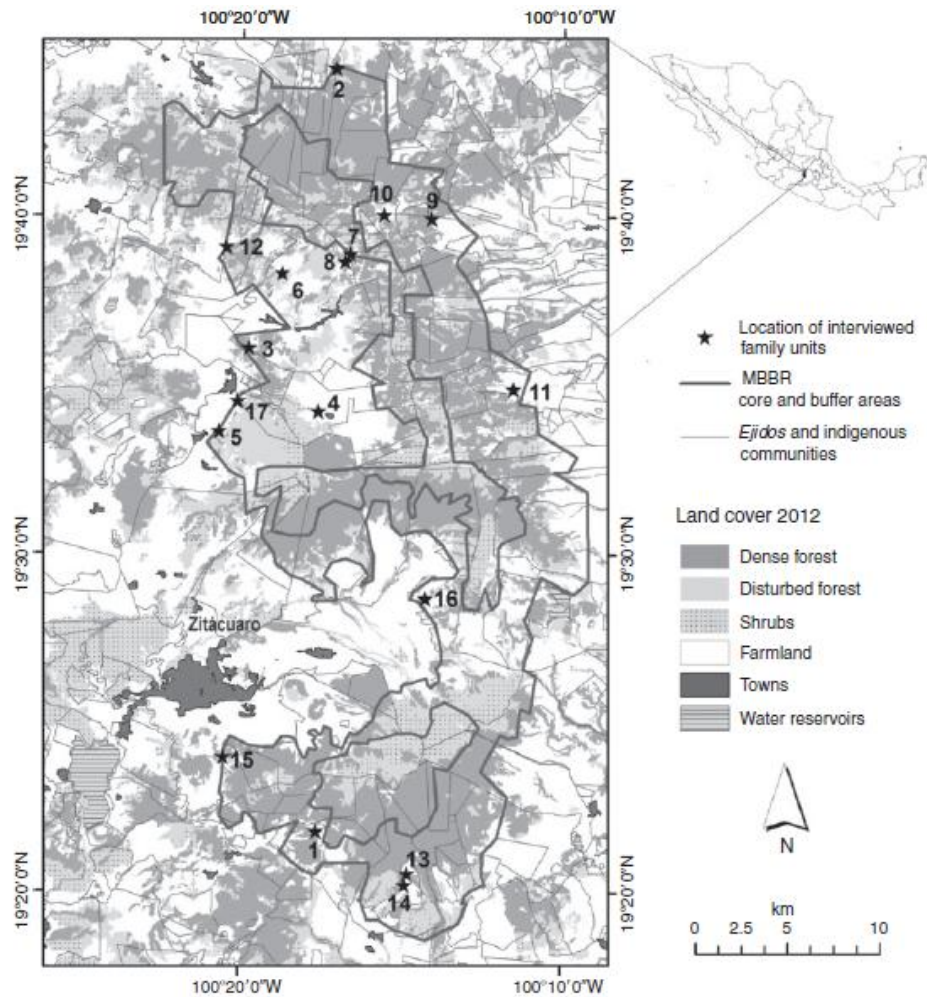
## Methods

### Study area

The MBBR is located in central-western Mexico (outermost coordinates of 19°44'27" and 19°18'32" northern latitude, 100°22'26" and 100°09'07" western longitude; DOF 2000) between the boundaries of the states of Michoacán and Estado de México (Fig. 1). The terrain is dominated by mountains and volcanic domes ranging in altitude from 2200 to 3640 m above sea level (Ramírez 2001). The dominant climate is temperate sub-humid with summer rains (Cw), scarce winter precipitation, an average annual temperature of 22°C and a total annual precipitation of between 700 and 1250 mm (García 1997). It was initially decreed a zone for the protection of wildlife in 1980, but without specifically defined borders. In 1986, 16 000 ha were designated for protection, and in 2000, it obtained the status of a Biosphere Reserve and its surface area was extended to 56 259 ha. In 2008, UNESCO declared the MBBR a Natural Heritage Site of Humanity (DOF 2000; UNESCO 2009).

The most extensive vegetation type in the MBBR is coniferous forest dominated by *Abies religiosa* (Kunth) Schldl. and Cham. and *Pinus pseudostrobus* Lindl. This vegetation type harbors most of the biodiversity within the reserve (Azcárate *et al.* 2003; Comejo-Tenorio *et al.* 2003). Less than 20% of the MBBR has non-forest land cover, mainly due to land use changes into agriculture in the buffer zones (Ramírez *et al.* 2007).

The population of all the municipalities forming part of the reserve is 500 000 people (CONANP 2001) and 27 346 people live within the MBBR proper (INEGI 2010). Most of the territory of the MBBR is under communal land tenure, including 59 *ejidos* and 13 indigenous communities of the Mazahua and Otomi ethnic groups. *Ejido* is a kind of communal land tenure in Mexico. Forests are managed by communal decision and each member of the *ejido* can use a patch of land for personal benefit. Indigenous communities function under a land tenure system that derives from colonial times, wherein lands belonging to individuals of precolonial ethnic groups are recognised. Today, these indigenous communities may keep some distinctive cultural features, such as maintaining their native language, but in our study region their agricultural and forestry practices are very similar to those of local *ejidos*. Not all inhabitants in *ejidos* or indigenous communities are land entitled members (*ejidatarios* or *comuneros*). Non-*ejidatarios* or non-*comuneros* are usually referred to as *avecindados*, and do not participate in communal assemblies or take part in local decisions (see Honey-Rosés 2009). The reserve also includes 21 private properties and 2 federal and state properties; in the latter, only forest conservation activities are allowed (CONANP 2001). The main economic activities are related to agriculture, livestock production,



**Fig. 1.** Studied locations in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve (MBBR), Mexico. *Ejidos* and indigenous communities where interviews were conducted: 1. El Capulín, 2. Chincua, 3. Ocampo, 4. El Asoleadero, 5. El Paso, 6. Comunidad Nicolás Romero (*ejido* Anganguero), 7. Ampliación Ocampo, 8. Anganguero, 9. San Jerónimo Pilillas, 10. Rosa de Palo Amarillo, 11. La Mesa, 12. Rincón de Soto, 13. Mesas Altas Xoconusco, 14. Mesas Altas El Mirador, 15. San Miguel Chichimequillas, 16. Community of Crescencio Morales, 17. Community of San Cristóbal.

forestry and tourism (Barkin 2003; Brenner 2009; Navarrete *et al.* 2011). Most agriculture is rainfed and practised on small plots (surface areas of between 0.5 and 2 ha) with little technical input. Historically, subsistence and local commercial agriculture have been the dominant economic activities (CONANP 2001; Velasco 2002), although in recent years there has been a proliferation of avocado plantations to meet the demands of foreign and domestic markets.

#### Data collection techniques

We obtained information about fire uses in the MBBR through participant observation and semi-structured interviews (López 1998; Denzin and Lincoln 2000). Participant observation in this study consisted of attending meetings where authorities and farmers decided the fire management of their *ejidos* and

indigenous communities, participating in local wildfire firefighter courses and observing and participating in fire use activities with local farmers. Three non-government organisations working in several *ejidos* and communities in the MBBR introduced us to local authorities and leaders. During the study period, we drove around the MBBR and located individuals or families using fire. We approached them and explained our interest in understanding their practices and tried to gain their trust. In the case of these informal talks and the interviews, we made it explicit that the anonymity of personal data was safeguarded according to Mexican regulations. Permission was obtained from interviewees to audio record interviews. Data were gathered between March and May of 2013 and 2014.

The semi-structured interviews included closed- and open-ended questions and were divided into four sections. First, the

profiles of fire users were documented, including the informants' age, gender, educational level, place of birth, main economic activity and whether they considered themselves part of an indigenous group. Questions regarding how and from whom the person learned to use fire and whether fire uses were associated with particular land tenure types were also included here. Second, we asked about the procedures associated with the use of fire, the tools employed and the season and hours of the day when burns were conducted. Third, questions addressed the ecological aspects considered for the use of fire, specifically the geophysical and ecological characteristics taken into account for the use of fire based on the elements associated with the fire behaviour triangle: a) topography, b) weather and c) fuels and vegetation. Finally, we inquired about social aspects and mechanisms underlying fire use (Berkes *et al.* 2000), the risks associated with the use of fire and the rules and regulations associated with the use of fire within the communities and at the regional level.

The research sample was determined using the snowball method (Noy 2008), which consists of asking interviewed individuals about other potential informants, in this case people they knew that use fire in their production practices. Interviews were conducted until data saturation was reached, defined as the moment no new responses were identified. Farmers were interviewed individually and in small groups (Fontana and Frey 2008) belonging to the same household. It should be emphasised that households were considered the sampling unit because of their reported importance in decision-making in rural areas (Salcedo and Guzmán 2014).

Based on the audio recordings and field notes, answers were organised in a database and estimates of central tendency and dispersion were obtained for quantitative responses. Qualitative answers (those to open-ended questions) were grouped by topic and, when possible, their frequencies were reported by three simplified values: 1) low, when mentioned by less than one-third of the households; 2) medium, when mentioned by between one-third and two-thirds of the households and 3) high, when mentioned by more than two-thirds of the households.

## Results

### *Profile of fire users in the MBBR*

We interviewed 44 households from 16 *ejidos* and 2 indigenous communities, 1 Mazahua and 1 Otomi (Fig. 1). In 32 of these interviews only 1 person participated, whereas in the remaining interviews 2–4 persons participated, making a total of 61 direct fire users. The mean duration of interviews was 34 min.

Of 61 fire users, 17 were women (27.8%) and 44 were men (72.2%). The age of the informants ranged from 17 to 92 years; the median age was 50 years. Education level had a modal value of incomplete elementary school. All informants were native to the communities in which they lived, or to a neighbouring community. Six informants considered themselves members of the Mazahua ethnic group and none thought they belonged to the Otomi group. Our sampling method and level of analysis did not allow us to identify differences in TFKS between these 2 indigenous groups, or between indigenous and non-indigenous groups.

Some informants reported having emigrated outside the region for brief periods of time to find work. Agriculture was the main economic activity in 91% of the households. For the remaining households agriculture was secondary to other activities such as raising cattle, forestry, trade and masonry. Three informants mentioned having worked as forest firefighters for a municipal, state or federal agency.

Seventy-five percent of the informants reported learning how to use fire from their parents, 6.8% (women) learned from their husbands, 6.8% said they acquired the knowledge by themselves, and 11.4% did not answer the question. Eighty-six percent of informants said they had used fire since they were young and learned how to farm. Fire knowledge is primarily passed orally from parents to their children and in practice through farming activities, a task commonly shared by all household members. We also observed a continuous and dynamic discussion among the community members on how to improve their burning practices.

In 80% of households, the head of the family was a community member of an *ejido* or indigenous community, that is, they had the right to cultivate a small plot of land (commonly less than 2 ha) and to obtain benefits derived from the use of forests owned collectively by the *ejido* or community. These benefits include payments from the selling of timber or payments for environmental services. The remaining 20% of households own private plots or rent farmland for agriculture and animal husbandry and have limited access to forest resources.

According to interviewees, several members of the household take part in activities involving the use of fire, particularly in the preparation of fuels to be burned in agricultural plots. Women are active in the use of fire, although constrained by a burning plan that is usually determined by men. In most *ejidos* and communities in this study, men dominate the *ejido* or community assemblies, but women are becoming more numerous as assembly participants and are gradually becoming more active in discussions and decision making regarding land and forest management.

### *Fire use in the MBBR*

Fire uses in the MBBR are closely related to four productive and natural resource management activities: a) fires for agricultural crops; b) fires for animal husbandry; c) fires for the extraction of forest products and d) fires for cleaning irrigation channels and roads. We identified nine types of fire uses based on the aims and activities of the people involved, including pile burning, continuous burning for weed elimination, burns for cleaning and expanding agricultural parcels (*roza*), continuous burning for animal husbandry, lumber extraction, reforestation, gathering roots of *Muhlenbergia macroura* (Kunth) Hitchc., fires for cleaning irrigation channels and for cleaning roads (Table 1).

Agricultural fires are the most common, and mound burning is the primary method used. This type of burning demands considerable efforts from the household members, namely pulling out roots and rhizomes from the soil, gathering them in piles and drying them to be burned. This task, which may be summarised as extracting-piling-drying-burning, is carried out intensively for a few days or gradually over several weeks (Fig. 2). The invasive grass *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. was said to impose extra labour on families

**Table 1. Fire uses in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico**

Type of fire use, objectives of each type of fire use, and sequential activities involved in fire use

| Type of fire use ( $n$ ) <sup>A</sup>  | Objective of fire use   | Activities involved in fire use  |
|--|---|--|
| <b>a) Use of fire for agriculture crops</b>                                  |   |  |
| 1. Pile burning (36)   | Elimination of stubble and weeds, particularly in parcels assigned to the cultivation of maize for subsistence ( <i>milpa</i> ). In avocado orchards, dead or infested branches are burned.                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>Weeds are piled inside the agricultural plot. Fuel loads vary in size, but are generally &lt;math&gt;1\text{ m}^3&lt;/math&gt;. Most of the biomass intended for burning must be pulled from the ground, such as the roots and stolons of grasses.</li> <li>Mounds are sun-dried, and require turning and shaking several times a day for optimal drying.</li> <li>When fuels dry, burning is carried out under the supervision of at least one person. Depending on the number of mounds burning may last for 10–20 min to several hours.</li> <li>When burning is completed ashes are dispersed and mixed with the soil to increase fertility.</li> </ol> |
| 2. Continuous burning (2)  | Elimination of stubble and weeds. Applied when there is enough continuity of fuels. Currently uncommon in the MBBR.   | <ol style="list-style-type: none"> <li>Fire lanes of less than one meter in width are made, eliminating fuels surrounding the terrain to be burned.</li> <li>Burning initiates on one or more sides, always under the supervision of one or more individuals who, when needed, extinguish the fire.</li> <li>After one or more days, ashes are incorporated into the soil using yokes or tractors.</li> </ol>  |
| 3. Burns for cleaning and expanding agricultural parcels ( <i>roza</i> ) (4) | 'Cleaning' terrains neighbouring agricultural parcels that have been invaded by weeds, shrubs, and small trees; expanding the agricultural surface area. The process is called <i>roza</i> in Spanish (slash-and-burn). | <ol style="list-style-type: none"> <li>Larger trees and shrubs are cut and used as firewood. If needed, fire lanes are made around the terrain to be burned.</li> <li>A low-intensity, continual burning is performed to incinerate weeds and small shrubs. The burn is monitored and controlled by one or more individuals.</li> </ol>  |
| <b>b) Use of fire for animal husbandry</b>                                   |   |  |
| 4. Continuous (3)  | Promoting grass growth during the dry season for grazing cattle. Elimination of weeds and shrubs that are refugees of noxious fauna, such as ticks, scorpions, and snakes.  | <ol style="list-style-type: none"> <li>A fire is started in an area of grassland or in places where cattle spend the night. The fire is of low intensity and is not always monitored by the person that started the fire.</li> </ol>   |
| <b>c) Use of fire for the extraction of forest products</b>                  |   |  |
| 5. Burns for lumber extraction (4)   | Concealing the evidence of illegal logging or justifying a government permit for lumber extraction that can be given in the case of areas that suffered a forest fire.  | <ol style="list-style-type: none"> <li>A medium intensity fire is started either before or after trees are logged.</li> </ol>  |
| 6. Burns for reforestation (2)   | Elimination of weeds and shrubs before reforestation.   | <ol style="list-style-type: none"> <li>Weeds and shrubs in the forest parcel to be reforested are cut and piled for burning.</li> </ol>  |
| 7. Burns for gathering <i>Muhlenbergia</i> roots (2)                         | Facilitate the gathering of roots of the wild grass <i>Muhlenbergia macroura</i> . The root is used to manufacture several domestic utensils that are sold locally.   | <ol style="list-style-type: none"> <li>The aerial parts of this wild grass are burned, always under the surveillance of the gatherer. The process makes the extraction of the root easier.</li> </ol>  |
| <b>d) Fire used for cleaning irrigation channels and roads</b>               |   |  |
| 8. In irrigation channels (6)  | Eliminating grasses and herbs growing inside irrigation channels.   | <ol style="list-style-type: none"> <li>Weeds invading irrigation channels and roads are cut and sun-dried for a few days.</li> <li>Dry weeds are burned either continuously or by sections; fire is of low intensity and duration.</li> </ol>  |
| 9. Roads (2)   | Eliminating grasses and herbs growing along roads.  | <ol style="list-style-type: none"> <li>A low intensity fire is made, usually unsupervised and uncontrolled. In general, there is continuity of dry fuels and roads and parcels limit the spread of fire.</li> </ol>  |

<sup>A</sup> $n$  = number of households describing each type of fire use.

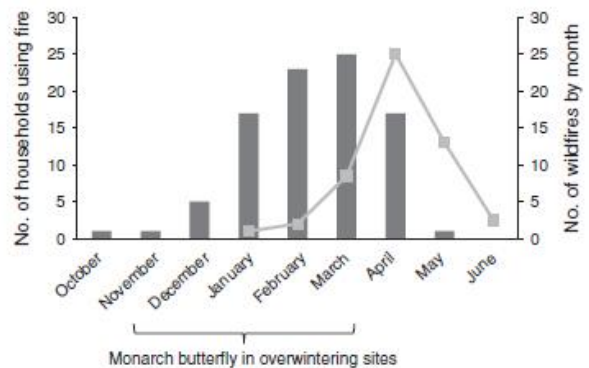


**Fig. 2.** Extracting-piling-drying-burning process in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico: *a)* Extracting kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) with hand tools, *b)* piling the grass for sun drying, and *c)* and *d)* pile burning within the agricultural parcel. (Photographs: H. L. Martínez-Torres)

(as described below). Fires for livestock production were infrequent in the MBBR, because few *ejidos* and communities have common grazing lands. Moreover, conservation policies associated with the establishment of the MBBR have caused extensive grazing to be curtailed.

Fires for the extraction of forest products are infrequent in the MBBR. All fire practitioners mentioned that forest fires were negatively perceived or even forbidden by *ejido* or community assembly agreements. However, such prohibitions can be flexible, as in the case of fires set to clean areas for reforestation or for the gathering of *M. macroura* roots. Some elders mentioned the former use of fire in the forest to promote non-timber forest products such as mushrooms and blackberries (*Rubus* sp.), but none of the interviewees was able to describe the procedures used or practiced this type of burning.

The tools employed to conduct burns and to prepare fuels are the same ones used by farmers in the region for agricultural tasks. The most commonly used tools are the rake (locally called in Spanish *jalador*), the hoe, the pickaxe (*talacho*), and the machete. It is also quite common to use improvised tools such as branches with green leaves or dry branches with a forked end (called a *yielgo*) to control fires. Four informants used mule yokes or tractors to facilitate the extraction of grasses and broad-leaved weeds from their plots. Five farmers reported using herbicides to kill and dry weeds to be burned. The low frequency of the use of herbicides was associated with their high cost and to



**Fig. 3.** Burning season in the Monarch Butterfly Reserve, Mexico. Bars: Number of households that use fire during the burning season (agricultural fires). Line: Forest wildfires (averages of 2012 and 2013, data from Cantú 2013). The period of monarch butterfly presence in overwintering sites is indicated on the x-axis (data from CONANP 2001).

the perception that they are harmful to the health of the user and the soil.

Some households start using fires in October, at the end of the agricultural cycle and the rainy season, and the last burns take place in June of the following year, when the rainy season resumes.

**Table 2. Ecological considerations in the traditional use of fire in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico**

Ecological and biophysical considerations taken into account for the use of fire in the MBBR and their importance measured as frequency of mention by interviewed households ( $n = 44$ )

| Feature     | Ecological and geophysical considerations       | Importance (frequency) |
|-------------|---|------------------------|
| Topography  | Slope   | Low                    |
| Weather     | Atmospheric humidity                            | Medium                 |
|             | Temperature (heat)                              | Medium                 |
|             | Wind direction                                  | High                   |
| Fuels       | Wind intensity                                  | High                   |
|             | Type (herbs, shrubs, trees)                     | Medium                 |
|             | Size <sup>A</sup>                               | High                   |
|             | Continuity <sup>B</sup>                         | High                   |
|             | Fuel moisture content                           | High                   |
| Seasonality | Grass species<br><i>Pennisetum clandestinum</i> | High                   |
|             | Time of the day                                 | High                   |
|             | Day of the year                                 | Medium                 |

<sup>A</sup>Fuel sizes: light = grasses, leafs, stems smaller than ~1 cm in diameter; medium = branches 1–5 cm in diameter; heavy = trunks and branches >5 cm in diameter.

<sup>B</sup>Continuity: vertical and horizontal arrangement of fuels allowing for the propagation of fire.

Yet, 91% of informants reported that they use fires between January and April (Fig. 3). During these months each household can make 1 or more fires for any of the 9 fire uses described above.

According to 70% of the informants, the times of the day preferred for burning activities are during the morning, between 0600 and 1000 hours, or during the late afternoon, between 1800 and 2100 hours, when the winds are calmer and the temperatures are lower, and the fire can be better controlled. In contrast, 12% of the fire users preferred conducting burns at noon, when the wind and temperatures are at their maximum, conditions that they associate with a more efficient burn, in terms of spending less time on it and achieving a more complete combustion of fuels. The remaining 18% of households conducted burns irrespective of the time of the day.

#### *Ecological aspects related to fire*

According to the type of burn each user will conduct, different ecological and geophysical aspects are considered. A total of 12 different aspects were mentioned with varying frequencies of use (Table 2). The ecological aspects with most weight in decision-making are those related to mound burning, because this is the method most frequently used in the MBBR.

Atmospheric humidity was a difficult concept to explain to interviewed farmers, who nonetheless associated it with morning (*rocío*) or evening (*sereno*) dew, which they reported are caused by a combination of increased relative humidity and a decrease in both temperature and wind intensity. Temperature was mentioned for two reasons, first because fire is harder to control at high temperatures and second, because it is more exhausting to work with fire during the hotter part of the day. Wind direction and wind speed were the most important aspects

**Table 3. Social considerations in the traditional use of fire in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico**

Social considerations taken into account for the use of fire in the MBBR and their importance measured as frequency of mentions by interviewed households ( $n = 44$ )

| Feature  | Social consideration   | Importance (frequency) |
|--|--|------------------------|
| Costs  | Economic cost of not burning   | High                   |
|  | Economic cost involved in burning  | Medium                 |
| Rules, laws, and regulations concerning the use of fire                        | Local rules of the <i>ejidos</i> or indigenous community                                 | High                   |
|  | Limits between land properties of households, <i>ejidos</i> , and indigenous communities | High                   |
| Risks, dangers and damages of the use of fire                                  | Direct or indirect restrictions imposed by the natural protected area                    | Medium                 |
|  | Federal, state and municipal laws and regulations  | Low                    |
|  | Avoid starting forest fires  | High                   |
| Risks to the health, security, and property of fire users and their neighbours | Contingency plans when fire runs out of control  | Medium                 |
|  | Risks to the health, security, and property of fire users and their neighbours           | Low                    |
|  | Smoke generation and propagation affecting neighbours                                    | Low                    |

of atmospheric weather considered when conducting burns. Practitioners mentioned that for ideal burning, atmospheric climate conditions should be 'calm, quiet, silent, or windless', while fire should not be used when atmospheric climate is 'strong, fierce, or very windy'.

Fuel size, continuity and moisture content are considered particularly important by fire users, because they believe successful agricultural burns depend on these fuel characteristics. The invasive kikuyu grass (*P. clandestinum*), locally called garden grass or carpet grass, considerably influences decision-making in agricultural fires. According to older fire users, this grass has existed in the region for ~20–40 years but became an agricultural pest ~10–15 years ago and that despite burning (or repeated burning) and the use of herbicides it always reinvades agricultural plots (Fig. 2).

#### *Social aspects taken into account in the use of fire*

We identified 10 major social considerations affecting the use of fire in the MBBR. Social considerations were grouped according to the economic costs of the use of fire by a household, federal and state laws and local rule agreements applied to the use of fire and the risks, danger and damages derived from the use of fire (Table 3).

The most frequently mentioned social consideration affecting fire use was the economic cost associated with burning or the consequences of not burning (i.e. the permanence and proliferation of weeds and the increased cost of eliminating them the following year). The cost of fire use is associated with several factors such as plot size and the amount of work needed for the preparation of fuels. Informants had difficulties estimating a specific monetary value for the number of hours invested by the

members of a household in weed elimination. However, they did mention that the cost of using fire was lower compared with the cost of using herbicides or renting machinery for weed elimination. They did mention a lack of government programs providing financial aid to seek alternatives to fire use for weed control.

We found that the MBBR inhabitants are unaware of official laws regarding the use of fire. There is, however, wide agreement that causing forest fires should be forbidden and punished by the government through some sort of regulation. Only four households reported having received information and recommendations from government agencies on how fire should be used in agriculture. In all the *ejidos* and indigenous communities we visited, the use of fire was forbidden in communal forests by assembly agreements, but in none was using fire prohibited for individual agricultural plots or private properties. These communal regulations do not consider clandestine burns in forests carried out by members of the indigenous community or *ejidos*, or by external individuals. When the MBBR was decreed a protected area the fire practices and uses of its inhabitants were affected as illustrated by their cessation of fire use to promote mushrooms or other forest products. The people interviewed considered that there is more surveillance since the region acquired the new status and that the promotion of forest conservation involves prevention of forest fires.

Fire control was considered to be very relevant, because when burns are conducted properly users reported a lower impact on their health and that it was safer for the user and his or her neighbours. Few informants mentioned that smoke from agricultural fires could represent a health or environmental problem, but some said it caused discomfort. Six households reported experiencing losing control of agricultural fires but being able to control and suffocate them before they became forest fires. According to informants, whenever the control of fire is lost and a forest fire is started, the individual responsible must attempt to extinguish it. In such cases it is common for members of the *ejido* or community and close relatives to provide assistance. However, inhabitants not entitled to forest rights or to agricultural plots (*avecindados*) will only participate in firefighting if they receive payment or some other form of compensation from the community or *ejido*. We found that the fire users of the MBBR have a clear notion of fire control to prevent bum escapes that would derive into forest wildfires.

## Discussion

Our results support the notion of the existence of a TFKS in the MBBR (MBBR-TFKS) according to Huffman's (2013) proposal. The MBBR-TFKS exhibits differences and similarities with other TFKS previously studied in Mexico or in similar ecosystems. For instance, fuel preparation for slash-and-burn agriculture in tropical systems differs from the extracting-piling-drying-burning method in the MBBR. A fully integrated fire management plan is needed that recognises farmers that use fire within this PNA and that takes their TFKS into account.

This study documents and explains the important body of knowledge regarding the use of fire in the MBBR (see Table 1), which is transmitted orally from parents to children within family households. Households are therefore the main forums where traditional fire knowledge is preserved and passed on

(Berkes *et al.* 2000; LaRochelle and Berkes 2003; Carroll *et al.* 2010). However, not all households in the MBBR practice and preserve such knowledge, because fire is used in communally-owned agricultural and grazing lands, accessible to only *ejidatarios* and *comuneros*, but not *avecindados*.

The fire knowledge shared among a wide age range of interviewees indicates that it has been passed over several generations. We did not identify any differences in the use of fire by *ejidatarios* and individuals from the Mazahua ethnic group. Although we interviewed one individual from an Otomi settlement, the person did not consider that he/she belonged to that ethnic group. However, our study was not designed to identify specific differences among cultural groups within the MBBR, but only as a first approximation of the use of fire by its inhabitants in general. Further studies targeted specifically at identifying cultural differences in the use of fire between these groups should follow.

The abandonment of farming activities by young people is also latent within the MBBR (Velasco 2002). This could be detrimental to the long-term transmission and maintenance of the TFKS, as pointed out by Huffman (2013). Women's participation in traditional fire uses should be acknowledged and addressed from a gender approach, as suggested by Eriksen and Hankins (2015), as this could provide new information and perspectives on fire use. It is particularly important to assess whether women might be the reservoirs of traditional fire uses data, as a consequence of men migrating to urban settings (Eriksen and Hankins 2014a, 2014b). To our knowledge, this topic has not been investigated in Mexico, but it has been shown that women in rural areas play a key role in decision-making and management of natural resources (Valdivia and Gilles 2001; Merino and Hernández 2004).

The use of fire is strongly related to farmers' production activities. We observed that farming activities determine the time of year when fire is used in the MBBR. The critical period is from February to April, as it overlaps with the regional forest fire season, which generally extends from April to May. It should be noted that the season when fire is used coincides with the presence, from November to March, of the monarch butterfly hibernation colonies (Brower *et al.* 2009). However, no direct effects of the use of fire for agricultural burns on the monarch butterfly colonies were reported by any of the interviewed inhabitants of the MBBR, neither is there any such mention in the literature (Martínez-Torres *et al.* 2015). Hence, further studies on the direct effects of the different uses of fire and the effect residual smoke on the hibernating colonies should be conducted.

Land tenure has a strong effect on the types of fire uses in the MBBR. On the one hand, fire is intensively used on privately-owned or individually-assigned permanent agricultural plots, where households have full control of management activities. On the other, in communal territories, such as forests, fire use decisions depend upon agreements reached at the *ejido* or communal assemblies. Currently, the use of fire in forests seems to have a negative perception, so it is seldom allowed and sometimes even prohibited. These territorial arrangements, which have been accentuated since the 1940s with land distribution and the formation of new *ejidos* in the MBBR region (Velasco 2002), may have had an impact on fire dynamics in Mexican ecosystems, as has been suggested to have occurred



in the north of the country by Fulé and Covington (1997) and Heyerdahl and Alvarado (2003). In the MBBR, these communal agreements may have acted in synergy with federal campaigns that portray forest fires negatively and consequently, may have affected the MBBR-TFKS by inhibiting the use of fire in the forest to promote mushroom production, as mentioned earlier.

The most common burning method in the MBBR-TFKS is pile burning (i.e. extracting–piling–drying–burning method) in agricultural parcels (see Table 1). This use differs considerably from swidden TFKS such as those of shifting agriculture (Huffman 2013) and the slash-and-burn systems that have been amply studied in tropical areas of Mexico like the Yucatan Peninsula (Hernández 1959; Alcorn 1981; Levy and Aguirre 2000; Toledo *et al.* 2003).

The use of fire by farmers to promote the regrowth of grass for cattle grazing (tame pasture TFKS, Huffman 2013) is not common in the MBBR, although it is apparently common in other regions of Mexico with similar ecological conditions (Cabrera-García 2006; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011). It is also possible that burning carried out to promote native vegetation, referred to as open burning of native vegetation (Huffman 2013), was more important in the past than at present. An example of the latter change in fire use in the MBBR is the aforementioned apparent halting of burns conducted to stimulate the growth of mushrooms and blackberries within the forest. This suggests that the MBBR-TFKS has experienced changes to adapt to current conditions and circumstances.

The social and ecological considerations involved in the MBBR-TFKS are mainly aimed at controlling fire to avoid damages to individual properties and community-owned forests. These objectives coincide with Mexican regulations in terms of the methods recommended for the use of fire while also preventing forest fires (SEMARNAT 2009). However, certain actions and recommendations in the same Mexican regulations differ from the circumstances and conditions of the MBBR-TFKS. Fire users in the MBBR are unaware of the laws and regulations that apply to the use of fire, but in turn, these regulations do not recognise the existence of fire users in the MBBR. In that sense, the recent fire management strategy and guidelines for PNAs in Mexico (CONANP 2011) may represent an opportunity for public policy, as long as it is capable of legitimising and incorporating TFKS. Dismissing the true needs and visions of traditional fire users may turn well intentioned policies into adverse and counter-productive situations (Monzón-Alvarado *et al.* 2014), result in the incorrect use of traditional burning practices (Fache and Moizo 2015) and even cause conflicts between authorities and fire users (Kull 2002; Mathews 2003; Rodríguez 2004).

The invasive species *P. clandestinum* deserves special consideration because its elimination from parcels represents a considerable amount of time and effort for households. Pending a future quantitative assessment, *P. clandestinum* apparently represents the largest amount of biomass burned by farmers in the MBBR. While the species is considered to be one of the main invasive weeds in Mexico (Villasenor and Espinosa 1998), it has not been reported previously for the MBBR, where according to our interviews it has been present for at least the past 40 years. Monitoring this grass species is important given that, as reported in other ecosystems (D'Antonio and Vitousek 1992;

Balch *et al.* 2013), the presence of an invasive grass can alter the fire dynamics in the ecosystem.

In conclusion, we believe that the MBBR-TFKS has been able to survive in spite of Mexican public policies aimed at suppressing and fighting forest fires, and the lack of knowledge and an underestimation of traditional fire uses by the same legislation (Mathews 2003, 2005; Cantú 2013). The TFKS in the MBBR has adapted to the social and political changes that have occurred during the past decades in the reserve, and to the different ecological challenges that threaten the region. The most important change was the imposition of the PNA with a strong conservation mandate, which imposed land use rules dictated by Mexican conservation legislation and not by local land managers (Barkin 2003; Merino and Hernández 2004) and the subsequent hardening of environmental policies, including wildfire fighting. From an ecological perspective, new challenges include loss of forest cover (Honey-Rosés 2009; Ramírez *et al.* 2015) and *P. clandestinum* invasion, which generate new conditions for the use of fire. It is not yet clear how local climate change scenarios (see Sáenz-Romero *et al.* 2012) might affect the MBBR-TFKS.

Our results and approach may contribute to promote and strengthen the needed dialogue between farmers using fire, administrators of the MBBR, scientists and non-government organisations to accomplish the aims of an integrated fire management plan that takes into account the TFKS of local farmers (Hoth 1995; Barkin 2003; Brenner 2009). Our work also adds to the information on traditional fire uses in Mexico and to the challenge of coupling these traditional practices and knowledge with the development of an integrated fire management plan (Jardel-Peláez 2010; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011).

## Acknowledgements

This paper fulfills one of the requirements of UNAM's Graduate Program in Biological Sciences undertaken by the first author. The first author acknowledges the PhD scholarship received from the National Council of Science and Technology (CONACyT, Mexico) and the support received from the Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad and the Graduate Program in Biological Sciences (UNAM). Fieldwork was funded by the project SEP-CONACyT 2010–154434, 'Efecto de las perturbaciones naturales y humanas en bosques de coníferas de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca: Implicaciones para el manejo del fuego' and by a 2013 International Association of Wildland Fire scholarship. We thank the CONANP-Monarch Butterfly Biosphere Reserve authorities for permission (RBMM.DIREC.00146.12) to conduct fieldwork, the NGOs Altamare AC, Biocenosis AC, and Espacio Autónomo AC for contacts to the MBBR and especially the users of fire that collaborated with us and for their efforts to keep the MBBR-TFKS alive. We thank two anonymous reviewers for thoughtful comments that enhanced the quality of this manuscript, and Christine Harris for English corrections. Finally, we thank Alberto Valencia, Heberto Ferreira and Atzimba López for logistical support.

## References

- Alcorn JB (1981) Huastec noncorp resource management: implications for prehistoric rain forest management. *Human Ecology* 9(4), 395–417. doi:10.1007/BF01418729
- Azcárate JG, Ramírez MI, Pinto M (2003) Las comunidades vegetales de la Sierra de Angangueo (Estados de Michoacán y México, México): clasificación, composición y distribución. *Lazarus* 24, 87–111.
- Balch JK, Bradley BA, D'Antonio CM, Gómez-Dans J (2013) Introduced annual grass increases regional fire activity across the arid western USA

- (1980–2009). *Global Change Biology* **19**, 173–183. doi:10.1111/GCB.12046
- Barkin D (2003) Alleviating poverty through ecotourism: promises and reality in the Monarch Butterfly Reserve of Mexico. *Environment, Development and Sustainability* **5**, 371–382. doi:10.1023/A:1025725012903
- Berkes F, Colding J, Folke C (2000) Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* **10**(5), 1251–1262. doi:10.1890/1051-0761(2000)10[1251:ROTEKA]2.0.CO;2
- Bilbao BA, Leal AV, Méndez CL (2010) Indigenous use of fire and forest loss in Canaima National Park, Venezuela. Assessment of and tools for alternative strategies of fire management in Pemón indigenous lands. *Human Ecology* **38**, 663–673. doi:10.1007/S10745-010-9344-0
- Brenner L (2009) Aceptación de políticas de conservación ambiental: el caso de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. *Economía, Sociedad y Territorio* **9**(30), 259–295.
- Brower LP, Williams EH, Slayback DA, Fink LS, Ramírez MI, Zubieta RR, Limón-García MI, Gier P, Lear JA, Van Hook T (2009) Oyamel fir forest trunks provide thermal advantages for overwintering monarch butterflies in Mexico. *Insect Conservation and Diversity* **2**, 163–175. doi:10.1111/J.1752-4598.2009.00052.X
- Butz RJ (2009) Traditional fire management: historical fire regimes and land use change in pastoral east Africa. *International Journal of Wildland Fire* **18**, 442–450. doi:10.1071/WF07067
- Cabrera-García L (2006) Linking social and ecological dynamics for bird conservation: protecting the endangered Sierra Madre Sparrow in Chichinautzin, Mexico. PhD thesis, McGill University, Montreal, Canada.
- Cantú MX (2013) Incendios del 2012 en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca: caracterización y respuesta institucional. BSc thesis, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, México.
- Carroll MS, Cohn PJ, Paveglio TB, Drader DR, Jakes PJ (2010) Fire burners to firefighters: the Nez Perce and fire. *Journal of Forestry* **108** (2), 71–76.
- Christianson A (2014) Social science research on indigenous wildfire management in the 21st century and future research needs. *International Journal of Wildland Fire* **24**, 190–200. doi:10.1071/WF13048
- CONANP (2001) Programa de manejo Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. CONANP-SEMARNAT. (México, DF)
- CONANP (2011) Estrategia y lineamientos de manejo del fuego en Áreas Naturales Protegidas. CONANP. (México, DF)
- Cornejo-Tenorio MG, Casas A, Farfán B, Villaseñor JL, Ibarra-Manríquez G (2003) Flora y vegetación de las zonas núcleo de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **73**, 43–62.
- D'Antonio CM, Vitousek CM (1992) Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology and Systematics* **23**, 63–87. doi:10.1146/ANNUREV.ES.23.110192.000431
- Denzin NK, Lincoln S (Eds) (2000) 'Handbook of qualitative research.' 2nd edn. (Sage Publications Inc.: USA)
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2000) Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Mariposa Monarca. Diario Oficial de la Federación 10 de noviembre de 2000 (México, DF)
- Eriksen C, Hankins DL (2014a) The retention, revival and subjugation of indigenous fire knowledge through agency fire fighting in eastern Australia and California, USA. *Society & Natural Resources* **27**(12), 1288–1303. doi:10.1080/08941920.2014.918226
- Eriksen C, Hankins DL (2014b) Indigenous fire knowledge retention: spatial, temporal, gendered. In 'Gender and wildfire: landscapes of uncertainty'. (Ed. C Eriksen) pp. 94–111. (Routledge: New York)
- Eriksen C, Hankins DL (2015) Colonisation and fire. Gendered dimensions of indigenous fire knowledge retention and revival. In 'The Routledge handbook of gender and development'. (Eds A Coles, L Gray, J Momsen). pp. 129–137. (Routledge: New York)
- Fache E, Moizo B (2015) Do burning practices contribute to caring for country? Contemporary uses of fire for conservation purposes in indigenous Australia. *Journal of Ethnobiology* **35**(1), 163–182. doi:10.2993/0278-0771-35.1.163
- Fontana A, Frey JH (2008) The interview. From structured questions to negotiated. In 'Handbook of qualitative research'. (Eds NK Denzin, Y Lincoln). pp. 115–160. (Sage Publications Inc.: Thousand Oaks, CA)
- Fulé PZ, Covington WW (1997) Fire regimes and forest structure in the Sierra Madre Occidental, Durango, Mexico. *Acta Botánica Mexicana* **41**, 43–79.
- Fulé PZ, Ramos-Gómez M, Cortés-Montañón C, Miller AM (2011) Fire regime in Mexican forest under indigenous resource management. *Ecological Applications* **21**(3), 764–775. doi:10.1890/10-0523.1
- García E (1997) Climatología de la zona de hibernación de la mariposa monarca en la Sierra Transvolcánica de México, invierno 1991–1992. *Serie Varia* **16**, 5–26.
- Gómez-Pompa A, Kaus A (1992) Taming the wilderness myth. *Bioscience* **42**(4), 271–279. doi:10.2307/1311675
- Hernández E (1959) La Agricultura en la Península de Yucatán. In 'Los recursos naturales del Sureste y su aprovechamiento'. (Ed. E Beltrán) pp. 3–57. (Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables: México, DF)
- Heyerdahl EK, Alvarado E (2003) Influence of climate and land use on historical surface fires in pine-oak forests, Sierra Madre Occidental, Mexico. In 'Fire and climatic change in temperate ecosystems of the western Americas'. (Eds TT Veblen, WL Baker, G Montenegro, TW Swetnam). pp. 196–217. (Springer-Verlag, Ecological Studies 160: New York, NY)
- Honey-Rosés J (2009) Illegal logging in common property forests. *Society & Natural Resources* **22**, 916–930. doi:10.1080/08941920903131120
- Hoth J (1995) Mariposa monarca, mitos y otras realidades aladas. *Ciencias* **37**, 19–28.
- Huffman M (2013) The many elements of traditional fire knowledge: synthesis, classification, and aids to cross-cultural problem solving in fire-dependent systems around the world. *Ecology and Society* **18**(4), 3. doi:10.5751/ES-05843-180403
- INEGI (2010) Censo de población y vivienda 2010 principales resultados por localidad. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía: Aguascalientes, México)
- Jardel-Peláez E (2010) 'Planificación del manejo del fuego.' Universidad de Guadalajara, Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente AC, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible AC. (Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza AC: Autlán, México)
- Jardel-Peláez EJ, Castillo-Navarro F, Ramírez-Villeda R, Chacón JC, Balcázar-Medina OE (2004) Los incendios forestales en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima. In 'Incendios forestales en México.' (Eds L Villers, J López-Blanco) pp. 143–160. (Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM: México DF)
- Kleinman PJA, Pimentel D, Bryant RB (1995) The ecological sustainability of slash-and-burn agriculture. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **52**, 235–249. doi:10.1016/0167-8809(94)00531-I
- Kull C (2002) Madagascar aflame: landscape burning as peasant protest, resistance, or a resource management tool? *Political Geography* **21**, 927–953. doi:10.1016/S0962-6298(02)00054-9
- LaRochelle S, Berkes F (2003) Traditional Ecological knowledge and practice for edible wild plants: biodiversity use by the Rarámuri in the Sierra Tarahumara, Mexico. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* **10**, 361–375. doi:10.1080/13504500309470112
- Levy S, Aguirre R (2000) El aprovechamiento agrícola intensivo de los Hubchés (acahuales o comunidades secundarias) de Yucatán. *Revista Geográfica* **128**, 79–103.

- López H (1998) La metodología de la encuesta. In 'Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación.' (Ed. JL Galindo C) pp. 33–73. (Pearson-Addison Wesley: México, DF)
- Manson R, Jardel-Peláez, Jiménez-Espinoza M, Escalante-Sandoval C (2009) Perturbaciones y desastres naturales: impacto sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico. In 'Capital Natural de México, Volumen II, Estado de conservación y tendencias de cambio.' (Comps. R Dirzo, R González, IJ March). pp. 131–184. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: México, DF)
- Martínez-Torres HL, Cantú M, Ramírez-Ramírez MI, Pérez-Salicrup D (2015) Fires and fire management in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve. In 'Monarchs in a changing world: biology and conservation of an iconic insect.' (Eds KS Oberhauser, KR Nail, S Altizer). pp. 179–189. (Cornell University Press: Ithaca, New York, NY).
- Mathews AS (2003) Suppressing fire and memory: environmental degradation and political restoration in the Sierra Juárez of Oaxaca 1887–2001. *Environmental History* 8(1), 77–108. doi:10.2307/3985973
- Mathews AS (2005) Power/knowledge, power/ignorance: forest fires and the state in Mexico. *Human Ecology* 33(6), 795–820. doi:10.1007/S10745-005-8211-X
- Mbow C, Nielsen TT, Rasmussen K (2000) Savanna fires in east-central Senegal: distribution patterns, resources management and perceptions. *Human Ecology* 28(4), 561–583. doi:10.1023/A:1026487730947
- Merino L, Hernández M (2004) Destrucción de instituciones comunitarias y deterioro de los bosques en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Sociología* 66(2), 261–309. doi:10.2307/3541458
- Miller AM, Davidson-Hunt I (2010) Fire, agency and scale in the creation of aboriginal cultural landscapes. *Human Ecology* 38, 401–414. doi:10.1007/S10745-010-9325-3
- Monzón-Alvarado C, Waylen P, Keys E (2014) Fire management and climate variability: challenges in designing environmental regulations. *Land Use Policy* 39, 12–21. doi:10.1016/J.LANDUSEPOL.2014.03.003
- Myers RL (2006) 'Living with fire: sustaining ecosystems and livelihoods through integrated fire management.' (The Nature Conservancy: Arlington, VA)
- Navarrete JL, Ramírez MI, Pérez-Salicrup D (2011) Logging within protected areas: spatial evaluation of the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico. *Forest Ecology and Management* 262, 646–654. doi:10.1016/J.FORECO.2011.04.033
- Noy C (2008) Sampling knowledge: the hermeneutics of snowball sampling in qualitative research. *International Journal of Social Research Methodology* 11(4), 327–344. doi:10.1080/13645570701401305
- Oberhauser K, Cotter D, Davis D, Décaire R, Elton A, Galindo-Leal C, Gallina MP, Howard E, Lauriault J, Macziewski W, Malcolm S, Martínez F, Medina J, McRae M, Nernberg D, Pisanty I, Ramírez MI, Reyes JJ, Wilson A (2008). North American monarch conservation plan. (Commission for Environmental Cooperation: Canada).
- Pausas JG, Keeley JE (2009) A burning story: the role of fire in the history of life. *Bioscience* 59(7), 593–601. doi:10.1525/BIO.2009.59.7.10
- Pyne SJ (1996) 'World fire, the culture of fire on Earth.' (University of Washington Press: Seattle).
- Raish C, González-Cabán A, Condie CJ (2005) The importance of traditional fire use and management practices for contemporary land managers in the American southwest. *Environmental Hazards* 6, 115–122. doi:10.1016/J.HAZARDS.2005.10.004
- Ramírez MI (2001) Cambios en las cubiertas del suelo en las Sierra de Angangueo, Michoacán y Estado de México, 1971–1994–2000. *Investigaciones Geográficas* 45, 39–55.
- Ramírez MI, Miranda R, Zubieta R, Jiménez M (2007) Land cover and road network for the Monarch Butterfly Biosphere Reserve in Mexico, 2003 *Journal of Maps* 3, 181–190. doi:10.1080/JOM.2007.9710837
- Ramírez MI, Sáenz-Romero C, Rehfeldt GE, Salas-Canela L (2015) Threats to the availability of overwintering habitat in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve: land use and climate change. In 'Monarchs in a changing world: biology and conservation of an iconic insect.' (Eds KS Oberhauser, KR Nail, S Altizer). pp. 157–168. (Cornell University Press: Ithaca, New York).
- Rendón-Salinas E, Ramírez-Galindo G, Pérez-Ojeda J, Galindo-Leal C (Eds) (2007) Cuarto Foro Regional Mariposa Monarca Memorias. (WWF: México, DF).
- Rodríguez I (2004) Conocimiento indígena vs científico: el conflicto por el uso del fuego en el parque nacional Canaima, Venezuela. *Interciencia* 29(3), 121–129.
- Rodríguez-Trejo DA, Fulé P (2003) Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal. *International Journal of Wildland Fire* 12(1), 23–37. doi:10.1071/WF02040
- Rodríguez-Trejo DA, Myers TL (2010) Using oak characteristics to guide fire regime restoration in Mexican pine-oak and oak forests. *Ecological Research* 28(3), 304–323. doi:10.3368/ER.28.3.304
- Rodríguez-Trejo DA, Martínez-Hernández PA, Ortiz-Contla H, Chavarría-Sánchez MR, Hernández-Santiago F (2011) The present status of fire ecology, traditional use of fire, and fire management in Mexico and Central America. *Fire Ecology* 7(1), 40–56. doi:10.4996/FIRECOL.OGY.0701040
- Sáenz-Romero C, Rehfeldt GE, Duval P, Lindig-Cisneros RA (2012) *Abies religiosa* habitat prediction in climatic change scenarios and implications for monarch butterfly conservation in Mexico. *Forest Ecology and Management* 275, 98–106. doi:10.1016/J.FORECO.2012.03.004
- Salcedo S, Guzmán L (2014) El concepto de la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. In 'Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política.' (Eds S Salcedo, L Guzmán). pp. 17–34. (Food and Agriculture Organization: Santiago, Chile).
- SEMARNAT (2009) Norma oficial mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA 2007, que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario. Diario Oficial de la Federación 16 enero 2009 (México, DF).
- SEMARNAT (2014) Anuario estadístico de producción forestal 2013. (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales: México, DF).
- Simmons CS, Walker RT, Wood CH, Arima E, Cochrane MA (2004) Wildfires in Amazonia: a pilot study examining the role of farming systems, social capital and fire contagion. *Journal of Latin American Geography* 3(1), 81–95. doi:10.1353/LAG.2005.0016
- Stephens SL, Ruth LW (2005) Federal forest-fire policy in the United States. *Ecological Applications* 15(2), 532–542. doi:10.1890/04-0545
- Toledo VM, Ortiz-Espejel B, Cortés L, Moguel P, Ordoñez MJ (2003) The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: a case of adaptive management. *Conservation Ecology* 7(3), 9.
- UNESCO (2009) Decisions adopted at the 32nd session of the world heritage committee, Quebec City 2008. (UNESCO World Heritage Centre: Paris, France).
- Urquhart FA, Urquhart NR (1976) The overwintering site of the eastern population of the monarch butterfly (*Danaus P. Plexippus*; DANAI-DAE) in southern Mexico. *Journal of the Lepidopterists Society* 30(3), 153–158.
- Valdivia C, Gilles J (2001) Gender and resource management: households and groups, strategies and transitions. *Agriculture and Human Values* 18, 5–9. doi:10.1023/A:1007608717996
- Velasco JJ (2002) 'Subsistencia campesina y desarrollo sustentable en la región monarca.' (Universidad Autónoma del Estado de México: Toluca, México).
- Villaseñor JL, Espinosa FJ (1998) 'Catálogo de malezas de México.' (Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Cultivo Fitosanitario, Fondo de Cultura Económica: México, DF)


## **Capítulo 4. Fire management in a Natural Protected Area: What do key local actors say?**

(Artículo publicado)

Cita: Martínez-Torres, H. L., D. R. Pérez-Salicrup, A. Castillo y M. I. Ramírez. 2018. Fire management in a Natural Protected Area: What do key local actors say?. *Human Ecology* 46: 515-528. <https://doi.org/10.1007/s10745-018-0013-z>



## Fire Management in a Natural Protected Area: What Do Key Local Actors Say?

H. Leonardo Martínez-Torres<sup>1</sup> · Diego R. Pérez-Salicrup<sup>1</sup>  · Alicia Castillo<sup>1</sup> · M. Isabel Ramírez<sup>2</sup>

© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2018

### Abstract

Public policies on fire in forest ecosystems are changing from fire-fighting and suppression to an integrated management approach that incorporates ecological and social considerations. However, policy implementation is usually directed by central governments without considering local actors. We identified key local actors in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico. This is an important natural protected area of high socio-environmental complexity and the overwintering sites of monarch butterfly that migrate from Canada and United States every year. We applied network and grounded theories to analyze qualitative information derived from semi-structured interviews with 28 key local actors including government employees, local inhabitants, non-governmental organization and academic personnel. We identified actors who play essential roles in local fire management. Aside from fire-fighting, local actors engage in fire prevention, habitat restoration, research, training, planning, coordination, and communication activities that are specific to a spatial, temporal, institutional, and environmental context of fire management. The incorporation of the concepts that local actors associate with fire knowledge, behavior, and regimes would result in better planning for fire management in the short, medium, and long-term.

**Keywords** Fire adapted communities · Mexico · Monarch Butterfly Biosphere Reserve · Wildfires

### Introduction

Fire management (FM) is a process that includes a series of technical, communication, and institutional interventions to conserve, use, and restore fire prone forest ecosystems (Castillo 2003; Jardel 2010). It should consider fire regimes and cultural uses of fire, while preventing and mitigating the ecological and social impacts of wildfires (Jardel 2010), and should be part of broader ecosystem management strategies (Agee 1993; Christensen *et al.* 1996; Maass *et al.* 2010). In recent decades, forest management based on adaptive, community inclusive, trans-disciplinary, and integrated approaches has been promoted (Jardel 2010; Williams *et al.* 2012; McCaffrey *et al.* 2013; Bosomworth *et al.* 2015; Diaz *et al.* 2015).

FM has been advanced as an alternative to forest fire-fighting and suppression policies that were imposed by central governments in various countries during most of the twentieth century and frequently ignored the vision and interests of social groups such as indigenous peoples and local farmers and consequently often led to conflicts at various levels (Gottesfeld 1994; Kull 2002; Mathews, 2003; Mistry *et al.* 2005; Rodríguez 2006; Bilbao *et al.* 2010; Christianson, 2015; Fache and Moizo 2015; Rodríguez-Trejo 2015; Eid and Haller 2018). One of the main challenges of FM as a public policy is to incorporate the vision, knowledge, interests, and responsibilities of the local communities in forest ecosystems prone to fires (Mbow *et al.* 2000; Bilbao *et al.* 2010; Williams *et al.* 2012; McCaffrey *et al.* 2013; Monzón-Alvarado *et al.* 2014; Diaz *et al.* 2015; McLennan and Ebum 2015), avoiding the imposition of ideas that are not necessarily shared by local actors (Carroll *et al.* 2010; Fache and Moizo 2015; Eid and Haller 2018). Hence, it is crucial to identify local actors and understand their views regarding fire management.

We consider key local actors (KLA) as a set of institutions or individuals linked to one another by social relationships whose actions and decisions have direct repercussions in FM dynamics (Lozares 1996). The diversity and complexity of KLA will vary

✉ Diego R. Pérez-Salicrup  
diego@iies.unam.mx

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, 58190 Morelia, Michoacán, Mexico

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México, 58190 Morelia, Michoacán, Mexico

depending on their cultural identity, socioeconomic situation, or the complexity of the FM challenge. Far from being a homogeneous group, KLA linked to FM may have varied, both divergent and complementary knowledge, opinions, background, and values (Kull 2002; Schindler *et al.* 2009; McCaffrey *et al.* 2011; Diaz *et al.* 2015; Fache and Moizo 2015). Several studies indicate the importance of identifying and recognizing KLA in the study of FM, identifying their ideas and concepts (Kull 2002; Koebele *et al.* 2015; McLennan and Eburn 2015), relating their values and attitudes to FM (Váske *et al.* 2001; Absher *et al.* 2008), and documenting how they interact and coordinate to make FM possible in an area (Schindler *et al.* 2009).

The number of fire studies with a socio-ecological orientation has increased in the last two decades (Rodríguez-Trejo *et al.* 2011; McCaffrey *et al.* 2013; Bosomworth *et al.* 2015). For example, Schindler *et al.* (2009) found differences in the perceptions and treatments of fuels among localities in the same ecological region. McCaffrey *et al.* (2013) suggest that while fire is a biophysical phenomenon, its management is a social process. A large number of case studies include descriptions of indigenous fire management and burn regimes (Bird *et al.* 2005; Mistry *et al.* 2005; Raish *et al.* 2005; Butz 2009; Fulé *et al.* 2011; Huffman 2013) or of community-based FM planning in rural areas (Monzón-Alvarado *et al.* 2014; Sheridan *et al.* 2015; Martínez-Torres *et al.* 2016). In these studies, we consistently find adaptive fire management strategies that change according to socio-ecological conditions and incorporate traditional practices with modern FM techniques (Carroll *et al.* 2010; Martínez-Torres *et al.* 2016). We also find the emergence of new FM perspectives encompassing gender, age group, cultural background, or academic education (Diaz *et al.* 2015; Eriksen and Hankins 2015; Towers 2015). Recent research has documented the benefits of understanding and incorporating local views about FM into public policies (McCaffrey *et al.* 2013; Eid and Haller 2018) but there very few studies conducted in Mexico (Rodríguez-Trejo *et al.* 2011).

Other aspects of FM addressed in recent research include perceptions of and reactions to risk of forest fires in fire prone communities (McCaffrey 2015). These projects have promoted new strategies such as participatory mapping and Wildland Urban Interface (WUI) analyses (Dennis *et al.* 2005; Brenkert-Smith 2010; Mutch *et al.* 2011; Williams *et al.* 2012; McCaffrey *et al.* 2013; Diaz *et al.* 2015; McCaffrey *et al.* 2015). They have also been instrumental in identifying KLA previously overlooked, such as organized citizen groups (Schindler *et al.* 2009), local leaders, farmers, and even children who can help develop community FM plans (Koebele *et al.* 2015; Sheridan *et al.* 2015; Towers 2015). This recent research has underscored the importance of stakeholder interactions and fire learning networks (McCaffrey *et al.* 2013), such as the Fire Adapted Communities Learning Network in the U.S. or the Fire Management Learning Community (CAMAFU) in Mexico. However, information is still lacking about how these concepts

are permeating KLA who are external to these networks, academic groups, and the scientific literature.

Fire research is essential in Natural Protected Areas (NPA) given their importance for the preservation of ecosystem processes and services (Stephens and Ruth 2005; Maass *et al.* 2010). In the case of Mexico, most NPA were created during the twentieth century in areas already occupied by communities of diverse backgrounds and cultures. Therefore, aside from seeking ecosystem conservation, they also attempt to promote sustainable use of natural resources by the residents (Durand and Jiménez 2010). In this context, Federal Government institutions have attempted to incorporate social and ecological aspects of fire management in NPA (CONANP 2011; CONAFOR 2016), as well as partnerships among universities, local government departments, and non-governmental organizations (NGOs) related to fire in NPAs in Mexico (Maass *et al.* 2010; Jardel-Peláez *et al.* 2010; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011).

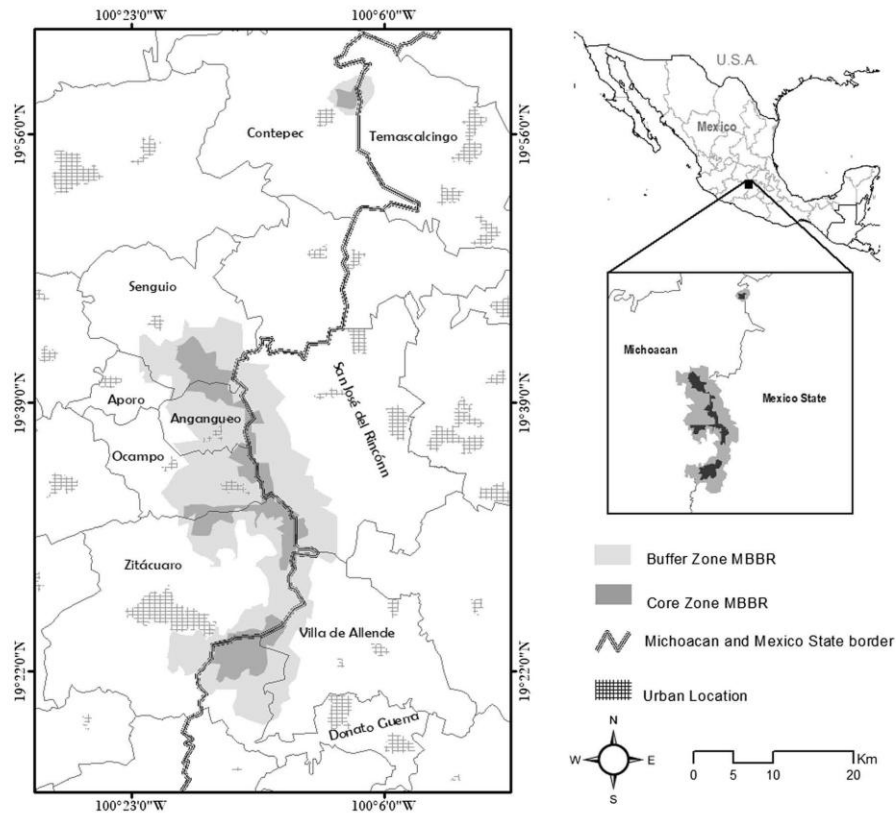
Research on FM in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve (MBBR) is very recent (Martínez-Torres *et al.* 2015), despite the fact that since its creation in 1986 forest fires were identified as one of the main threats to forest integrity (CONANP 2001; Rendón-Salinas *et al.* 2007; Honey-Rosés 2009). During all these years the main strategy for FM has centered on fighting and suppressing forest fires (Cantú 2013, Martínez-Torres *et al.* 2015). Local stakeholders have not been involved in decision-making (Merino and Hernández 2004; Brenner 2009; Martínez-Torres *et al.* 2016).

In this study, we bring focus on the perceptions, self organization, interests, knowledge, and ideas of KLA on FM. Our objectives are to: 1) identify KLA related to fire management in the MBBR; 2) analyze the network of interactions among KLA regarding FM; and 3) describe how KLA understand and use concepts related to FM. Our results provide the basis to incorporating KLA and other decision-makers input into designing policies and planning FM in this NPA, but the process could be replicated in other contexts.

## Methods

### Study Area

The MBBR has been declared a World Heritage Site by UNESCO (2009). It contains the main overwintering sites of monarch butterflies (*Danaus plexippus* L.) that migrate annually from Canada and the United States to Mexico (Brower *et al.* 2009). The NPA is located in central Mexico on the border of Michoacán and Mexico State (Fig. 1), with an extension of 56,259 ha in ten municipalities of both states (CONANP 2001). Its topography is rugged and hilly with elevations between 2400 to 3600 m (CONANP 2001). The prevailing climate is temperate sub-humid with summer rains and sparse winter rains, with average annual temperatures of 22° C and



**Fig. 1** Location of the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico

annual precipitation that ranges between 700 mm and 1250 mm in different portions of the reserve (García 1997). The dominant vegetation types include fir forests (*Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham.), pine and oak forests (*Pinus pseudostrobus* Lindl. and *Quercus* spp.), and natural grasslands (Comejo-Tenorio and Ibarra-Manríquez 2017). However, only 55% of the surface is dense forest, another 25% is disturbed open forest, and at least 20% has non-forested land cover, consisting mainly of introduced crops and pastures (Ramírez *et al.* 2009).

More than 28,000 people live in nearly 100 rural settlements located within the MBBR, but the surrounding area, which includes the towns and cities that maintain a close social, economic, or ecological interactions with the MBBR, has a population of half a million (CONANP 2001; INEGI 2010). Most of the MBBR is under social property regimes, which include 57 *ejidos* and 13 Mazahua and Otomi indigenous communities. There are also 21 private pieces of land, and Federal and State Government properties (CONANP 2001; Honey-Rosés 2009; Ramírez *et al.* 2009). *Ejidos* are a form

of land tenure derived from the 1910–1917 Mexican Revolution that currently combines private and common use areas in communal property (Warman 2001). Like *ejidos*, indigenous communities consist of a common-use area, usually under formal forest management, as well as small agricultural parcels, usually less than two hectares, assigned to individual *comunero* families. Each *ejidatario* or *comunero* decides the specific uses of his/her parcel, but decisions regarding common-use areas are made collectively and the benefits obtained from forest harvesting are shared. Authorities are elected every three years by the *ejidatarios* and *comuneros* themselves. However, *ejidatarios* and *comuneros* are currently a minority of the inhabitants of the rural communities in the MBBR, since most of the population currently consists of “*avecindados*” (settlers with no land rights). The main economic activities within the MBBR are agriculture, low-density livestock production, forestry, and tourism, although many inhabitants migrate temporarily to work in nearby cities or even to the United States (CONANP 2001; Brenner 2006; Navarrete *et al.* 2011).

## Participatory Observation and Interviews

We used a qualitative approach (Taylor and Bogdan 1987; Hernández-Sampieri *et al.* 2010) to understand FM from the standpoint of the local actors involved in fire management practices on their own land. Data were obtained using participatory observation methods and through semi-structured interviews (López 1998; Hernández-Sampieri *et al.* 2010). Participatory observation consisted of taking notes while we accompanied firefighting brigades, farmers when they used fire in their activities, during our attendance to meetings about FM planning, and to local courses on fire prevention and forest firefighting. We developed a semi-structured interview format based on literature and previous FM research in the MBBR (Cantú 2013; Martínez-Torres *et al.* 2015). The interview included questions about five topics: 1) information about the institution or person being interviewed and their role related to FM in the MBBR, 2) the institutions and/or persons considered part of FM in the MBBR, 3) knowledge and opinions about FM, 4) perceptions of the ecological and social impacts of FM in the MBBR, and 5) factors that may help or hinder their FM activities. Participatory observation and interviews were carried out between January 2012 and December 2015, with the bulk of interviews conducted during the fire or burning seasons (November–May) of 2013 and 2014.

At the beginning of each interview, we explained the research objectives, asked for permission to audiotape the conversations, and guaranteed the protection of personal data as defined in the Mexican legislation (LFPDP 2010). We used photographs of different kinds of forest fires to help us describe forest fires and their impacts (Quigley *et al.* 2014). The interviews and data collection were carried out to the theoretical saturation point (Strauss 1987), i.e., the point at which our interviews were not providing new information.

We interviewed 34 key informants from government institutions, NGOs, academia, firefighter brigadiers, and traditional fire users in the MBBR. The interviews lasted on average 42.5 min (ranging from 6 to 90 min). Nine interviews were held in the State of Mexico and 25 in Michoacán. The apparent asymmetry between KLA in both States is due to the fact that several Federal Government agencies and NGOs associated with the MBBR are located in Michoacán. Only three interviewees were women, all of them belonging to NGOs (Civil Society).

## KLA Network Identification and Analysis

To identify the KLA we used the snowball method, which consists of starting with a known key informant, and asking him/her about other stakeholders that he/she considers important (Noy 2008). The first contact was with the person in

charge of forest fire prevention and firefighting of the National Commission of Protected Natural Areas (CONANP) in the MBBR. When it was not possible to contact some of the KLA for interviews, we described the KLA based on the descriptions of other interviewees.

Through interviews and participatory observation, we established the connections between each KLA when a relationship or mutual interest in some activity of FM existed. From this data, we constructed a presence or absence relationship matrix between the KLA (Lozares 1996; Morin-Lugo 2009). We used the NodeXL program (Basic Excel Template 2014, Version 1.0.1.361) and estimated three parameters to evaluate this interactions network. The first parameter, Betweenness Centrality indicates the importance of each KLA (vertices) as a bridge or connector between the different parts of the network; a larger number indicates a larger connectivity to the rest of the network players. The second parameter was Degree, which counts the number of times a KLA is related to the rest. The third parameter was the Eigenvector Centrality, which ponders the importance of each KLA considering the number of his/her direct connections plus the connections of their connections. Finally using the cluster Clauset-Newman-Moore algorithm of NodeXL we generated affinity groups of the KLA network. This algorithm helps to optimize the value of modularity, which is the most frequently used metric to measure the division of a network in groups according to the relationships that are established among its vertices (Clauset *et al.* 2004; Steinhaeuser and Chawla, 2010).

## Key Concepts of FM with Grounded Theory

To identify the concepts, ideas, and knowledge of KLA about FM, we used a qualitative approach supported by grounded theory analyses (Strauss 1987; Taylor and Bogdan 1987; Strauss and Corbin 1998). We transcribed the semi-structured interviews applied to the KLA and conducted a line by line analysis using ATLAS.ti version 7 software to identify the concepts and main ideas of FM. We constructed codes i.e., words or groups of words that represent the concepts and ideas mentioned by the interviewees. We used live codes (in vivo coding, in the first cycle) when we used the same words interviewees used to refer to a concept, and theoretical codes (*theoretical coding*, in the second cycle) when the concept they were referring to was already recognized in the FM literature. We were then able to identify groups or networks of codes that were related to each other to form code families (sub-categories) that in turn formed categories, i.e., concepts with a large degree of abstraction that expressed similar ideas. Among these categories, we chose a central category that relates the most to the rest of the categories. As we worked through the analysis we related the categories with each other using diagrams that explain FM in the MBBR.



## Results

### KLA Network Analysis

We identified 28 KLA based on the analyses of interviews (Table 1). The KLA were grouped in four main sectors and a variable number of subsectors:

1. Government sector (1.1 Federal, 1.2 State, and 1.3 Municipal subsectors);
2. MBBR inhabitants (2.1 Owners and holders of forest resources, and 2.2 Non-holders of forest resources subsectors);
3. Civil Society Organizations;
4. Academia (Table 1).

It is worth noting that we were unable to interview directly representatives of five KLA from the 28 we identified: the Secretariat of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries, and Alimentation (SAGARPA), the Federal Attorney for Environmental Protection (PROFEPA), owners of private properties, urban population, and the army (see Table 1).

The Betweenness Centrality parameter showed the clearest differences among the KLA, although the other parameters showed a similar trend (Table 2). The types of KLA with the greatest number of relationships (Degree) and Betweenness Centrality were state governmental institutions in charge of forestry issues, such as prevention and firefighting (COFOM-PROBOSQUE). In second and fourth place were the forest fire municipal manager and *ejido* and community authorities, that is, the lower levels of government. In the third and sixth place are the federal government institutions such as CONAFOR and CONANP-Director. In fifth place was the regional forest protection committees, which are government agencies that group stakeholders from all the identified sectors (Table 1). In the last places, with little relation to other actors were PROFEPA, a Federal Government agency, as well as research centers corresponding to the academic sector (Table 2).

The cluster analysis of the KLA network generated three groups (Fig. 2). Group 1 clustered most of the KLA that participate in the Regional Forest Protection Committees. Group 2, clustered all the forest firefighting brigades. Group 2 also includes the detection towers, closely related to the firefighting brigades and traditional fire users who form brigades when they oversee fire during their burns. Group 3 includes some of the KLA that participate less in the formal planning of FM, except for municipal fire managers and Forestry Associations who actively participate in the Regional Forest Protection Committees.

### FM Categories

We identified three objectives of FM in the MBBR from the qualitative discourse of KLA during the interviews. The most mentioned and important objective for the KLA is forest firefighting, and as part of this objective, some KLA also mentioned fire prevention and restoration of the burned sites. The second objective is the use of fire for agricultural, livestock, and forestry activities. This objective is essential to fire users, but also important in a very different way for government authorities who acknowledge its importance, although they associate it as the main cause of forest fires. The third objective is the understanding of fire behavior, including technical research, training, and empirical knowledge in the short, medium, and long-term. This objective was evident in the interviews with researchers from universities and research centers and was also mentioned by other KLA such as government sectors, brigades, and fire users for whom understanding fire is very important in the planning and development of their activities.

Through qualitative analysis we identified ten categories and 60 sub-categories that group together live codes and theoretical codes of FM (Table 3). The main category is “Fire Management Activities” (Fig. 3). When KLA were asked what they understood by fire management, they usually described one or more of the activities they carry out to meet the objectives mentioned above.

Around this main category, we recognized four categories that describe and explain the context in which activities associated with FM occur: “Temporary Dimension,” “Spatial Dimension,” “Social Dimension,” and “Environmental Dimension” (Table 3). Between the main category and these four categories, we constructed five more categories (Table 3). The “Fire Behavior” category refers to the behavior of forest fires and agricultural burns while flames or residual heat remain. In contrast, “Fire Regime” refers to the effects of fire and the characteristics that identify forest fires in the medium and long-term. The “Fire Knowledge” and “Fire Management Brigades” are closely related to the people that make FM possible in the MBBR. Finally, the “Fire Risks and Hazards” was identified as referring to how KLA perceive the threats of fire in the socio-ecosystem (Fig. 3).

### Discussion

Our results show an important variety of KLA, a network of interactions between them, and the diversity of concepts about FM in the MBBR. This information can be relevant to plan FM from a standpoint that acknowledges the needs, deficiencies, ideas, and strengths that are not always considered in public fire policies implemented by central governments (Kull 2002; Seijo and Gray 2012; Eid and Haller 2018).

**Table 1** Key Local Actors of fire management by affiliation sector, in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve MBBR

| Affiliation  | Key Local Actors   | Description  |
|--|--|--|
| 1. Governmental 1.1<br>Federal                                   | National Forestry Commission (CONAFOR),<br>CONAFOR forest fire prevention and firefighting brigades (CONAFOR-Brigade)<br>Director of the MBBR, National Commission of Protected Natural Areas (CONANP-Director),<br>Forest fire supervisor in the MBBR (CONANP-Fires),<br>CONANP-MBBR firefighting brigades (CONANP-Brigades),<br>Secretariat of Environment and Natural Resources (SEMARNAT),<br>Secretariat of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries, and Alimentation (SAGARPA),<br>Federal Attorney for Environmental Protection (PROFEPA),<br>Mexican army (Army),<br>Michoacán Forestry Commission and Forest Protector of the State of Mexico (COFOM-PROBOSQUE),<br>COFOM and PROBOSQUE Brigades (State-Brigades),<br>Regional Forest Protection Committees (Regional-forest-Committee). | Main institution in charge of forest fire prevention and firefighting. Coordinates FM as a public policy, but has had differential success in incorporating local needs and fire culture.<br>Best equipped and trained in firefighting brigades in Mexico, permanently employed. Although many times formed by local inhabitants, they act with little consideration of local culture on fire use.<br>Maximum authority of the MBBR. Directly influences management policies of the RBEM including FM. Closer to prevention and suppression of fire.<br>Directly in charge of planning prevention and firefighting, as well as CONANP's brigades. Very dependent on the decisions taken by the MBBR's Director.<br>Established temporarily by local inhabitants. Extensive member rotation. Lack of equipment and training. Specifically, in charge of fires inside the MBBR and its surrounding zone.<br>Responsible for Environment Policies in Mexico. Provides support, among other items, by funding environmental conservation subsidies, although these have not been linked to FM. Co-responsible for the Official Mexican Norm (NOM) -015 regarding the use of fire.<br>Responsible for Food Production Nationwide. The support and subsidies it provides to the agrarian sector have not been linked with the FM. Co-responsible for the Official Mexican Norm (NOM) -015 regarding the use of fire.<br>Sanctions and investigates environmental crimes. In the context of the MBBR, the most visible responsibility is against illegal logging, and intentional forest fires. Yet, there is a lack of human resources trained and involved with FM.<br>Participates in firefighting only in severe emergencies. Lack specialized training in FM.<br>In charge of forestry in Michoacán and State of Mexico, respectively. They have focused on firefighting and prevention. They have tried to incorporate FM in their public policies.<br>Established temporarily by local inhabitants. Extensive member rotation. Lack equipment and training. Respond to forest fires in the entire region, in addition to the MBBR.<br>Intra-institutional group of government, Non-Governmental Organizations, private businesses, <i>ejidos</i> , communities and academia dedicated to activities regarding forestry. They carry out planning, coordination, and communication of FM activities. Extensive member rotation.<br>Watch out for the appearance of forest fires from observation and detection surveillance towers. They help in the coordination and communication of the firefighting brigades.<br>Coordinate prevention and firefighting activities, including the municipal brigade. Their employment depends on how organized and interested each municipality is in the forests and fires.<br>Established temporarily by local inhabitants or municipal employees. Extensive member rotation. Lacks equipment and training. Respond to fires in their municipality although they also collaborate with the others.<br>Respond to fires in the wildland-urban interface, but lack equipment and specific training on forest fires and FM. Occasionally they establish specific brigades for forest fires.<br>Responsible for brokering financial and material resources of FM. Coordinate community brigades. Lack knowledge of legislation and regulation in FM matters.<br>Usually voluntary, sometimes permanent during the season, at other times established only during fires. Lack technical training and specialized firefighting equipment.<br>Very few implement a FM plan in their properties. Depend on response and government-supports to tackle fires.<br>Develop local knowledge on fire usage. The traditional uses of fire are usually identified as the main forest fires ignitions. |
| 1.2 State  | Local leaders with influence in their communities (Local-Leaders),<br>Inhabitants of rural communities without forest property rights <i>Avecindados</i> (Settlers),<br>Inhabitants of cities in the influence zone of the MBBR (Urban-People),<br>Non-Governmental Organizations (NGO).   | Influence the way the local inhabitants perceive forest fires (as something bad or beneficial). Pressure government authorities for the lack of support for firefighting. Usually they are <i>ejido</i> or indigenous community members.<br>Do not participate and are not included in FM planning. Their use of fire is restricted.   |
| 1.3 Municipal  | Forest fire detection tower (Detection-Tower),<br>Forest fires municipal manager (Municipality-Fires),<br>Municipal Firefighting Brigades (Municipality-Brigades),<br>Municipal Public Safety, urban fireman, and municipal police (PS-Firefighters-Police),<br>Indigenous communities and <i>ejido</i> authorities (Ejido-Community Authorities),<br>Community brigades of <i>ejidos</i> and communities (Ejido-Community-Brigades),<br>Particular owners of private properties (Private-Owners),<br><i>Campesinos</i> that use fire for agricultural, livestock or forest activities (Fires-Users).  | Usually voluntary, sometimes permanent during the season, at other times established only during fires. Lack technical training and specialized firefighting equipment.<br>Very few implement a FM plan in their properties. Depend on response and government-supports to tackle fires.<br>Develop local knowledge on fire usage. The traditional uses of fire are usually identified as the main forest fires ignitions.   |
| 2. MBBR's inhabitants 2.1 owners and holders of forest resources | Local leaders with influence in their communities (Local-Leaders),<br>Inhabitants of rural communities without forest property rights <i>Avecindados</i> (Settlers),<br>Inhabitants of cities in the influence zone of the MBBR (Urban-People),<br>Non-Governmental Organizations (NGO).   | Influence the way the local inhabitants perceive forest fires (as something bad or beneficial). Pressure government authorities for the lack of support for firefighting. Usually they are <i>ejido</i> or indigenous community members.<br>Do not participate and are not included in FM planning. Their use of fire is restricted.   |
| 2.2 Do not own forest resources                                  | Local leaders with influence in their communities (Local-Leaders),<br>Inhabitants of rural communities without forest property rights <i>Avecindados</i> (Settlers),<br>Inhabitants of cities in the influence zone of the MBBR (Urban-People),<br>Non-Governmental Organizations (NGO).   | Influence the way the local inhabitants perceive forest fires (as something bad or beneficial). Pressure government authorities for the lack of support for firefighting. Usually they are <i>ejido</i> or indigenous community members.<br>Do not participate and are not included in FM planning. Their use of fire is restricted.   |

Table 1 (continued)

| Affiliation                          | Key Local Actors   | Description   |
|--------------------------------------|--|---|
| 3. Civil Society Organizations (CSO) | Business associations, professionals, and forest producers (Forestry-Associations).<br>Local communication media: local newspapers, radio and television (Local-Media).<br>Universities and research centers (Research-Centers).<br>Local schools of different levels (Local-Schools). | Support establishment and equipping of community firefighting brigades. Rarely provide medium and long-term follow-up to FM due to lack of financial resources.<br>Participate in FM planning in the forest protection committees. Support firefighting and prevention but lack FM vision.<br>Inform when there is a forest fire and the firefighting. Have a strong influence on public opinion. Have little knowledge about ecology, local usage of fire and other aspects of FM.<br>Generate technical and scientific knowledge about FM in MBBR. Their participation has been sparse and only in recent years. They have not been able to disseminate knowledge generated about FM to the population.<br>Their lesson plans do not incorporate aspects related to knowledge about fire ecology, local usage of fire and FM. |
| 4. Academia                          |  |   |

The KLA network analysis suggests that the group with the greatest influence, considering the highest values in the parameters that were analyzed, are mainly government agencies, the most relevant being state forestry agencies in charge of prevention and forest firefighting (COFOM y PROBOSQUE). The strong influence of the latter may be because these agencies generate several connections between Federal Government institutions and those at the municipal, *ejido*, and community levels. In this sense, they function as bridging institutions among different stakeholders. The Forest Regional Committee also groups various institutions that plan the FM, as well as the local NGOs that serve as intermediaries between local inhabitants and government institutions. Despite the fact that Federal Government agencies have more financial and technical resources, the municipalities, *ejidos*, and communities were very relevant in the FM network analysis.

We found stakeholders who have been under-acknowledged in FM planning, such as fire brigades, or entirely excluded, such as settlers (*avecindados*). In several communities this last group outnumbers *ejidatarios* and indigenous community members (Honey-Rosés 2009), and commonly use fire for different purposes (Martínez-Torres *et al.* 2016). Another excluded KLA is the urban population that surrounds the MBBR, which is larger than those living within the boundaries of the NPA (INEGI 2010; CONANP 2001). These urban and settler populations exert an increasing social pressure on the actions of decision-makers when forest fires occur near their settlements. This opens a whole new range of demands for research projects, and the development of learning and citizen participation networks such as those functioning in other countries as “fire adapted communities” strategies (Bird *et al.* 2005; Schindler *et al.* 2009; McCaffrey *et al.* 2013; Koebele *et al.* 2015; Towers 2015).

The least influential sector in the stakeholder network included KLA who have not managed to integrate into local FM despite their knowledge. These include research centers, local media, and local schools that could otherwise have a considerable influence on a broad sector of the population. We also found KLA that despite a clear and important role according to Mexican legislation are not adequately participating in FM, at least in this NPA, such as SAGARPA, PROFEPA and private landowners (RLGDFS 2005; NOM-015 2009). Identifying the reasons why these KLA have not been involved in FM is complex, however it is indicative of the relative neglect of the forestry sector in Mexico and the lack of public policies that incorporate relevant sectors such as the agricultural or academic into fire management planning (Torres-Rojo *et al.* 2017).

We also identified KLA that have been constantly excluded from FM due to factors such as gender discrimination, prevalent in the forest sector and FM (Eriksen and Hankins 2015; Elias *et al.* 2017), or for not sharing the western vision of FM, as happens with traditional fire users (Bird *et al.* 2005;

**Table 2** Importance of Key Local Actors of Fire Management in the MBBR by three parameters of their interactions network: Betweenness Centrality, Degree, and Eigenvector Centrality (Calculated using NodeXL Basic Excel Template 2014, Version 1.0.1.361)

| Position in network | Key Local Actors<br>(Network's vertices) | Betweenness Centrality <sup>2</sup> | Degree <sup>1</sup> | Eigenvector Centrality <sup>3</sup> |
|---------------------|--|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 1                   | COFOM-PROBOSQUE                          | 47,48                               | 18                  | 0,068                               |
| 2                   | Municipality-Fires                       | 24,97                               | 14                  | 0,054                               |
| 3                   | CONAFOR                                  | 24,14                               | 15                  | 0,061                               |
| 4                   | Ejido-Community-Authorities              | 21,96                               | 14                  | 0,057                               |
| 5                   | Regional-Forest-Committee                | 17,93                               | 14                  | 0,057                               |
| 6                   | CONANP-Director                          | 14,88                               | 13                  | 0,054                               |
| 7                   | NGO                                      | 12,58                               | 12                  | 0,051                               |
| 8                   | CONAFOR-Brigades                         | 12,43                               | 12                  | 0,041                               |
| 9                   | State-Brigades                           | 11,89                               | 10                  | 0,028                               |
| 10                  | SEMARNAT                                 | 9,50                                | 11                  | 0,045                               |
| 11                  | Ejido-Community-Brigades                 | 9,49                                | 10                  | 0,030                               |
| 12                  | Fire-Users                               | 9,24                                | 8                   | 0,023                               |
| 13                  | CONANP-Brigades                          | 8,30                                | 10                  | 0,030                               |
| 14                  | CONANP-Fires                             | 8,18                                | 12                  | 0,054                               |
| 15                  | PS-Firemen-Police                        | 7,50                                | 8                   | 0,026                               |
| 16                  | Urban-People                             | 5,42                                | 6                   | 0,019                               |
| 17                  | Avecindados (settlers)                   | 5,16                                | 6                   | 0,018                               |
| 18                  | Forestry-Associations                    | 4,91                                | 8                   | 0,038                               |
| 19                  | Local-Leaders                            | 4,24                                | 10                  | 0,046                               |
| 20                  | Municipality-Brigades                    | 3,48                                | 9                   | 0,030                               |
| 21                  | Local-Media                              | 3,15                                | 8                   | 0,037                               |
| 22                  | Local-Schools                            | 1,84                                | 5                   | 0,022                               |
| 23                  | Private-Owners                           | 1,53                                | 4                   | 0,013                               |
| 24                  | Detection-Tower                          | 1,05                                | 7                   | 0,026                               |
| 25                  | SAGARPA                                  | 0,98                                | 3                   | 0,012                               |
| 26                  | Army                                     | 0,68                                | 4                   | 0,015                               |
| 27                  | Research-Centers                         | 0,09                                | 4                   | 0,020                               |
| 28                  | PROFEPA                                  | <0,001                              | 5                   | 0,026                               |

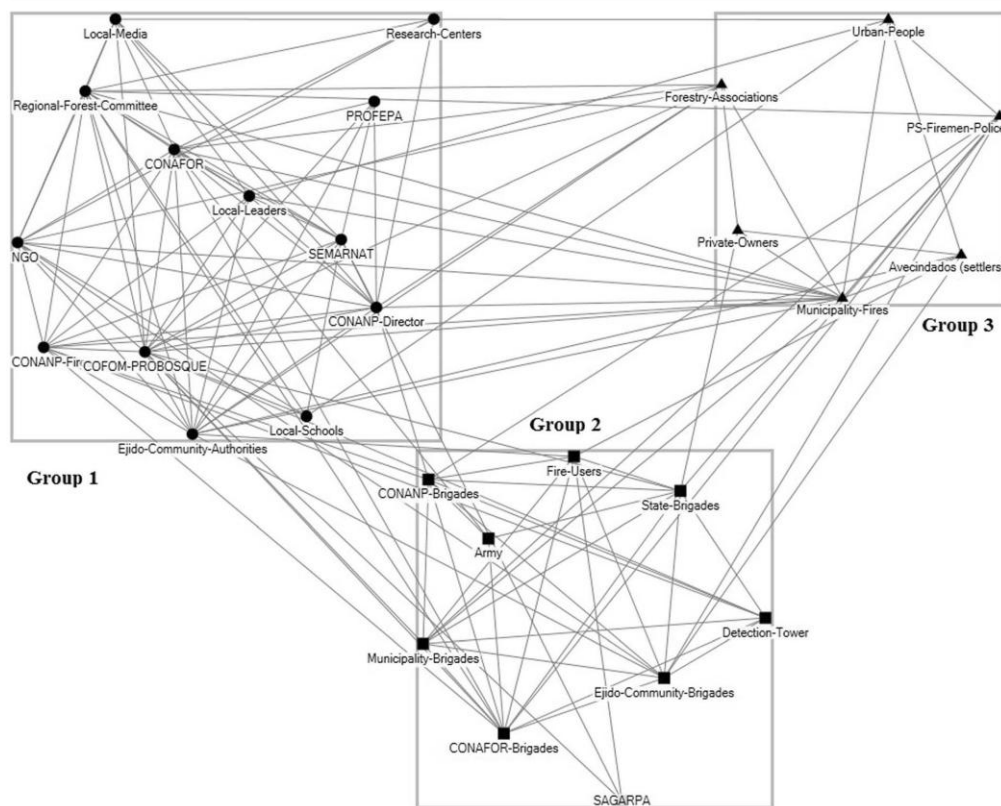
Rodríguez 2006; Fache and Moizo 2015). On this matter, CONAFOR recently promoted the incorporation of women in firefighting brigades (CONAFOR 2017) and academia has stressed the importance of the role of women in traditional fire knowledge (Fulé *et al.* 2011; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011; Martínez-Torres *et al.* 2016). However, we consider that more efforts are necessary to incorporate KLA that have been excluded from FM.

The KLA groups generated by network analysis may help guide FM training, organization, and planning efforts (Schindler *et al.* 2009). For example, Group 1 brings together most KLA that participate in the Regional Forest Committee promoted by the Forestry Law in Mexico (RLGDFS 2005). These committees have turned into a meeting place where KLA exchange information and negotiate, which is why we consider that the Mexican Forestry Law should strengthen them. Group 2 incorporated all forest firefighting brigades, as well as traditional users of fire, who can be viewed as brigades controlling fire during their burns (Martínez-Torres *et al.* 2016). A KLA not included in this group but which is important to consider is the PS-firefighters-police who participate in firefighting mainly on the Wildland-Urban Interface (WUI), who are frequently not trained to fight forest fires and do not have adequate firefighting equipment. Group 3 included stakeholders that are usually excluded from formal FM planning and we observed that these players frequently have negative views of forest fires. For this reason, it is important to

create a broader vision of FM beyond fire suppression, particularly among this group.

One important aspect we detected is the temporal activities of KLA associated with FM. We identified activities that are repeated constantly, generating important temporary cycles for KLA in the MBBR. This is the case of agricultural cycles, which determine the periods when traditional burns are carried out, which in turn are determined by climate, and by atmospheric conditions specific to an area. Having sound knowledge of this relationship may help in planning forest firefighting by determining the adequate conditions under which burns do not turn into uncontrolled wildfires (Bilbao *et al.* 2010; Monzón-Alvarado *et al.* 2014). Another important consideration for KLA is the period of time that brigade members remain employed in FM. This determines the notions that they consider in the short and medium terms as important FM activities. Finally, municipal governments change every three years, while Estate and Federal governments change every six years, which results in an important turnover of employees, limiting planning to these periods, and leaving aside long-term planning which is key to FM (Jardel 2010).

Regarding the spatial dimension, we found that it is key to understand FM regional dynamics and not only limit ourselves to the borders of the NPA (see Maass *et al.* 2010). In this case, regional forest management areas of COFOM and PROBOSQUE are key in local FM dynamics. We also found that KLA identified various landscape units that are linked to



**Fig. 2** Diagram of the relationship and groups between key local actors of fire management in the MBBR, Mexico

the different kinds of fires. In this sense, considering landscape units is key for FM decision-making (Bird *et al.* 2005; Butz 2009; Fulé *et al.* 2011; Lake *et al.* 2017) because the imposition of FM strategies that do not consider the spatial expertise of local actors has been shown to be inefficient (Rodríguez, 2006; Fache and Moizo, 2015).

Within the social dimension, we found a sub-category that was particularly influential in the Mexican context, which is land tenure. In Mexico, as well as in other countries, land tenure has been identified as a central element in the conflicts underlying many forest fires, in the organization of FM, and in the determination of who can use fire (Murdiyarto *et al.* 2004; Dennis *et al.* 2005; Sheridan *et al.* 2015; Martínez-Torres *et al.* 2016). In the particular context of the MBBR, it has been shown that State and Federal properties, which lack the permanent surveillance observed in *ejidos* and indigenous communities, are more exposed to illegal logging (Brower *et al.* 2017). Although *ejidos* and indigenous communities are not exempt from these problems (Honey-Rosés 2009), the best

forest conservation and FM strategies should include a regional vision and consideration of the different uses and types of land ownership, as well as the social and economic needs of the local inhabitants (Porter-Bolland *et al.* 2012).

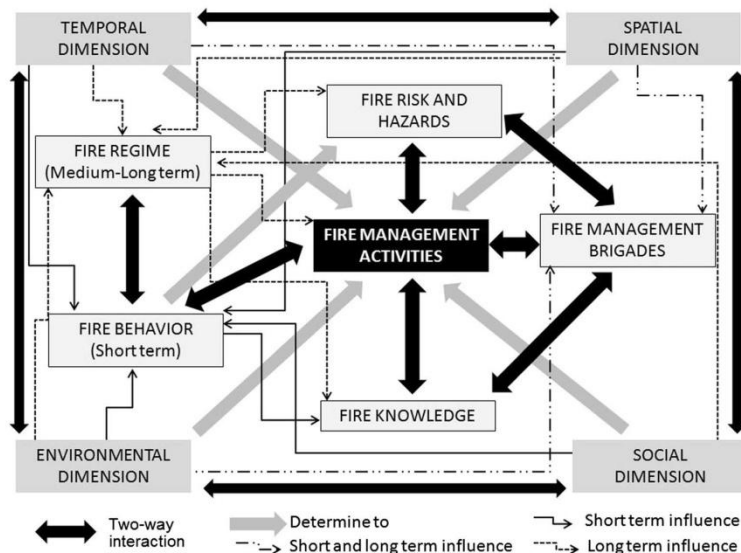
The environmental dimension identified in this project is highly related to how KLA perceive the effects of fire on the environment. The ideas of good fire or bad fire have been used to underscore the benefits as well as the damage that may be caused by a fire (Myers 2006). But these largely depend on local and cultural context. In this sense, we should not lose sight of the particular ecological features of the MBBR's coniferous forests which host the overwintering of monarch butterflies, although until now no direct effects of current fire use on the butterflies have been documented (Martínez-Torres *et al.* 2016).

In terms of FM, we found technical knowledge, traditional fire use (Martínez-Torres *et al.* 2016), and empirical knowledge developed by KLA in their daily planning, negotiations, and firefighting activities. The latter is very important in KLA decision-making. For example, personal experiences greatly

**Table 3** Categories and sub-categories of fire management in the MBBR, Mexico

| Categories                    | Sub-categories   |
|-------------------------------|--|
| I. Fire management Activities | 1.1 Firefighting, 1.2 Fire Prevention, 1.3 Restoration of burned sites, 1.4 Traditional Fire Use, 1.5 Research, 1.6 Training, 1.7 Planning and organization (established in laws, regulations, and formal government procedures), 1.8 Coordination and negotiation (i.e.: non-formal regulations and agreements), 1.9 Communication and outreach.  |
| II. Temporary dimension       | 2.1 One-day cycle (daily activities of KLA), 2.2 Fire or burn events (one or several days, and includes activities from the detection of fire or the beginning of a burn to fire extinction), 2.3 Fire or burn season (includes the months when wildfires and burns take place, November to May), 2.4 Annual cycle, 2.5 Medium term cycle (2–6 years, associated with changes in KLA in municipal, state or federal government), 2.6 Long term cycle (> 6 years, associated with government or policy changes not associated with change of government officials), 2.7 Semi-permanent KLA. |
| III. Spatial dimension        | 3.1 Within the MBBR (the distinction of what happens within or outside of the MBBR is locally important for fire management), 3.2 Outside the MBBR, 3.3 State of Michoacán, 3.4 State of Mexico, 3.5 Location of KLA, 3.6 Landscape units (recognized by KLA, and include different vegetation types, land use covers, topographic features and administrative considerations).  |
| IV. Social dimension          | 4.1 Regional economy, 4.2 Job Security of KLA, 4.3 Land tenure, 4.4 Laws, rules, and programs, 4.5 Fire governance, 4.6 Fire culture.  |
| V. Environmental dimension    | 5.1 Perception of the environmental importance for KLA, 5.2 Positive effects of fire, 5.3 Negative effects of fire, 5.4 Kinds of vegetation, 5.5 Fauna, soil, water.   |
| VI. Fire behavior             | 6.1 Weather, 6.2 Topography, 6.3 Forest fuels, 6.4 Types of fires, 6.5 Types of burns. All of these consider the fire behavior with flame or residual heat, both in forest fires as well as agricultural burns.  |
| VII. Fire regime              | 7.1 Size and shape, 7.2 Seasonality, 7.3 Intensity, 7.4 Severity, 7.5 Frequency, 7.6 Fire duration, 7.7 Name, location, and effects of fires. All these sub-categories consider features and effects of fire after flames and residual heat, in the mid- and long-term.  |
| VIII. Fire knowledge          | 8.1 Technical knowledge, 8.2 Traditional knowledge (associated with Traditional Fire Use), 8.3 Empirical knowledge (which could be developed by any KLA in its own activities), 8.4 Knowledge transmission (written, oral, visual, or any other type), 8.5 Who generates the knowledge, 8.6 Reports from wildfires (elaborated by the fire brigades).  |
| IX. Fire management brigades  | 9.1 What the brigades do, 9.2 Who is in the brigades, 9.3 Kinds of brigades, 9.4 Origin and training, 9.5 Equipment, tools, clothes, 9.6 Working conditions. We considered as brigades any group of KLA that carry out the FM activities.  |
| X. Fire risks and hazards     | 10.1 Ignition risks, 10.2 Danger to the brigadiers, 10.3 Hazards for the environment, 10.4 Hazards to society.   |

**Fig. 3** Diagram and relationships of the main fire management categories by their Key Local Actors, in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico



influence actions when facing fire risks and danger (Schindler *et al.* 2009; Bilbao *et al.* 2010; Brenkert-Smith *et al.* 2013; McCaffrey 2015; Christianson 2015; Diaz *et al.* 2015). These perceptions of fire risk and danger, which we grouped as one category, reflect the concerns of KLA about fires. Despite their importance, which has generated a growing research interest in the last decade in the United States, Europe, and Australia (Schindler *et al.* 2009; Mutch *et al.* 2011; McCaffrey *et al.* 2015), social perceptions of the risks and dangers in Mexico are research topics that have been rarely addressed (Jardel-Peláez *et al.* 2010).

Our qualitative analysis supported by grounded theory proved useful in identifying KLA and gathering information about their perceptions and perspectives on FM. However, future feedback and verification of the codes and categories identified in our analysis by the KLA are necessary. This new and revised base of codes and categories may facilitate further discussion of the concepts obtained or the emergence of new ones. In addition, this exercise would allow contrasting the ideas on FM in other NPAs, regions, or countries. Moreover, in this study, we only established relationships between KLA, without documenting their magnitude, direction, or type. After a feedback and verification study, a network analysis might allow documenting those relationship characteristics. Hence, it will be necessary to continue investigating the relationships of KLA networks although it is important not to lose sight that these networks are dynamic and subject to changes of the socio-ecosystem in which they are immersed.

Finally, we can state that FM in the MBBR is the set of activities developed by KLA to prevent, fight, use, and learn about fire in a temporal, spatial, social, and environmental context. This context, in turn, determines fire behavior, current fire regimes, and the knowledge that KLA may have and use about this phenomenon in the short, medium, and long-term. This case study supports the idea of FM as a socio-ecological and collective phenomenon where there are no isolated stakeholders and each player has different objectives that need to be reconciled (Bird *et al.* 2005; Schindler *et al.* 2009; Bilbao *et al.* 2010; Bosomworth *et al.* 2015; McLennan and Eburn 2015; Lake *et al.* 2017; Eid and Haller 2018). For this reason, we consider it urgent to foster more horizontal and inclusive dialogues that allow the acknowledgement of ideas and interests of the great diversity of KLA, their perceptions of FM (Schindler *et al.* 2009; Brenkert-Smith 2010; McCaffrey *et al.* 2011; Brenkert-Smith *et al.* 2013; Christianson 2015; Towers 2015) and with that, generate public policies adequate to each region, NPA or territory (Jardel 2010; Monzón-Alvarado *et al.* 2014).

**Acknowledgements** This paper is part of the PhD thesis of the first author at Posgrado en Ciencias Biológicas at Universidad Nacional Autónoma de México. Our gratitude to Mariana Cantú-Fernández, Salud Salas, Jairo López-Sánchez, and authorities of the CONANP-MBBR for their valuable collaboration, and all the institutions and KLA mentioned in this article for sharing their knowledge.

**Funding** This study was funded by project "Effects of Natural and Human Disturbances in Coniferous Forests in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve: Implications for Fire Management" (SEP-CONACyT 2010-154434). DPS received support from PASPA-DGAPA program of UNAM.

## Compliance with Ethical Standards

**Conflict of Interest** The first author has received a graduate studies scholarship from Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), and the 2013 Ph.D. scholarship of the International Association of Wildland Fire. The authors declare that they have no conflict of interests.

## References

- Absher J. D., Vaske J. J., and Bright A. D. (2008). Basic beliefs, attitudes, and social norms regarding wildland fire management in southern California. In Chavez D. J., Absher J. D. and winter L. (Eds.), fire social science research from the Pacific southwest research station: Studies supported by national fire plan funds. Gen. Tech. Rep. PSWGTR-209. Albany, CA, USA. pp 45–56.
- Agee J. K. (1993). Fire ecology of the Pacific northwest forest. Island press. Washington, D.C. p 493.
- Bilbao, B. A., Leal, A. V., and Méndez, A. L. (2010). Indigenous use of fire and forest loss in Canaima National Park, Venezuela. Assessment of and tools for alternative strategies of fire management in Pemón indigenous lands. *Human Ecology* 38: 663–673. <https://doi.org/10.1007/s10745-010-9344-0>.
- Bird, D. W., Bird, R. B., and Parker, C. H. (2005). Aboriginal burning regimes and hunting strategies in Australia's Western Desert. *Human Ecology* 33(4): 443–464. <https://doi.org/10.1007/s10745-005-5155-0>.
- Bosomworth, K., Handmer, J., and Thornton, R. (2015). The role of social science in the governance and management of Wildland fire. *International Journal of Wildland Fire* 24: 151–152. <https://doi.org/10.1071/WF15030>.
- Brenkert-Smith, H. (2010). Building bridges to fight fire: The role of informal social interactions in six Colorado wildland-urban interface communities. *International Journal of Wildland Fire* 19(6): 689–697. <https://doi.org/10.1071/wf09063>.
- Brenkert-Smith, H., Dickinson, K. L., Champ, P. A., and Flores, N. (2013). Social amplification of wildfire risk: The role of social interactions and information sources. *Risk Analysis* 33(5): 800–817. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2012.01917.X>.
- Brenner, L. (2006). Áreas Naturales Protegidas y ecoturismo: El caso de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Mexico. *Relaciones* 105(27): 237–265.
- Brenner, L. (2009). Aceptación de políticas de conservación ambiental: el caso de la Monarch Butterfly Biosphere Reserve. *Economía, Sociedad y Territorio* 9(30): 259–295.
- Brower, L. P., Williams, E. H., Slayback, D. A., Fink, L. S., Ramírez, M. I., Zubietta, R. R., Limón-García, M. I., Gier, P., Lear, J. A., and Van Hook, T. (2009). Oyamel fir forest trunks provide thermal advantages for overwintering monarch butterflies in Mexico. *Insect Conservation and Diversity* 2: 163–175. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2009.00052.x>.
- Brower, L. P., Williams, E. H., Jaramillo-López, P., Kust, D. R., Slayback, D. A., and Ramírez, M. I. (2017). Butterfly mortality and salvage logging from the march 2016 storm in the monarch butterfly biosphere Reserve in Mexico. *American Entomologist* 63(3): 151–164. <https://doi.org/10.1093/ae/tmx052>.
- Butz, R. J. (2009). Traditional fire management: Historical fire regimes and land use change in pastoral East Africa. *International Journal of Wildland Fire* 18: 442–450. <https://doi.org/10.1071/WF07067>.
- Cantú, M. X. (2013). Incendios del 2012 en la Monarch Butterfly Biosphere Reserve: caracterización y respuesta institucional. Tesis para obtener el grado de Licenciatura en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, México, Escuela Nacional de Estudios Superiores campus Morelia, p. 70.
- Carroll, M. S., Cohn, P. J., Paveglio, T. B., Drader, D. R., and Jakes, P. J. (2010). Fire burners to firefighters: The Nez Perce and fire. *Journal of Forestry* 108(2): 71–76.
- Castillo, A. (2003). Comunicación para el manejo de ecosistemas. *Tópicos en Educación Ambiental* 3(9): 58–71.
- Christensen, N. L., Bartuska, A. M., Brown, J. H., Carpenter, S., D'Antonio, C., Francis, R., Franklin, J. F., MacMahon, J. A., Noss, R. F., Parsons, D. J., Peterson, C. H., Turner, M. G., and Woodmansee, R. G. (1996). The report of the ecological Society of America Committee on the scientific basis for ecosystem management. *Ecological Applications* 6(3): 665–691. <https://doi.org/10.2307/2269460>.
- Christianson, A. (2015). Social science research on indigenous wildfire management in the 21st century and future research needs. *International Journal of Wildland Fire* 24: 190–200. <https://doi.org/10.1071/WF13048>.
- Clauset, A., Newman, M., and Moore, C. (2004). Finding community structure in very large networks. *Physical Review E* 70(6): 066111. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.70.066111>.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) (2016). Incendios forestales. Disponible en línea: <http://www.gob.mx/conafor/documentos/incendios-forestales-27734> (consultado 08/06/2017).
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) (2017). Participan mujeres combatientes en encuentro de manejo del fuego en Estados Unidos. Disponible en línea: <https://www.gob.mx/conafor/prensa/participan-mujeres-combatientes-en-encuentro-de-manejo-del-fuego-en-estados-unidos> (consultado 08/06/2017).
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) (2001). Programa de manejo Monarch Butterfly Biosphere Reserve. CONANP-SEMARNAT. Mexico. p138.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) (2011). Estrategia y lineamientos de manejo del fuego en Áreas Naturales Protegidas. CONANP. Mexico. p 36.
- Comejo-Tenorio, G., and Ibarra-Manríquez, G. (2017). Flora of the core zones of the Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Mexico: composition, geographical affinities and beta diversity. *Botanical Sciences* 95(1): 103–129. <https://doi.org/10.17129/botsci.803>.
- Dennis, R. A., Mayer, J., Applegate, G., Chokkalingam, U., Colfer, C. J. P., Kumiawan, I., Lachowski, H., Maus, P., Permana, R. P., Ruchiat, Y., Stolle, F., Suyanto, and Tomich, T. P. (2005). Fire, people and pixels: Linking social science and remote sensing to understand underlying causes and impacts of fires in Indonesia. *Human Ecology* 33(4): 465–504. <https://doi.org/10.1007/s10745-005-5156-z>.
- Díaz, J. M., Steelman, T., and Nowell, B. (2015). Local ecological knowledge and fire management: What does the public understand? *Journal of Forestry* 113: 1–8. <https://doi.org/10.5849/jof.14-026>.
- Durand, L., and Jimenez, J. (2010). Sobre áreas naturales protegidas y la construcción de no-lugares, Notas para México. *Revista Líder* 16(12): 59–72.
- Eid R., and Haller T. (2018). Burning forests, Rising Power: Towards a constitutionality process in Mount Carmel Biosphere Reserve. *Human Ecology*. <https://doi.org/10.1007/s10745-018-9968-z>
- Elias, M., Hummel, S. S., Basnett, B. S., and Colfer, C. J. P. (2017). Gender bias affects forest worldwide. *Ethnobiology letters* 8(1): 31–34. <https://doi.org/10.14237/eb1.8.1.2017.834>.
- Eriksen, C., and Hankins, D. L. (2015). Colonisation and fire. Gendered dimensions of indigenous fire knowledge retention and revival. In Coles, A., Gray, L., and Momsen, J. (eds.), *Routledge handbook of gender and development*, Routledge, New York, USA, pp. 129–137.
- Fache, E., and Moizo, B. (2015). Do burning practices contribute to caring for country? Contemporary uses of fire for conservation purposes in indigenous Australia. *Journal of Ethnobiology* 35(1): 163–182. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-35.1.163>.



- Fulé, P. Z., Ramos-Gómez, M., Cortés-Montaño, C., and Miller, A. M. (2011). Fire regime in Mexican forest under indigenous resource management. *Ecological Applications* 21(3): 764–775.
- García E. (1997). Climatología de la zona de hibernación de la mariposa monarca en la Sierra Transvolcánica de México, Invierno 1991–1992. Serie Varía 16.
- Gottesfeld, L. M. J. (1994). Aboriginal burning for vegetation management in Northwest British Columbia. *Human Ecology* 22(2): 171–188.
- Hernández-Sampieri R., Fernández-Collado C., and Baptista-Lucio M. P. (2010). Metodología de la investigación. 5 Ed. McGraw-Hill/Interamericana Editores. Mexico. p 613.
- Honey-Rosés, J. (2009). Illegal logging in common property forests. *Society & Natural Resources* 22: 916–930. <https://doi.org/10.1080/08941920903131120>.
- Huffman, M. (2013). The many elements of traditional fire knowledge: Synthesis, classification, and aids to cross-cultural problem solving in fire-dependent systems around the world. *Ecology and Society* 18(4): 3. <https://doi.org/10.5751/ES-05843-180403>.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2010). Censo de población y vivienda 2010, principales resultados por localidad. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Mexico.
- Jardel, E. (2010). Planificación del manejo del fuego. In Universidad de Guadalajara, Fundación Manantlán Para la Biodiversidad de Occidente AC, Consejo civil Mexicano Para la Silvicultura Sostenible AC, Conservación de la Naturaleza AC, Mexico, Fondo Mexicano para la.
- Jardel-Peláez, E., Frausto-Leyva, J. M., Pérez-Salicrup, D. R., Alvarado, E., Morfin-Ríos, J. E., Landa, R., and Llamas-Casillas, P. (2010). Prioridades de Investigación en Manejo de Fuego en México, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Mexico.
- Koebele, E., Crow, D. A., Lawhon, L. A., Kroepsch, A., and Schild, R. (2015). Wildfire outreach and citizen entrepreneurs in the wildland-urban interface: A cross-case analysis in Colorado. *Society & Natural Resources* 28: 918–923. <https://doi.org/10.1080/08941920.2015.1054975>.
- Kull, C. (2002). Madagascar aflame: Landscape burning as peasant protest, resistance, or a resource management tool? *Political Geography* 21: 927–953. [https://doi.org/10.1016/S0962-6298\(02\)00054-9](https://doi.org/10.1016/S0962-6298(02)00054-9).
- Lake, F. K., Wright, V., Morgan, P., McFadzen, M., McWethy, D., and Stevens-Rumann, C. (2017). Returning fire to the land-celebrating traditional knowledge and fire. *Journal of Forestry: Special Issue-September 2017*: 1–11. <https://doi.org/10.5849/jof.2016-043R2>.
- LFPDP (Ley Federal de Protección de Datos Personales) (2010). Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de Particulares. Diario Oficial de la Federación del 5 de julio 2010. Disponible en línea: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPDPPP.pdf>
- López, H. (1998). La metodología de la encuesta. In Galindo, J. L. (ed.), Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación, Pearson-Addison Wesley, México, pp. 33–73.
- Lozares, C. (1996). La Teoría de redes sociales. *Papers* 48: 103–126.
- Maass, M., Jardel, E., Martínez-Yrizar, A., Calderón, L., Herrera, J., Castillo, A., Euán-Ávila, J., and Equihua, M. (2010). Las áreas naturales protegidas y la investigación ecológica de largo plazo en México. *Ecosistemas* 19(2): 69–83.
- Martínez-Torres, H. L., Cantú, M., Ramírez-Ramírez, M. I., and Pérez-Salicrup, D. (2015). Fires and fire management in the monarch butterfly biosphere reserve. In Oberhauser K. S., nail K. R., Altizer S. (Eds), monarchs in a changing world: Biology and conservation of an iconic insect. Cornell University press: Ithaca, New York, USA, pp. 179–189.
- Martínez-Torres, H. L., Castillo, A., Ramírez, M. I., and Pérez-Salicrup, D. R. (2016). The importance of the traditional fire knowledge system in a subtropical montane socio-ecosystem in a protected natural area. *International Journal of Wildland Fire* 25: 911–921. <https://doi.org/10.1071/WF15181>.
- Mathews, A. S. (2003). Suppressing fire and memory: Environmental degradation and political restoration in the sierra Juárez de Oaxaca 1887–2001. *Environmental History* 8(1): 77–108.
- Mbow, C., Nielsen, T. T., and Rasmussen, K. (2000). Savanna fires in east-Central Senegal: Distribution patterns, resources management and perceptions. *Human Ecology* 28(4): 561–583. <https://doi.org/10.1023/A:1026487730947>.
- McCaffrey, S. (2015). Community wildfire preparedness: A global state-of-knowledge summary of social science research. *Curr Forestry Rep* 1: 81–90. <https://doi.org/10.1007/s40725-015-0015-7>.
- McCaffrey, S. M., Stidham, M., Toman, E., and Shindler, B. (2011). Outreach programs, peer pressure, and common sense: What motivates homeowners to mitigate wildfire risk. *Environmental Management* 48(3): 475–488. <https://doi.org/10.1007/s00267-011-9704-6>.
- McCaffrey, S., Toman, E., Stidham, M., and Shindler, B. (2013). Social science research related to wildfire management: An overview of recent findings and future research needs. *International Journal of Wildland Fire* 22: 15–24. <https://doi.org/10.1071/WF11115>.
- McCaffrey, S., Rhodes, A., and Stidham, M. (2015). Wildfire evacuation and its alternatives: Perspectives from four United States communities. *International Journal of Wildland Fire* 24: 170–178. <https://doi.org/10.1071/WF13050>.
- McLennan, B., and Eburn, M. (2015). Exposing hidden-value tradeoffs: Sharing wildfire management responsibility between government and citizens. *International Journal of Wildland Fire* 24: 162–169. <https://doi.org/10.1071/WF12201>.
- Merino, L., and Hernández, M. (2004). Destrucción de instituciones comunitarias y deterioro de los bosques en la Monarch Butterfly Biosphere Reserve, Michoacán, Mexico. *Revista Mexicana de Sociología* 66(2): 261–309.
- Mistry, J., Berardi, A., Andrade, V., Krahô, P., and Leonardos, O. (2005). Indigenous fire management in the *Cerrado* of Brazil: The case of the Krahô of Tocantins. *Human Ecology* 33(3): 365–386. <https://doi.org/10.1007/s10745-005-4143-8>.
- Monzón-Alvarado, C., Waylen, P., and Keys, E. (2014). Fire management and climate variability: Challenges in designing environmental regulations. *Land Use Policy* 39: 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.03.003>.
- Morin-Lugo, D. R. (2009). Análisis de redes sociales en el mundo rural: guía inicial. *Revista de Estudios Sociales* 38: 129–142.
- Murdiyasar, D., Lebel, L., Gintings, A. N., Tampubolon, S. M. H., Heil, A., and Wasson, M. (2004). Policy responses to complex environmental problems: Insights from a science-policy activity on transboundary haze from vegetation fires in Southeast Asia. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.01.005>.
- Mutch, R. W., Rogers, M. J., Stephens, S. L., and Gill, A. M. (2011). Protecting lives and property in the wildland-urban interface: Communities in Montana and Southern California adopt Australian paradigm. *Fire Technology* 47: 357–377. <https://doi.org/10.1007/s10694-010-0171-z>.
- Myers, R. L. (2006). Living with fire: Sustaining ecosystems and livelihoods through integrated fire management, The Nature Conservancy, Arlington, VA, USA, p. 28.
- Navarrete, J. L., Ramírez, M. I., and Pérez-Salicrup, D. (2011). Logging within protected areas: Spatial evaluation of the monarch butterfly biosphere reserve, Mexico. *Forest Ecology and Management* 262: 646–654. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.04.033>.
- NOM-015 (Norma Oficial Mexicana 015 SEMARNAT-SAGARPA 2007) (2009). Especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario. Mexico.

- Noy, C. (2008). Sampling knowledge: The hermeneutics of snowball sampling in qualitative research. *International Journal of Social Research Methodology* 11(4): 327–344. <https://doi.org/10.1080/13645570701401305>.
- Porter-Bolland, L., Ellis, E. A., Guanigata, M. R., Ruiz-Mallén, I., Negrete-Yankelevich, S., and Reyes-García, V. (2012). Community managed forests and forest protected areas: An assessment of their conservation effectiveness across the tropics. *Forest Ecology and Management* 268: 6–17.
- Quigley, C. F., Miller, Z. D., Dogbey, J., Che, S. M., and Hallo, J. (2014). "No one should destroy the Forest": Using photo-based vignette interviews to understand Kenyan teachers' views of the environment. *International Journal of Science Education* 36(17): 2937–2957. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.940024>.
- Raish, C., González-Cabán, A., and Condie, C. J. (2005). The importance of traditional fire use and management practices for contemporary land managers in the American southwest. *Environmental Hazards* 6: 115–122. <https://doi.org/10.1016/j.hazards.2005.10.004>.
- Ramírez, M. I., Miranda, R., and Zubieta, R. (2009). Serie cartográfica monarca, volumen I, vegetación y cubierta de suelo 2006, Instituto de Geografía-UNAM, Monarch Butterfly Sanctuary Foundation, SEMARNAT, INE, CONANP.
- Rendón-Salinas E., Ramírez-Galindo G., Pérez-Ojeda J., and Galindo-Leal C. (Eds) (2007). Cuarto Foro Regional Mariposa Monarca Memorias. WWF, Mexico.
- RLGDFS (2005). Reglamento de la ley general de Desarrollo Forestal Sustentable. Mexico, DF.
- Rodríguez, I. (2006). Pemon perspectives of fire management in Canaima National Park, southeastern Venezuela. *Human Ecology* 35: 331–343. <https://doi.org/10.1007/s10745-006-9064-7>.
- Rodríguez-Trejo, D. A. (2015). Incendios de vegetación: Su ecología, manejo e historia. Volumen 2. Biblioteca básica de agricultura. PRINTING ARTS MEXICO S. de R.L. de C.V. Guadalajara, Jal, Mexico, pp. 893–1705.
- Rodríguez-Trejo, D. A., Martínez-Hernández, P. A., Ortiz-Contla, H., Chavarría-Sánchez, M. R., and Hernández-Santiago, F. (2011). The present status of fire ecology, traditional use of fire, and fire management in Mexico and Central America. *Fire Ecology* 7(1): 40–56. <https://doi.org/10.4996/fireecology.0701040>.
- Schindler, B. A., Toman, E., and McCaffrey, S. (2009). Public perspectives of fire, fuel and forest service in the Great Lakes region: A survey of citizen-agency communication and trust. *International Journal of Wildland Fire* 18: 157–164. <https://doi.org/10.1071/WF07135>.
- Sejor, F., and Gray, R. (2012). Pre-industrial anthropogenic fire regimes in transition: The case of Spain and its implications for fire governance in Mediterranean type biomes. *Human Ecology Review* 19(1): 58–69.
- Sheridan, R. A. S., Fulé, P. Z., Lee, M. A., and Nielsen, E. A. (2015). Identifying social-ecological linkages to develop a community fire plan in Mexico. *Conservation and Society* 13(4): 395–406. <https://doi.org/10.4103/0972-4923.179884>.
- Steinhaeuser, K., and Chawla, N. V. (2010). Identifying and evaluating community structure in complex networks. *Pattern Recognition Letters* 31(5): 413–421. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2009.11.001>.
- Stephens, S. L., and Ruth, L. W. (2005). Federal forest-fire policy in the United States. *Ecological Applications* 15(2): 532–542. <https://doi.org/10.1890/04-0545>.
- Strauss, A. (1987). Qualitative analysis for social scientist. In Cambridge University press, USA, p. New York, 319 p.
- Strauss, A., and Corbin, J. (1998). Basics of qualitative research, Techniques and procedures for developing grounded theory. Segunda edición. SAGE Publications Inc. USA, p. 312.
- Taylor, S. J., and Bogdan, R. (1987). Introducción a los métodos cualitativos de investigación, Editorial Paidós, España, 343 p.
- Torres-Rojo, J. M., Moreno-Sánchez, R., and Mendoza-Briseño, M. A. (2017). Sustainable Forest Management in Mexico. *Current Forestry Report* 2: 93–105. <https://doi.org/10.1007/s40725-016-0033-0>.
- Towers, B. (2015). Children's knowledge of bushfire emergency response. *International Journal of Wildland Fire* 24: 179–189. <https://doi.org/10.1071/WF13153>.
- UNESCO. (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) (2009). Decisions adopted at the 32nd session of the world heritage committee, Quebec City 2008, UNESCO World Heritage Centre, Paris, France.
- Vaske, J. J., Absher, J. D., and Bright, A. D. (2007). Salient value similarity, social trust and attitudes toward wildland fire management strategies. *Human Ecology Review* 14(2): 223–232.
- Warman, A. (2001). El campo mexicano en el siglo XX. Fondo de Cultura Económica, Mexico, D.F.
- Williams, D. R., Jakes, P. J., Burns, S., Cheng, A. S., Nelson, K. C., Sturtevant, V., Brummel, R. F., Staychock, E., and Souter, S. G. (2012). Community wildfire protection planning: The importance of framing, scale, and building sustainable capacity. *Journal of Forestry* 110(8): 415–420. <https://doi.org/10.5849/jof.12-001>.

## **Capítulo 5. El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: consecuencias inesperadas.**

Cita: H. L. Martínez-Torres y D. R. Pérez-Salicrup. 2018. El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: consecuencias inesperadas. *Perspectivas Rurales Nueva Época* 16(31): 71-89. DOI: <http://doi.org/10.15359/prne.16-31.5>

\*Nota: En la versión de la biblioteca de la UNAM se encuentra la versión sin publicar de este capítulo 5. Esta versión sustituye únicamente este capítulo (el resto de la tesis es exactamente igual) por la versión publicada por la revista. Siendo el contenido de este capítulo prácticamente el mismo, salvo la palabra "campesino" que fue sustituido por la palabra "campesinado" en la versión publicada por la revista.



Vol 16, N° 34, Enero - Junio 2018 ISSN: 1409-3251 EISSN: 2245-5325  
pp. 51-89

Perspectivas  
**Rurales**  
nueva época

## El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas

### The Farmer's Role Before Forest Fire Regulations in Mexico: Unexpected Consequences

H. Leonardo Martínez-Torres

Universidad Nacional Autónoma de México, México.  
lmartinez@cieco.unam.mx

DOI: <http://doi.org/10.15359/prne.16-34.5>

Diego R. Pérez-Salicrup

Universidad Nacional Autónoma de México, México.  
diego@cieco.unam.mx

Recibido: 01/03/2017 ● Aceptado: 14/08/2017 ● Publicado: 30/06/2018

#### Resumen

De acuerdo con los datos oficiales de México, las quemadas agropecuarias son las principales causas de los incendios forestales. Sin embargo, los grupos campesinos casi nunca son tomados en cuenta para participar en la elaboración de políticas públicas relacionadas con estos eventos. En los últimos 100 años, México generó leyes y políticas públicas que, al menos hasta la década de 1980, alejaron al campesinado del control sobre el manejo de sus bosques, reconfiguraron la tenencia de la tierra y la producción agropecuaria, y desalentaron el uso tradicional del fuego. Durante este periodo dominó una visión de supresión y combate de los incendios forestales. Actualmente se busca transitar hacia una visión del manejo del fuego, integrando factores ecológicos y sociales para entender

y atender los incendios, pero es fundamental evaluar el impacto y consecuencias que tuvo un siglo de políticas relacionadas con los incendios forestales en habitantes del sector rural forestal. Algunas de estas consecuencias incluyen la falta de integración de los sectores forestal y agropecuario, el doble papel del campesinado como afectado y provocador de los incendios forestales y su papel como brigadista de incendios forestales y guardianes del conocimiento tradicional del fuego.

**Palabras clave:** Manejo del fuego, incendios forestales, políticas públicas.

#### Abstract

According to Mexican official data, agricultural burning is the main cause for forest fires. However, seldom are farmers taken into account to participate in the preparation of

related public policies. Over the last 100 years, Mexico has generated laws and public policies that, at least up until the 1980s, have removed farmers from the control and management of their forests, reconfigured land tenure and agricultural production, and discouraged traditional use of fire. A vision to suppress and combat forest fires dominated during this period. Currently, authorities are seeking to move towards a fire management vision, integrating ecological and social factors to understand and address fires; however, it is

essential to assess the impact and consequences of a century of public policies on forest fires in the rural forest sector. Some of these consequences include the lack of integration between the forestry and agricultural sectors, the double role of the farmer as the affected party and the agent causing forest fires, and their role as a fire brigades and guardians of traditional fire knowledge.

**Keywords:** Fire management, forest fires, public policies.

## Introducción

Los incendios forestales son un disturbio que modifica la estructura y composición de los ecosistemas en los que se presentan ([Agee, 1993](#)). Hoy sabemos que esta perturbación forma parte de la dinámica natural de disturbios de muchos ecosistemas forestales, y que existen incluso ecosistemas que dependen de la presencia del fuego ([Hardesty et al., 2005](#)). En países como México, los ecosistemas forestales experimentan, desde hace miles de años, una conspicua presencia de pueblos y comunidades que interactúan directamente con el medio forestal ([Challenger, 1998](#); [León-Portilla, 2011](#)). Actualmente 25 millones de personas habitan en localidades rurales de México, en donde tienen una relación más estrecha con el medio forestal que las poblaciones de zonas urbanas ([INEGI, 2010](#)). El bienestar de la población rural depende, en gran medida, de las actividades productivas a las que se dedica, en las cuales resaltan la agricultura, la ganadería y el aprovechamiento de recursos forestales. En estas actividades, el uso del fuego es común para propósitos como la eliminación de residuos agrícolas, malezas y plagas, además de promover el rebrote de pastos u otras plantas útiles ([Huffman, 2013](#); [Martínez-Torres et al., 2016](#); [Rodríguez-Trejo et al., 2011](#)). Pero es precisamente por el uso del fuego que a las comunidades rurales y campesinas se les señala como la principal causa de ignición de incendios forestales. Según datos históricos de la Comisión Nacional Forestal ([CONAFOR, 2013](#)), el 36% de los incendios forestales son causados por descuidos, accidentes o negligencia en las quemas de actividades agropecuarias.

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
*H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup*



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
 Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

A lo largo del siglo XX, el Estado Mexicano ha promulgado leyes y dictado políticas públicas que han buscado atender la presencia del fuego en los ecosistemas forestales. Estas políticas se enfocaron sobre todo en la supresión y combate de los incendios forestales, al igual que en casi todos los países donde se presentan incendios forestales importantes ([Jardel-Peláez, 2010](#); [Pyne, 2015](#); [Rodríguez-Trejo, 2015](#)). Además, otras leyes y políticas que no fueron pensadas originalmente para abordar el control del fuego tuvieron consecuencias importantes en la manera en que el sector campesino se relaciona con los incendios forestales. Un ejemplo de estas políticas es el reparto agrario durante el siglo XX, que cambió profundamente la configuración de la tenencia de la tierra en México, dejando en manos del campesinado, bajo propiedad social, un poco más del 50% de la superficie nacional ([Warman, 2001](#)). Sin embargo, al poco tiempo dicho reparto, y en aparente contradicción, una serie de leyes y políticas en el ámbito forestal impulsadas por el Estado Mexicano fomentaron la pérdida del control del campesinado sobre el manejo de sus bosques ([Cedeño-Gilardi y Pérez-Salicrup, 2005](#); [Merino-Pérez y Segura, 2002](#)) (ver tabla 1).

En las últimas tres décadas se ha transitado hacia una visión de manejo del fuego que busca integrar aspectos ecológicos, económicos, políticos y culturales para disminuir los impactos negativos y fomentar sus aspectos positivos en los ecosistemas de México ([Jardel-Peláez, 2010](#); [Rodríguez-Trejo et al., 2011](#)). Para que esta nueva visión del manejo del fuego tenga buenos resultados se debe involucrar a todos los actores sociales interesados en el tema. Por ello, los sectores campesinos, quienes han sido históricamente excluidos del debate, deberían ser actores centrales en este ([Christianson, 2014](#); [Jardel-Peláez, 2010](#); [Rodríguez-Trejo et al., 2011](#)). Para incluirlos, es fundamental hacer un recuento de cómo las políticas públicas han afectado el manejo del fuego en las zonas rurales con vocación forestal del país. En el presente trabajo exponemos y discutimos las consecuencias de las leyes y políticas públicas que consideramos han impactado la forma en que el campesinado ha modificado y adaptado su visión y comportamiento ante los incendios forestales. Si bien el caso mexicano tiene importantes singularidades, las lecciones aprendidas pueden ser de utilidad e interés para otros contextos, sobre todo en el entorno latinoamericano.

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
*H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup*



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
 Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

### Cien años de políticas públicas relacionadas con los incendios forestales

La relación de los sectores campesinos del territorio que hoy es México con el fuego y los incendios forestales es compleja y milenaria (Rodríguez-Trejo, 2015). Para documentar a fondo esa relación, se debe abarcar un largo periodo. Sin embargo, buena parte de lo que hoy entendemos como manejo de fuego es el resultado de los errores y aciertos en la aplicación de las políticas públicas en relación con los incendios forestales en los últimos cien años (Jardel-Peláez, 2010; Mathews, 2003; Merino-Pérez y Segura, 2002; Rodríguez-Trejo y Pyne, 1999; Rodríguez-Trejo et al., 2011; Warman, 2001). La tabla resume los principales hitos en los sectores forestal, agrícola y rural que han impactado la relación del campesinado con los incendios forestales en México (dicho resumen no pretende ser exhaustivo, para mayor detalle cronológico del tema ver Rodríguez-Trejo, 2015). Si bien la presencia e influencia del sector rural y forestal antecede por mucho el inicio del siglo XX, nuestro análisis parte de ese periodo, ya que con la Revolución Mexicana (1910-1927) se da una importante reconfiguración de dichos sectores y del actual gobierno (Warman, 2001).

Tabla 1  
*Políticas implementadas por el gobierno federal de México, durante las décadas del siglo XX, que han impactado al campesinado en su relación con los incendios forestales*

| Año/periodo | Principales políticas federales que impactaron la relación del campesinado con los incendios forestales en México (1917-2017)  |
|-------------|--|
| 1917        | Publicación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. El artículo 27 constituye las bases de las subsecuentes leyes forestales y agrarias.  |
| 1926        | Primera Ley Forestal de México. Esta ley ordena al gobierno federal combatir los incendios forestales con la perspectiva de proteger los bosques.<br>Inicios el proceso de la reforma agraria que consiste en dotar de tierras para cultivo y su explotación de recursos naturales a grupos campesinos del país, bajo la figura de propiedad comunal en ejidos* y comunidades indígenas. |
| Década 1930 | Creación de la oficina de incendios forestales, encargada de coordinar los recursos humanos y materiales para el combate de incendios. Tuvo recursos económicos escasos.   |

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NonCommercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

|                |  |
|----------------|--|
| 1940-1982      | Periodos de concesiones del bosque para la explotación de madera a empresas extranjeras y paraestatales, así como imposición de vedas forestales. Estas últimas generan un mercado ilegal de madera que prevalece hasta nuestros días. Se marginó a los sectores dueños de los bosques de aprovechar sus recursos forestales y de tomar decisiones de manejo   |
| 1943 y 1947    | Decretos de la segunda y tercer Ley Forestal respectivamente. La visión sobre los incendios forestales sigue siendo la de supresión y combate, y continúa la marginación del campesinado en la planificación del manejo forestal.  |
| Década de 1950 | Se crea la Comisión Forestal de América del Norte (Canadá, Estados Unidos y México), una de cuyas funciones es compartir experiencias en la prevención y combate de incendios forestales. Esta comisión sigue funcionando hasta hoy.<br>Inicia una etapa de impulso a la mecanización, industrialización e impulso de insumos agroquímicos al campo mexicano, aunque estas no alcanzaron a la mayoría de empresas de pequeña producción campesina, y no implicaron una mejora en sus ingresos.   |
| Década de 1960 | Primeras quemas controladas para reducir combustibles y prevenir incendios forestales. La prevención de incendios forestales se suma a los esfuerzos del combate y supresión.<br>Cuarta Ley Forestal, impulsó mayores recursos materiales y humanos para el combate de incendios.<br>Aunque este fenómeno ya ocurría, en esta década aumenta el éxodo de las zonas rurales a zonas urbanas. Al mismo tiempo, la creación de ejidos en las zonas despobladas del sureste y noroeste de México promovió un movimiento de comunidades rurales a nuevas regiones del país. |
| Década 1980    | Plan de entrenamiento de brigadistas forestales con apoyo y capacitación de los servicios forestales de Estados Unidos y Canadá. Se regulariza el uso de aeronaves en el control de incendios. Surgen los primeros casos de éxito de manejo forestal comunitario.  |
| 1982           | Quinta Ley Forestal que incluye cambios importantes en la promoción de empresas forestales comunitarias.   |
| 1992           | Sexta Ley Forestal y reformas al artículo 27 constitucional que cierra la etapa del reparto agrario y permiten la venta de terrenos de los ejidos, representa un cambio importante en el sector agrícola.  |
| 1998           | Grandes incendios forestales, principalmente en el sureste mexicano, en sinergia con las sequías provocadas por el fenómeno climático El Niño. Implicaron un amplio despliegue de recursos humanos y financieros para el combate de incendios y un empuje en la investigación de la ecología del fuego.  |

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas

*H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup*



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.



|                 |   |
|-----------------|---|
| Década de 1990  | Publicación de la NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997 que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuarios. El Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y The Nature Conservancy impulsan la organización y planes de manejo comunitario del fuego.  |
| Década del 2000 | Creación de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), que agrupa el programa nacional de prevención y combate de incendios forestales. Impulso del programa de empleo temporal en zonas rurales para actividades relacionadas con la prevención y combate de incendios forestales. Creación de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) que se sumaría al programa nacional de protección contra incendios forestales en las ANP. |
| 2003            | Séptima Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, fomenta la participación de comités municipales, estatales y federales para la planeación, prevención y combate de incendios forestales. Actualización de NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, con la incorporación de nuevos conceptos derivados de la ecología del fuego.   |
| Década del 2010 | La CONANP publica su Estrategia y lineamientos de manejo integral del fuego en áreas protegidas (EMFAP). La Gerencia de Prevención y Protección de Incendios Forestales de CONAFOR cambia su nombre a Gerencia de Manejo del Fuego.   |

*Nota:* Elaborado con información de [Rodríguez-Trejo y Pyne, 1999](#); [Warman, 2001](#); [Merino-Pérez y Segura, 2002](#); [Mathew, 2002](#) y [2003](#); [Cedeño-Gilardi y Pérez-Salicrup, 2005](#); [Frausto y Landa, 2007](#); [Jardel-Peláez, 2010](#); [CONANP, 2011](#); [Rodríguez-Trejo et al., 2011](#); [Del Ángel-Mobarak, 2012](#); [CONAFOR, 2013](#); [Rodríguez-Trejo, 2015](#).<sup>1</sup>

### Consecuencias de las políticas de control de fuego en el campesinado de México: Separación de los sectores forestal y agropecuario

Las leyes y políticas mexicanas durante el siglo XX ([tabla 1](#)) fomentaron directa e indirectamente la separación de los sectores agrícola y forestal. Concretamente, durante el auge de la Revolución Verde, muchas políticas y recursos económicos fueron dirigidos al sector agrícola para aumentar la producción a través de la tecnificación y aumento de insumos agroquímicos. En algunas regiones del país esto privilegió la producción agrícola mecanizada, en donde se dejó de utilizar el fuego en la parcela. Durante ese siglo también se fomentó la expansión de la frontera agrícola y pecuaria a costa de los bosques, en donde se utilizó el fuego como un paso en el cambio de uso del suelo. Esto

<sup>1</sup> Ejido: tipo de propiedad comunal en la que cada ejidatario es concesionario particular de una parcela para fines agrícolas y participa en el usufructo de la propiedad común generalmente bosques o pastizales.

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
*H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup*



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

tuvo un impacto particularmente relevante durante el periodo de 1970-1976, cuando ocurrió el segundo reparto agrario más amplio en México, pero a costa de terrenos otrora cubiertos con bosques tropicales ([Cedeño-Gilardi y Pérez-Salicrup, 2005](#); [Maser et al., 1997](#)).

En general, el sector forestal estuvo subyugado desde inicios del siglo XX a la Secretaría de Agricultura (hoy SAGARPA) ([Mathew, 2002](#); [Rodríguez-Trejo, 2015](#)). No es sino hasta 1994, al crearse la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, cuando el sector forestal pasa a formar parte de dicha secretaría y a partir del 2001 se integra a la Comisión Nacional Forestal ([Del Ángel-Mobarak, 2012](#)). Las propias leyes y políticas forestales, al menos hasta la década de 1980, menospreciaron el papel campesino para manejar sus bosques y fomentaron la explotación maderera través de concesiones a grandes empresas extranjeras y paraestatales ([Merino-Pérez y Segura, 2002](#)). Esto originó no pocos conflictos directos entre empresas, gobierno, grupos conservacionistas y comunidades rurales por el control de los bosques ([Klooster, 2003](#); [Mathew, 2002](#)). En ese ámbito, el gobierno federal y empresas madereras promovieron una visión negativa del fuego que derivó en la supresión de los incendios forestales ([Jardel-Peláez, 2010](#); [Klooster, 2003](#); [Mathew, 2003](#)). Mathews (2005) plantea cómo las grandes empresas forestales utilizaron los incendios forestales como pretexto para la apropiación del control de los bosques, argumentando que las comunidades locales no podrían, ni sabrían controlar los incendios forestales.

La separación de las políticas en los sectores forestal y agropecuario contraviene la lógica productiva de los pueblos campesinos tradicionales, quienes buscan la diversificación de sus actividades productivas para asegurar su subsistencia ([Challenger, 1998](#); [Toledo, 1990](#)). En esta lógica, los ecosistemas forestales y las parcelas agrícolas son parte de una misma unidad de manejo, que se convierte en su territorio ([Toledo, 1990](#)). Posiblemente la expresión más clara de este continuo lo representa la agricultura itinerante, en donde la distinción entre parcela y bosque no adquiere una dimensión espacial, sino temporal ([Barrera et al., 1977](#); [Gómez-Pompa y Kaus, 1992](#); [Levy y Aguirre, 2000](#)). En este tipo de agricultura, el fuego se utiliza para abrir espacios de bosque para ser cultivados durante un número variable de cosechas, para posteriormente dar paso la sucesión vegetal que permite el restablecimiento del bosque secundario y consecuente recuperación de su fertilidad ([Levy y Aguirre, 2000](#)). De los parches de bosque secundario en diferentes edades (acahuales) se obtienen diferentes productos y servicios ([Barrera et al., 1977](#);

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
*H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup*



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

[Levy y Aguirre, 2000](#)). En este sistema productivo, el manejo el fuego ha sido una herramienta muy importante en prácticamente todos los sistemas de producción agroforestal ([Barrera et al., 1977](#); [Gómez-Pompa y Kaus, 1992](#)). En los bosques montanos dominados por coníferas y encinos, el fuego también forma parte de la producción agrícola y modificación del paisaje, incluso puede emplearse para detonar la regeneración forestal, aunque esto se ha documentado muy poco en este tipo de ecosistemas en México ([Fulé et al., 2011](#); [Martínez-Torres et al., 2016](#)).

Actualmente son pocos los esfuerzos para conciliar las políticas públicas de ambos sectores. En este sentido, hay que destacar la publicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-015 SEMARNAT/SAGARPA que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en terrenos forestales y terrenos de uso agropecuario ([DOF, 2009](#)). Si bien esta NOM-015 es compartida y expedida tanto por la secretaría que agrupa el sector forestal (SEMARNAT) como el agropecuario (SAGARPA), no ha logrado ser ampliamente conocida y aceptada por el campesinado ([Martínez-Torres et al., 2016](#)). Además, no toma en cuenta la amplia variedad de usos del fuego y consideraciones sociales y ecológicas que tiene el campesinado para usar el fuego ([Martínez-Torres et al., 2016](#); [Monzón-Alvarado et al., 2014](#)). Esto puede convertir esta NOM-015 en un potencial instrumento inviable y contraproducente para el campesinado que usa el fuego ([Gutiérrez-Navarro et al., 2017](#)).

### **Campesinado: Víctima y victimario en los incendios forestales**

Una de las consecuencias sociales más importantes de la Revolución Mexicana fue el reparto agrario que consistió en dotar de tierras al campesinado que no tenía acceso a ellas. El reparto agrario fue una de las principales políticas del gobierno mexicano en el siglo XX, marcadamente en los gobiernos de Lázaro Cárdenas (1934-1940) y Luis Echeverría (1970-1976) que repartieron cerca de 18 y 16 millones de hectáreas, respectivamente ([Warman, 2001](#)). Esta repartición explica que alrededor del 80% de los bosques y selvas pertenecen, con figuras de propiedad social, a comunidades indígenas y ejidos ([Merino-Pérez y Segura, 2002](#)). Siendo el dueño de los bosques, el campesinado se convierte, entonces, en quienes padecen los incendios forestales por un lado, y quienes son objeto de acusación de provocar los incendios producto de los accidentes y negligencias en sus quemadas agropecuarias, por el otro. Se convierte, así, en víctima y victimario de los incendios forestales.

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas

*H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup*



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Como ya se mencionó, las concesiones para la explotación maderera en manos de grandes empresas tuvieron como consecuencia que los grupos campesinos perdieran control y toma de decisiones sobre sus bosques. Sin embargo, a partir de la década de 1980, un giro en las políticas del sector forestal permitió el empoderamiento de algunos grupos y comunidades campesinas en el control de sus bosques ([Merino-Pérez y Segura, 2002](#)). Hay ejemplos de buen manejo forestal comunitario ([Klooster, 2003](#); [Merino-Pérez y Segura, 2002](#)) incluso en el que se ha hecho una gestión del manejo del fuego desde las comunidades rurales ([Frausto y Landa, 2007](#); [Rodríguez-Trejo et al., 2011](#)). Sin embargo, aunque con mayores posibilidades de hacer un manejo forestal comunitario, aún existen contradicciones importantes en los instrumentos jurídicos y las políticas públicas que fomentan ambigüedades en el papel del campesinado ante el manejo del fuego. Por ejemplo, la legislación mexicana actualmente señala que la primera obligación en la prevención y combate de incendios forestales es de los sujetos dueños del terreno ([DOF, 2009](#)). Es decir, los grupos campesinos y habitantes del medio rural son los responsables en primera instancia de atender los incendios forestales en sus propiedades, ya sean particulares o bajo propiedad comunal. Por otro lado, la legislación también estipula sanciones a quienes causen incendios forestales. De ser aplicada esta ley, miles de personas campesinas serían penalizadas cada año por el delito de provocar incendios forestales. Más aún, no hay datos verificables que justifiquen que los incendios son realmente provocados por escapes de fuegos agrícolas ([Martínez-Torres et al., 2015](#)). Lo más fácil, muchas veces, es culpar al campesinado.

Al referirnos a los grupos campesinos como víctimas, nos referimos no solo a los efectos negativos que puedan tener los incendios forestales sobre sus bosques, los cuales pueden provocar pérdidas económicas importantes ([Hardesty et al., 2005](#)), sino también a que son víctimas de la mala ejecución y falta de políticas que incluyan sus perspectivas sobre el fuego. Por ejemplo, una de las principales causas de ignición, además de las quemadas agropecuarias, son los litigios o conflictos por falta de claridad en los límites de los terrenos ([CONAFOR, 2013](#)) que el Estado mexicano otorgó en el reparto agrario. Estos conflictos llegan a escalar entre las comunidades, las cuales provocan incendios forestales como forma de atacar a sus vecinos o vecinas o presionar a las autoridades para que resuelvan los conflictos, convirtiéndose así en victimarios también.

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
*H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup*



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

## Campeinado y brigadistas

Al ser los grupos campesinos los primeros en atender, por ley y por iniciativa propia, los incendios forestales, se convierten de facto en brigadistas de incendios. Estas brigadas voluntarias, la mayoría de las veces improvisadas y sin equipos de protección ni herramientas especializadas para el combate del fuego, están compuestas por hombres, mujeres, personas ancianas y hasta menores de edad, que suelen tener la virtud de conocer bien el terreno y las condiciones atmosféricas locales. Pero ante incendios de copa (por ejemplo, alta intensidad), su capacidad de respuesta es muy reducida ([Martínez-Torres et al., 2015](#)).

Hay poca investigación relacionada con las brigadas de incendios forestales y las personas que las componen. Es necesario reconocer la diversidad y diferencias que hay entre la gran variedad de tipos de brigadas que existen en México para el manejo del fuego ([Frausto y Landa, 2007](#); [Martínez-Torres et al., 2015](#)). Muchas de ellas están compuestas por campesinado que trabaja por salario solo por los pocos meses del año de la temporada crítica de incendios y que, al igual que las brigadas voluntarias, carecen de equipo y herramientas adecuadas para el combate de incendios de copa ([Martínez-Torres et al., 2015](#)).

Estas brigadas campesinas y voluntarias representaron el 27% de los días-hombre aplicados al combate de incendios forestales durante 2016 ([CONAFOR, 2016](#)). En las últimas décadas, dependencias gubernamentales de los tres niveles de gobierno y algunas organizaciones de la sociedad civil han impulsado la formación de brigadas comunitarias en ejidos y comunidades campesinas ([Frausto y Landa, 2007](#)). Algunas de ellas con mucho éxito, pero en la mayoría de los casos no hay continuidad y los recursos económicos son limitados ([Martínez-Torres et al., 2015](#)). Hay que señalar que la labor de combate de incendios forestales es una actividad de alto riesgo que puede ocasionar pérdidas humanas, entre ellas de los grupos campesinos voluntarios, quienes se convierten una vez más en víctimas de los incendios ([Rodríguez-Trejo, 2015](#); [Rodríguez Trejo y Pyne, 1999](#)).

Las brigadas especializadas en combate de incendios forestales pueden asociarse a un modelo de manejo del fuego occidentalizado, que muchas veces no toma en cuenta a las comunidades rurales locales ([Gutiérrez-Navarro et al., 2017](#)). Esta imposición de modelo de brigadas puede generar conflictos, ya que personas ajenas al territorio llegan a imponer una idea del manejo del fuego que no corresponde a la que tradicionalmente usan las comunidades locales ([Fache y Moizo, 2015](#); [Lake et al., 2017](#); [Rodríguez, 2004](#)). Se ha tratado

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
*H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup*



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

de resolver esta situación incorporando a personas de las comunidades locales a las brigadas de combate de incendios. Esta integración ha tenido resultados positivos por la buena comunicación e integración de las diferentes visiones del fuego ([Lake et al., 2017](#)); pero también ha resultado en conflictos al confrontar los intereses y visiones de los campesinos brigadistas asociados a sus conocimientos tradicionales ([Fache y Moizo 2015](#); [Rodríguez, 2004](#)).

### Guardianes del conocimiento del fuego

A pesar de las políticas de supresión y desaliento al uso tradicional del fuego durante el siglo XX, hoy miles de personas campesinas en todo México siguen utilizando el fuego en sus actividades agropecuarias y forestales. Estos usos tradicionales del fuego pueden llegar a tener un vasto y complejo sistema de conocimientos ecológicos, y estar asociados a prácticas, reglas e instituciones que dirigen, coordinan y rigen las decisiones de la utilización del fuego ([Fulé et al., 2011](#); [Huffman, 2013](#); [Martínez-Torres et al., 2016](#)). Ejemplo de estos en México son los sistemas de roza-tumba-quema del sur de México y el de extracción-apilado-secado-quemado en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca ([Barrera et al., 1997](#); [Hernández et al., 1995](#); [Levy y Aguirre, 2000](#); [Martínez-Torres et al., 2016](#)). Sin embargo, es muy posible que las políticas de supresión del fuego hayan cambiado la percepción del fuego y erosionado el conocimiento del campesinado sobre su uso, al reprimirlo activa o pasivamente. Hay ejemplos documentados de estas pérdidas de conocimiento del fuego en otras partes del mundo, pero también ejemplos de cómo los usos y costumbres fueron conservados, incluso desde la clandestinidad y a pesar de las prohibiciones ([Christianson, 2014](#); [Huffman, 2013](#)). Tampoco se ha evaluado el impacto que han tenido en el uso y conocimiento del fuego fenómenos demográficos como la migración campesina a las ciudades, a otros países, e incluso a otras regiones ecológicas. En este sentido, el reparto agrario es un momento histórico crucial, pues durante esta etapa hubo un amplio desplazamiento de grupos campesinos a regiones y climas totalmente diferentes a aquellas en donde aprendieron a utilizar el fuego ([Fulé y Covington, 1999](#)).

El conocimiento sobre el manejo del fuego no es estático, así que además de conservarlo, los pueblos campesinos en su uso permanente del fuego lo van adaptando, modificando y enriqueciendo. Bien adaptados y entendidos, los sistemas de conocimiento de fuego pueden ser integrados a los planes de manejo del fuego, como ha sucedido con algunos éxitos en Australia, Estados Unidos y Canadá ([Christianson, 2014](#)). Pero sin una participación e

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
*H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup*



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

incorporación de la visión y conocimientos del campesinado y comunidades indígenas, se puede caer en planes y programas de manejo que no atienden las necesidades reales del público usuario del fuego ([Fache y Moizo, 2015](#); [Gutiérrez-Navarro et al., 2017](#); [Monzón-Alvarado et al., 2014](#)). La apropiación o discontinuación del conocimiento del fuego pasa por un complejo entramado de consideraciones sociales, políticas, productivas y ecológicas ante las cuales los grupos campesinos deben tomar decisiones de manejo adaptativo ([Huffman, 2013](#); [Jardel-Peláez-Peláez 2010](#); [Martínez Torres et al. 2016](#)) que no siempre son compatibles con las políticas públicas que promueven los gobiernos centrales.

Se ha señalado la investigación del conocimiento local y usos tradicionales del fuego como una prioridad de investigación en México ([Jardel-Peláez et al., 2010](#)). Si bien el estudio de algunos usos tradicionales del fuego en México se remonta a la década de 1950, con los estudios de la agricultura itinerante de Hernández-Xolocotzi ([Rodríguez-Trejo et al., 2011](#)), aún falta mucho por conocer y documentar sobre estas actividades. Quizá lo más urgente sea la documentación misma de los conocimientos tradicionales que sustentan los usos del fuego y la historia de dichos usos durante el siglo XX. Esto último es fundamental si consideramos que aún viven las personas mayores que padecieron las políticas públicas que modificaron el manejo del fuego que mencionamos en este trabajo. Otro acercamiento importante es conocer la viabilidad y estabilidad de los conocimientos involucrados en el uso del fuego y cómo han sido afectados por los cambios demográficos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, de uso del suelo ([Huffman, 2013](#)).

### **Fallas en las políticas de supresión: ¿Beneficios en el presente?**

Las políticas públicas y leyes de supresión y combate de incendios forestales han modificado de diferentes formas el papel del campesinado ante el fuego. Sin embargo, también es necesario señalar que la falta de presupuesto y los propios intereses de los grupos campesinos han resultado en una aplicación parcial de estas políticas públicas en el territorio mexicano ([Cedeño-Gilardi y Pérez-Salicrup, 2005](#)).

La aplicación parcial en las políticas de supresión del fuego en México quizá representa ahora un beneficio, pues la supresión no llegó a impedir el uso tradicional del fuego en algunos territorios, y tampoco derivó en modificaciones en la calidad y cantidad de combustibles forestales, como sí sucedió en otros países. Por ejemplo, en Estados Unidos, las políticas efectivas de supresión provocaron una acumulación atípica de combustibles forestales que, a su vez,

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas

*H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup*



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

derivó en incendios forestales de mayores magnitudes ([Stephen y Ruth, 2005](#)). En México no se experimentó esa acumulación exagerada de combustibles forestales. Más aún, pudo haber una reducción en el tiempo de retorno entre incendios forestales en el norte de México, posiblemente como efecto del incremento de nuevos núcleos de población rural creados a consecuencia del reparto agrario ([Fulé y Covington, 1999](#); [Heyerdahl y Alvarado, 2003](#)). Por ello, se podría decir que los grupos campesinos han contribuido a evitar la acumulación de combustibles forestales y la subsecuente ocurrencia de incendios forestales de alta magnitud en varios lugares de México.

Si el siglo XX fue marcado por las políticas de combate y supresión del fuego, en inicios del siglo XXI se ha dado un mayor énfasis en promover el concepto de manejo del fuego y de reintegrar este proceso de la mano de las comunidades rurales ([CONANP, 2011](#); [Frausto y Landa, 2007](#); [Jardel-Peláez, 2010](#)). El manejo comunitario de los bosques, la integración de la ecología del fuego, la participación de las comunidades en el manejo del fuego, y el interés y participación ciudadana ante los incendios forestales son temas que están cada vez más en la agenda de las políticas públicas, aunque aún de manera insuficiente ([Frausto y Landa, 2007](#); [Jardel-Peláez et al., 2010](#); [Merino-Pérez y Segura, 2002](#)).

### Más allá de los grupos campesinos: Ciudadanía ante los incendios forestales

A lo largo del siglo XX se experimentó un cambio demográfico importante en México en las proporciones de población rural y urbana. Hoy, el 77% vive en entornos urbanos ([INEGI, 2010](#)). Esto tiene implicaciones importantes, pues la población urbana tiende a desconocer la problemática del sector rural, a ver los incendios forestales como enemigos de los bosques, y a culpar al campesinado de provocarlos. Para desarrollar políticas públicas integrales y funcionales, es necesario conocer la percepción que tienen los diferentes sectores de la población sobre los incendios forestales y cómo actúan ante estos ([McCaffrey, 2015](#)). En especial, grupos de habitantes de la llamada interfaz urbano forestal que cada vez son más propensos a sufrir los efectos del humo y del fuego de los incendios cercanos a las ciudades.

Si hablamos de la necesaria integración campesina en la planeación y toma de decisiones en el manejo del fuego, también debemos involucrar a la población no rural. En ello desempeñan un papel clave los nuevos actores del manejo del fuego surgidos en los últimos años, como instituciones académicas, instancias del gobierno federal como la Comisión Nacional Forestal y la Comisión

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
*H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup*



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.



Nacional de Áreas Naturales Protegidas, y organizaciones de la sociedad civil como el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza ([Rodríguez-Trejo et al., 2011](#)). Esto representa un nuevo reto para el manejo del fuego, pero sin duda una de las claves es la comunicación y participación ciudadana, en donde el campesinado debe tener un papel protagónico ([Jardel-Peláez, 2010](#)). Al respecto, es necesario reconocer que el gobierno ha dado algunos pasos en la dirección correcta, como la estrategia de uso del fuego en las áreas naturales protegidas y el interés de la CONAFOR por fomentar la investigación ecológica del fuego, y de integrar a los sectores dueños de los predios forestales en el manejo de este mismo ([CONANP, 2011](#)).

### Conclusiones

Las políticas públicas relacionadas directamente con los incendios forestales, y también aquellas asociadas a los sectores forestal y agropecuario en México, modificaron la visión y comportamiento del campesinado ante los incendios forestales y el uso del fuego en sus actividades productivas. El reparto agrario, que dejó en manos del propio campesinado una proporción importante del territorio mexicano y sus bosques, y las políticas que separaron el sector forestal del sector agropecuario, modificó drásticamente la relación de los grupos campesinos con el fuego. Esto modificó algunas estrategias productivas, creó conflictos entre campesinado y gobierno, y alteró algunos usos tradicionales del fuego y los conocimientos tradicionales asociados a estos.

Como consecuencia de las leyes y políticas públicas ya mencionadas, los grupos campesinos adquirieron el doble papel como víctimas y victimarios ante los incendios forestales. Con los nuevos cambios, y la dirección hacia el manejo integral del fuego, se han convertido en brigadistas de combate de incendios forestales. Por ello, para avanzar hacia la implementación de políticas de manejo del fuego por parte de los sujetos dueños de los predios, es fundamental incorporarlos al diálogo.

Si bien algunas políticas relacionadas con los incendios forestales ya empiezan a considerar al campesinado e integrar al sector forestal y agropecuario, es necesario debatir con mayor profundidad estos temas en la agenda nacional. Esto puede incluir una mayor armonización de estos sectores que durante muchos años han estado contrapuestos, y reconocer e incorporar el universo de conocimientos tradicionales del uso del fuego de las comunidades rurales.

Es necesario poner en la agenda de las prioridades de investigación el tema de los incendios forestales, sus efectos sociales, los usos y conocimientos

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas

*H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup*



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

tradicionales del fuego, la adaptación de las comunidades rurales y urbanas, los problemas de las brigadas de incendios, y los efectos que sobre la biodiversidad y el territorio ha tenido el campesinado que usa el fuego. Dicha investigación debe ser integral y abordada desde diferentes disciplinas que consideren el papel del sector campesino como un actor clave en el tema de los incendios forestales y la planeación del manejo del fuego.

### Referencias

- Agee, J. K. (1993). *Fire Ecology of pacific northwest forest*. Washington, D.C.: Island Press.
- Barrera, A., Gómez-Pompa, A. y Vázquez-Yañez, C. (1977). El manejo de las selvas por los mayas: Sus implicaciones agrícolas y silvícolas. *Biotica*, 2(2), 47-61.
- Cedeño-Gilardi, H. y Pérez-Salicrup, D. R. (2005). La Legislación forestal y su efecto en la restauración en México. En O. Sánchez, E. Peters, R. Márquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez, y D. Azuara (Eds.), *Temas sobre restauración ecológica* (pp. 87-97). Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, U. S. Fish & Wildlife Service, Unidos para la Conservación, A. C. México, D. F.
- Challenger, A. (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro*. México, D.F.: CONABIO.
- Christianson, A. (2014). Social science research on indigenous wildfire management in the 21st century and future research needs. *International Journal of wildland fire, Review*. Especial issue on line. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1071/WF13048>
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2013). Incendios forestales en México, campaña 2013. CONAFOR-SEMARNAT.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2016). *Reporte semanal de resultados de incendios forestales* (Del 01 de enero al 29 de diciembre de 2016). Coordinación General de Conservación y Restauración, Gerencia del Manejo del Fuego.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2011). *Estrategia y lineamientos de manejo del fuego en áreas naturales protegidas*. México, D.F.: CONANP-SAGARPA.

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

- Del Ángel-Mobarak, G. (2012). *La Comisión Nacional Forestal en la historia y el futuro de la política forestal de México*. Coyuntura y ensayo. México, D. F.: CONAFOR, CIDE.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2009). NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007 *Especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuarios*.
- Fache, E. y Moizo, B. (2015). Do burning practices contribute to caring for country? Contemporary uses of fire for conservation purposes in indigenous Australia. *Journal of Ethnobiology*, 35(1), 163-182. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.2993/0278-0771-35.1.163>
- Frausto, J. M. y Landa, R. (2007). Sociedad, fuego y ecosistemas: Contribución de las organizaciones locales al manejo del fuego en México. *4th international wildland fire conference*. Sevilla, España.
- Fulé, P. Z. y Covington, W. W. (1999). Fire regime changes in La Michilia Biosphere Reserve, Durango México. *Conservation Biology*, 13(3), 640-652.
- Fulé, P. Z., Ramos-Gómez, M., Cortés-Montaño, C. y Miller, A. M. (2011). Fire regime in Mexican forest under indigenous resource management. *Ecological Applications*, 21(3), 764-775.
- Gómez-Pompa, A. y Kaus, A. (1992). Taming the wilderness myth. *BioScience*, 42(4), 271-279.
- Gutiérrez-Navarro, A., García-Barrios, L. E., Parra-Vázquez, M., Rosset, P. (2017). De la supresión al manejo del fuego en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas: perspectivas campesinas. *Región y Sociedad*, 29(70), 31-70.
- Hardesty, J., Myers, R. L. y Fulks, W. (2005). Fire, Ecosystems and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. *The George Wright Forum* 22, 78-87.
- Hernández X., Bello, B. y Levy, T. 1995. *La milpa en Yucatán: Un sistema de producción agrícola tradicional*. Montecillo, México: Colegio de Postgraduados.

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

- Heyerdahl, E. K. y Alvarado, C. (2003). Influence of Climate and Land Use on Historical Surface Fires in Pine-Oak Forests, Sierra Madre Occidental, Mexico. En Veblen et al. (Eds.), *Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western America* (pp. 196-217). Nueva York: Springer Verlag.
- Huffman, M. R. (2013). The many elements of traditional fire knowledge: synthesis, classification, and aids to cross-cultural problem solving in fire-depent systems around the world. *Ecology and society*, 18(4), 3.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/>
- Jardel-Peláez, E. J. (2010). *Planificación del manejo del fuego*. Universidad de Guadalajara, Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente A. C., Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A. C., Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C.
- Jardel-Peláez, E. J., Frausto-Leyva, J. M., Pérez-Salicrup, D., Alvarado, E., Morfín-Ríos, J. E., Landa, R. y Llamas-Casillas, P. (2010). *Prioridades de investigación en manejo del fuego en México*. México, D.F.: Fondo mexicano para la conservación de la naturaleza.
- Klooster, D. (2003). Campesinos and Mexican forest policy during the twentieth century. *Latin American Research Review*, 38(2), 94-126.
- Lake, F. K., Wright, V., Morgan, P., McFadzen, M., McWethy, D. y Stevens-Rumann, C. (2017). Returning Fire to the land-celebrating traditional knowledge and fire. *Journal of Forestry, Special Issue-September 1-11*. doi: 10.5849/jof.2016-043R2
- Levy, S. y Aguirre, R. (2000). El aprovechamiento agrícola intensivo de los Hubchés (acahuales o comunidades secundarias) de Yucatán. *Revista Geográfica*, 128, 79-103.
- León-Portilla, M. (2011). Independencia, reforma, revolución, ¿y los indios qué? Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Históricas, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Dirección General de Publicaciones.

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

- Masera O., Ordoñez, M. J., Dirzo, R. (1997). Carbon emissions from Mexican forests: current situation and long-term scenarios. *Climatic Change*, 35, 265-295.
- Martínez-Torres, H. L., Cantú-Fernández, M., Ramírez, M. I. y Pérez-Salicrup, D. R. (2015). Fires and fire management in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve. En K. S. Oberhauser, K. R. Nail, S. Altizer (Eds.), *Monarch in a changing world, biology and conservation of an iconic butterfly* (179-189). Cornell University Press.
- Martínez-Torres, H. L., Castillo, A., Ramírez, M. I. y Pérez-Salicrup, D. R. (2016). The importance of the traditional fire knowledge system in a subtropical montane socio-ecosystem in a protected natural area. *International Journal of Wildland Fire*, 25, 911-921.
- Mathews, A. S. (2002). Mexican forest history. *Journal of Sustainable Forestry*, 15(1), 17-28.
- Mathews, A. S. (2003). Suppressing Fire and Memory: Environmental Degradation and Political Restoration in the Sierra Juárez of Oaxaca 1887-2001. *Environmental History*, 8(1), 77-108.
- Mathew, A. S. (2005). Power/, power/ignorance: forest fires and the state in Mexico. *Human Ecology*, 33(6), 795-820.
- McCaffrey, S. (2015). Community wildfire preparedness: a global state-of-knowledge summary of social science research. *Curr Forestry Rep*, 1, 81-90. doi: 10.1007/s40725-015-0015-7
- Merino-Pérez, L. y Segura, G. (2002). El manejo de los recursos forestales en México (1992-2002) procesos, tendencias y políticas públicas. En E. Leef, E. Ezcurra, I. Pisanty y R. Romero (Eds.), *La transición hacia el desarrollo sustentable* (pp. 237-256). Instituto Nacional de Ecología.
- Monzón-Alvarado, C., Waylen, P., Keys, E. (2014). Fire management and climate variability: Challenges in designing environmental regulations. *Land use policy*, 39, 12-21.
- Pyne, S. J. (2015). *Between two fires, a fire history of contemporary America*. Tucson, Arizona: The University of Arizona Press.

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

- Rodríguez, I. (2004). Conocimiento indígena vs científico: El conflicto por el uso del fuego en el parque nacional Canaima, Venezuela. *Interciencias*, 29(3), 121-132.
- Rodríguez-Trejo, D. A. y Pyne, S. J. (1999), Mexican fires of 1998. *International Forest Fire News*, 20, 61-63.
- Rodríguez-Trejo, D. A., Martínez-Hernández, P. A., Ortiz-Contla, H. Chavarría-Sánchez, M. R. y Hernández-Santiago, F. (2011). The Present status of fire ecology, traditional use of fire, and fire management in Mexico and Central America. *Fire Ecology*, 7(1), 40-56.
- Rodríguez-Trejo, D. A. (2015). *Incendios de vegetación, su ecología, manejo e historia* (Vol. 2, Biblioteca Básica de Agricultura). Guadalajara, Jalisco, México: Printing Arts .
- Stephens, S. L. y Ruth, L. W. (2005). Federal forest-fire policy in the United States. *Ecological Applications*, 15(2), 532-542.
- Toledo, V. M. (1990). La perspectiva etnoecológica, cinco reflexiones acerca de las “ciencias campesinas” sobre la naturaleza con especial referencia a México. *Ciencias*, 4 (especial), 22-29.
- Warman, A. (2001). *El campo mexicano en el siglo XX*. México D.F.: Fondo de cultura Económica.

El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas  
H. Leonardo Martínez-Torres, Diego R. Pérez-Salicrup



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.  
Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

## Capítulo 6. Discusión general

El fuego en el socioecosistema es un fenómeno complejo y dinámico, y para comprenderlo es conveniente un acercamiento integral desde diferentes perspectivas, que tradicionalmente han sido la físico-químicos, la biológicos-ecológicos y socio-cultural. La presente investigación propone un acercamiento que considera un marco conceptual del manejo del fuego integrado al manejo de socioecosistemas (Jardel 2010; Maass 2018) y es una de las primeras investigaciones en México que aborda este tema desde dicho marco conceptual. Este trabajo genera información y conocimiento que permiten entender y analizar el uso y manejo del fuego que actualmente se lleva a cabo en el Área Natural Protegida (ANP) Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM). El acercamiento conceptual, metodológico y los resultados pueden ser aplicables y comparables para otros socioecosistemas, incluyendo ANP, de México y de otras regiones del mundo.

Los resultados del capítulo 2, que buscó documentar qué antecedentes hay sobre el fuego y manejo del fuego en la RBMM permitieron tener un panorama amplio del fuego en esta ANP. Al igual que en la mayoría de las ANP del país, la investigación e información generada sobre ecología, uso y manejo del fuego para la RBMM es escasa (Jardel *et al.* 2010; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011). Sin embargo, esta búsqueda inicial de información permitió identificar fuentes de datos y conocimiento no académico, como reportes y bitácoras de combate de incendios forestales, que fueron clave en el desarrollo de los siguientes capítulos de este trabajo. También se encontró que el manejo del fuego en la RBMM, al igual que lo reportado en trabajos previos en otras ANP y zonas forestales de México, sigue influido por la visión de la supresión y combate de los incendios forestales (Mathew 2003, 2005; Rodríguez-Trejo 2015; Gutiérrez-Navarro *et al.* 2017). Si bien, en este primer acercamiento solo se consideraron los datos de incendios forestales para una temporada de incendios, se pudo detectar la incongruencia entre la información reportada oficialmente, sobre el tamaño, localización, intensidad y severidad, y la visita a sitios quemados. Tanto la respuesta institucional a los incendios forestales como la caracterización de los incendios de la RBMM fue abordada con mayor profundidad por Cantú (2013), coautora del capítulo 2 de este trabajo, y fueron la base para el posterior

seguimiento que se ha hecho a la caracterización de incendios forestales en esa ANP (Pérez-Salicrup *et al.* 2016).

Este acercamiento a los incendios forestales y manejo el fuego en al RBMM también evidenció el protagonismo de los brigadistas que previenen y combaten los incendios forestales, cuya relevancia como grupo de actores locales clave se acrecentó conforme avanzó esta investigación. Un primer hallazgo fue documentar los diferentes tipos de brigadas y sus diferencias laborales, así como la relación de las brigadas con los habitantes rurales y otros actores locales del manejo del fuego. Dicha relación tiene implicaciones de fondo que llevó en capítulos posteriores a entender mejor la red de relaciones y el papel de las brigadas en dicha red. También llevo a formular la idea del doble papel del campesino como brigadista y como usuario del fuego (Martínez-Torres y Pérez-Salicrup 2018) y de la importancia del conocimiento empírico del uso del fuego en el posterior desempeño de las brigadas de ejidos y comunidades, así como en las institucionales (Martínez-Torres *et al.* 2018). A pesar de su importante papel en el manejo del fuego, la investigación en relación directa con los brigadistas de incendios forestales ha sido escasa en México. El único antecedente publicado es el trabajo de Rodríguez-Trejo *et al.* (2006) sobre el perfil de los combatientes de incendios forestales en México. Pero incluso en dicho trabajo sólo se abordan a los brigadistas de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) quienes son los mejor equipados, capacitados y con mejores condiciones laborales para el combate de incendios como también lo confirman los resultados del capítulo 2 de este trabajo (Martínez-Torres *et al.* 2015). Sin embargo, los brigadistas de CONAFOR representaron apenas el 21% de los "días-hombre" aplicados en el combate de incendios en el 2016 (CONAFOR 2016). El resto son brigadistas de otras dependencias federales, estatales y municipales, pero también campesinos de ejidos y comunidades que tienen pocos recursos para enfrentarse a los incendios forestales, arriesgando su vida en ello. Es fundamental reconocer y abordar el papel de los brigadistas y los impactos a su salud como ya se hace en otros países (Fache y Moizo 2015; Rodríguez 2006; uno de salud)

El capítulo 3 se centró en caracterizar a los usuarios del fuego, los usos del fuego en actividades productivas y los factores ecológicos y sociales considerados en dichos usos del fuego. A pesar de la predominancia de la supresión y combate de incendios forestales en la RBMM (Cantú 2013; Martínez-Torres *et al.* 2015), se encontraron elementos que apoyan la



existencia de un sistema tradicional de conocimiento del fuego (STCF, propuestos por Huffman 2013), en las comunidades campesinas de la RBMM (Martínez-Torres *et al.* 2016). Identificado como "extraer-apilar-secar-quemar" por el tipo de actividades que se llevan a cabo para preparar la quema (Martínez-Torres *et al.* 2016), este STCF se suma a la documentación de los usos tradicionales del fuego en México. Aunque uno de los usos del fuego en la RBMM es llamado "roza" y algunos entrevistados llegaron a mencionar actividades de Roza-Tumba-Quema en esta ANP, es claro que no se trata de un uso del fuego relacionado con la agricultura itinerante, como los descritos para ecosistemas tropicales, (Hernández-Xolocotzi 1959; Alcorn 1981; Gómez-Pompa y Kaus 1992; Levy y Aguirre 2000; Monzón-Alvarado *et al.* 2014).

Una contribución novedosa de esta investigación son resultados de la caracterización de los usuarios del fuego y las consecuencias sociales de las quemas que llevan a cabo, pues la mayoría de los estudios hechos en México para este tema han puesto su énfasis en la forma de uso del fuego y sus consecuencias ecológicas, dejando de lado a los actores involucrados. Los resultados de esta investigación reconocen que la cooperación y organización de las familias y comunidades en la RBMM es todavía importante, a pesar del deterioro en las instituciones comunitarias agravado por la imposición de esta ANP desde la década de 1980 (Merino y Hernández 2004; Honey-Rosés 2009). Son estos usuarios del fuego quienes a pesar de las políticas de supresión e incluso criminalización del uso del fuego durante el siglo XX (Mathews 2003) siguen conservando un STCF. Sin embargo, también se encontraron elementos que pueden llevar a pensar en una fuerte influencia de la visión occidentalizada del manejo del fuego sobre las visiones indígenas y rurales del fuego. Por ejemplo el énfasis en la preocupación por generar incendios forestales o la pérdida del uso de fuego dentro del bosque para fomentar especies de hongos comestibles (Martínez-Torres *et al.* 2016). En algunos casos la imposición de la visión occidental sobre los usuarios tradicionales del fuego ha tenido efectos negativos sobre las actitudes y conocimiento tradicional del fuego (Mathew 2003; Raish *et al.* 2005; Rodríguez 2006; Fache y Moizo 2015; Gutiérrez-Navarro *et al.* 2017). En otros casos, se ha generado un debate sobre la importancia y necesidad de incorporar otras visiones y conocimientos al discurso occidental del manejo del fuego generando sinergias que repercuten positivamente en el manejo del fuego (Kull 2002; Raish *et al.* 2005; Lake *et al.* 2017).

Se encontró un importante cuerpo de consideraciones ecológicas y sociales que los usuarios del fuego han desarrollado y adaptado de acuerdo a sus propias necesidades y sus contextos familiares, comunitarios y ambientales. Por ejemplo, la llegada del pasto invasor *Pennisetum clandestinum*, hace 30 años aproximadamente, ha generado una estrategia de división de trabajo para poder extraerlo y quemarlo para eliminarlo adecuadamente del campo de cultivo (Martínez-Torres *et al.* 2016). Esto es un buen ejemplo de manejo adaptativo en el STCF, el cual como mencionan Lake *et al.* (2017) es fundamental en comunidades rurales tradicionales, como estrategia para conservar sus formas de vida.

A la luz de los resultados de esta investigación, se puede pensar que aún existe una gran cantidad de STCF sin identificar en aquellas regiones en donde existe una alta presencia de comunidades campesinas que utilizan el fuego e que interactúan con sus ecosistemas forestales. Para abordarlos será necesario entender cada contexto socioecosistémico particular, los objetivos que buscan los usuarios así como el propio perfil de quienes hacen uso del fuego y con ello ir construyendo un mejor entendimiento del uso del fuego. En un país mega biodiverso y mega cultural como México (Toledo y Barrera-Bassols 2008) y con una cosmovisión mesoamericana tan relacionada con el elemento fuego (López-Austin 1985), es de esperar una amplia riqueza de STCF por descubrir, documentar, explicar e integrar al manejo forestal y manejo de los ecosistemas de este país.

En el capítulo 4 se describe y analiza quiénes son y cómo se relacionan los actores locales clave del manejo del fuego en la RBMM, así como su percepción, ideas y conceptos sobre este tema. Si bien el trabajo de Cantú (2013) sobre la respuesta institucional ante los incendios forestales en la RBMM muestra la relación entre actores para la prevención, combate y restauración en el manejo del fuego, en el presente trabajo se busca ir más allá del discurso oficial y las relaciones formales entre las instituciones. Para ello se abordó el manejo del fuego desde la teoría de redes sociales, lo que permitió identificar la importancia del contexto socioecosistémico particular de la RBMM y de las relaciones de confianza entre actores, lo cual como se ha encontrado en otros trabajos es fundamental en el manejo del fuego y eventual mitigación de riesgos para las comunidades (Schulte y Miller 2010; Diaz *et al.* 2015). En algunos países, particularmente en Estados Unidos, Australia y algunos países del Mediterráneo, hay una revalorización de la importancia de las redes de actores para la comunicación, planeación, prevención, reacción y restauración

ante los incendios forestales (McCaffrey 2015; Toman *et al.* 2006). Estos actores, muchas veces ciudadanos sin conocimientos del fuego, pueden llegar a ser muy activos ante la prevención y mitigación de riesgo a incendios forestales, rebasando incluso las atribuciones de las instituciones especializadas en el manejo del fuego (Toman *et al.* 2006).

Considerar la opinión y percepción del manejo del fuego por los actores locales clave que lo hacen posible, busca la reinterpretación, discusión o ampliación de los conceptos e ideas que se han propuesto hasta ahora. De acuerdo a los resultados del análisis cualitativo de las entrevistas a actores locales clave, se pudo construir un concepto sobre lo que es el manejo del fuego en la RBMM. Este consiste en "conjunto de actividades desarrolladas por los actores locales clave para prevenir, combatir, usar y entender el fuego en un contexto temporal, espacial, social y ambiental, el cual a su vez, determina el comportamiento del fuego, los regímenes de fuego actuales y el conocimiento que los propios actores locales puede tener y utilizar sobre este fenómeno a corto, mediano y largo plazo" (Martínez-Torres *et al.* 2018).

De la definición anterior del manejo del fuego en la RBMM se desprende que los actores locales entienden el manejo del fuego como un conjunto de acciones concretas que ellos mismos llevan a cabo de acuerdo a sus propios intereses personales e institucionales. Dichas actividades incluyen bajo diferentes ideas, por ejemplo, las intervenciones técnicas, institucionales y comunicativas que menciona Jardel (2010) y las acciones dirigidas a la prevención, educación, legislación, supresión y uso del fuego que menciona Myers (2006). También incluye una estrecha relación entre los aspectos temporales, espaciales, sociales y ambientales en el uso y manejo del fuego, cómo ha sido sostenido en otros trabajos (Mbow *et al.* 2000; Huffman 2010; Jardel 2010). Dichos aspectos se conjugan para entender el comportamiento del fuego en el corto, mediano y largo plazo. Cabe destacar que la consideración del tiempo en la RBMM depende de aspectos relacionados con las actividades productivas, los tiempos de la administración pública, la permanencia en los puestos de trabajo, entre otros que afectan a los actores locales. El comportamiento del fuego está muy relacionado con las unidades de paisaje que identifican los propios actores locales y qué, por ejemplo, también está detrás del concepto de camas de combustibles de Ottmar *et al.* (2007) para explicar el ambiente del fuego. También es destacable que los actores locales clave identificaron prácticamente todos los elementos que componen los

regímenes de fuego (Agee 1993; Jardel 2010), utilizando sus propias ideas y en ocasiones llamándolos de otra manera. También se debe mencionar que muchas veces estos conceptos no son siempre iguales entre los distintos actores y a veces no están integrados unos con otros en el momento de la planeación del manejo del fuego.

El capítulo 5 de esta tesis busca proponer una reflexión de las implicaciones que han tenido las políticas públicas relacionadas con el manejo del fuego en los campesinos de México. Se propone una serie de consecuencias que han tenido las leyes y políticas públicas relacionadas directamente e indirectamente con el manejo del fuego sobre los campesinos cómo la de ser forzados a convertirse en brigadistas de combate de incendios forestales *de facto*. En ese sentido, es común encontrar que, a nivel local en zonas rurales forestales, muchos brigadistas de instituciones gubernamentales también sean campesinos y como tales se convierten en una especie de mediadores entre las comunidades a las que pertenecen y el gobierno. Los campesinos, como habitantes de las comunidades rurales y relacionados con las actividades productivas primarias, fueron considerados desde un inicio bajo la premisa de que estos han sido señalados como los principales culpables de iniciar incendios forestales (CONAFOR 2016) y ser los principales usuarios del fuego (Huffman 2010; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011; Monzón-Alvarado *et al.* 2014). La información arrojada por esta investigación hace énfasis en su papel activo como generadores y transmisores de conocimiento del fuego (Martínez-Torres *et al.* 2016). Con ello se muestra que a pesar de la visión de supresión y desaliento del uso del fuego que predominaron en la política pública de México durante el siglo XX (Mathews 2003, 2005; Rodríguez-Trejo 2015) y otras políticas relacionadas con el sector agropecuario y forestal (Warman 2001; Merino 2004), el uso tradicional del fuego ha sobrevivido en el ámbito rural.

El hecho de que los campesinos sean señalados como los principales generadores de incendios forestales del país, causando 3200 incendios en promedio por año considerando los datos oficiales de la CONAFOR (2016), ya sea por descuido o negligencia en el uso del fuego en actividades agropecuarias, los coloca en una posición delicada ante la legislación forestal que criminaliza los incendios provocados intencionalmente. Por otro lado la cantidad de campesinos que utilizan fuego, la cual es muy difícil de cuantificar, considerando y siguiendo una serie de normas locales gracias a su conocimiento del

comportamiento del fuego como es el caso de muchos en la RBMM (Martínez-Torres *et al.* 2016) pueden estar evitando y previniendo incendios forestales.

Además de las políticas públicas y leyes relacionadas directamente con el manejo del fuego y del sector forestal de México, se consideraron otras leyes que afectaron principalmente el sector rural. En ese sentido se eligió la publicación de constitución política mexicana de 1917, emanada de una guerra civil con una fuerte carga de reivindicación agraria, como punto de inflexión en el manejo del fuego en México. Con ello se propone que además de las repercusiones sobre el enfoque del manejo del fuego orientado la supresión y combate de incendios y en general relación humano-fuego que tuvo la Revolución Industrial en el contexto global (Seijo y Gray 2012; Pausas y Keeley 2009) en México la Revolución Mexicana juega un papel particular. Pocas investigaciones han profundizado en este tema y en como las políticas de reparto agrario y bosques han modificado los usos del fuego y los regímenes de incendios en México. Para profundizar al respecto es importante la revaloración y atención a las necesidades de los campesinos, indígenas y no indígenas, ante el uso y manejo del fuego y considerar a dichos actores en las prioridades investigación, planeación y formulación de políticas publicas del manejo del fuego en México (Jardel *et al.* 2010; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011).

### **Implicaciones para el uso y manejo del fuego**

A partir de los resultados de esta investigación, se ha discutido como algunos elementos del conocimiento local pueden contribuir a la valoración y planeación del uso y manejo del fuego. El enfoque del manejo del fuego integrado al manejo de socioecosistemas y los métodos utilizados en esta investigación puede ayudar a abordar este tema en otros territorios de México y el mundo, en especial de América Latina. Para ello es necesario reconocer que a pesar de los esfuerzos de algunas instituciones de gobierno, universidades y organizaciones de la sociedad civil por fomentar el nuevo enfoque del manejo del fuego (Frausto y Landa 2009; Jardel 2010; CONANP 2011; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011) este sigue sin alcanzar a todos los actores involucrados en este tema. No es suficiente que los investigadores desarrollen conocimiento sobre el fuego e incendios forestales, también es necesario su difusión entre todos los actores involucrados directamente y en la población general (Murdiyarso *et al.* 2004). Pero sobretodo, es necesario que se escuche y considere a todos los actores involucrados en el uso y manejo

del fuego y como ellos los perciben desde su realidad socio-ecológica (Huffman 2013; Burtz y Bright 2014; Monzón-Alvarado *et al.* 2014). Con ello se podrán generar estrategias adecuadas de manejo del fuego basadas en nuestro mejor entendimiento de las condiciones y procesos ecológicos y sociales específicos de diferentes regiones del país (González-Cabán y Sandberg 1989; Jardel 2010). En ese sentido, el presente trabajo de investigación aporta elementos con el ánimo de que lleven a valorar en su justa dimensión el uso tradicional del fuego que hacen los campesinos y a aspirar a un verdadero manejo integral e integrado del fuego al manejo de socioecosistemas.

Históricamente, al menos en los últimos 100 años, las políticas de manejo del fuego que se han implementado en México tienen una alta influencia de los que se desarrolla en otros países como Estados Unidos y Canadá (Rodríguez-Trejo 2015). Algunas han resultado exitosas pero otras chocan con la realidad mexicana con sus particularidades. En términos generales la aproximación o modelo disciplinario que influyó fuertemente en el enfoque de supresión y combate fue importado de fuera hacia México desde inicios del siglo XX. Para finales del mismo siglo surgieron algunos grupos de investigación que desarrollaron e impulsaron el enfoque de manejo ecológico del fuego (Sánchez-Córdova y Dietrich 1983; Sánchez-Córdova y Zerecero-Leal 1983; Jardel *et al.* 2004; Rodríguez-Trejo *et al.* 2011). Poco a poco en los inicios del siglo XXI ha crecido el interés del modelo disciplinario cultural-social y algunas voces desde la academia, sociedad civil organizada e incluso del gobierno ya hablan de transitar a un enfoque de manejo del fuego integrado a socioecosistemas (Frausto y Landa 2009; CONANP 2011). Este último, como marco conceptual bien puede beneficiarse de la investigación, visiones y propuestas que surjan de países y regiones como México y Latinoamérica, fuera de los países y regiones que han marcado la pauta de la investigación hasta ahora como Estados Unidos, Australia y Europa Occidental.

En algunas regiones, el reconocimiento e incorporación del conocimiento tradicional del fuego de grupos indígenas ha ayudado a la ciencia occidental a entender procesos ecológicos y explicar el comportamiento del fuego (Bilbao *et al.* 2010; Lake *et al.* 2017). En México es momento de rescatar ese conocimiento, pasando por su descripción pero también por su incorporación en las leyes y políticas públicas. En ese sentido la CONANP si considera la incorporación de los intereses de los actores locales en el uso del

fuego dentro de las ANP (CONANP 2011), al menos en el papel pues en la práctica son muy pocas las ANP que cuentan con un plan de manejo del fuego que tenga un enfoque socioecosistémico. Por lo pronto para la RBMM se cuenta con una descripción de los usos tradicionales del fuego enfocado a actividades productivas derivado de la presente investigación (Martínez-Torres *et al.* 2016). Sin embargo, lejos de ser exhaustivo, aún hay preguntas sobre los usos tradicionales del fuego en la RBMM que se deben abordar con mayor profundidad, por ejemplo cómo fueron los usos del fuego en el pasado, qué impacto han tenido las políticas de conservación en la percepción de los incendios forestales, cuál es la cosmovisión de las comunidades mazahuas y otomíes sobre el fuego, entre otras.

La reciente Ley General de Desarrollo Forestal sustentable (LGDFS, 2018) incorpora el concepto de manejo del fuego, el cuál debe tener un enfoque ecológico y participación social, sin embargo no reconoce la diversidad de usos del fuego en el país. De hecho la NOM-015 (DOF 2009) que regula el uso del fuego es demasiado estricta en sus consideraciones para hacer uso del fuego, algunas de ellas imprácticas para los campesinos como el llenado de formatos para dar aviso a las autoridades o el establecimiento de horarios para quemar que no se ajustan a las necesidades de todos los campesinos. Al respecto Monzón-Alvarado *et al.* (2014) encuentran que los horarios y fechas para hacer quemas según el calendario oficial en la región de Calakmul no corresponde a las condiciones que necesitan los campesinos para hacer sus quemas. Convendría en ese sentido incorporar algo del espíritu de manejo adaptativo, como el encontrado para el STCF y el manejo del fuego de los actores locales en la RBMM, que a través de la negociación y acuerdos formales y no formales son capaces de llevar a cabo sus diferentes objetivos.

La legislación y los programas de manejo del fuego deben reconocer y ser más comprensivas e incluyentes con las variedad de tipos de brigadas que atienden el manejo del fuego. Empezando quizá por cambiar su nombre de brigadas de prevención y combate de incendios, a brigadas de manejo del fuego, cómo se sugiere en este trabajo (Martínez-Torres *et al.* 2018). Es necesario ampliar la idea de las brigadas a otros actores sociales, que de hecho muchas veces ejercen como brigadistas para poder acotar en forma sus capacidades y funciones. No solo los campesinos-brigadistas como se plantea en el capítulo 5 de este trabajo (Martínez-Torres y Pérez-Salicrup 2018), que participan en brigadas ejidales y comunales para atender los incendios en sus bosques (Sheridan *et al.*

2015; Martínez-Torres *et al.* 2015), también vecindarios, poseionarios, policías y bomberos urbanos y otros habitantes rurales y urbanos que son afectados por incendios forestales e incluso son reconocidos como actores locales clave en el capítulo 4 de este trabajo (Martínez-Torres *et al.* 2018).

Al apreciar las brigadas desde una visión más amplia se puede fomentar un dialogo e intercambio de experiencias desde diferentes visiones del fuego (Bilbao *et al.* 2010), aunque también existe el peligro de que se imponga la visión occidentalizada del manejo del fuego (Fache y Moizo 2015; Gutiérrez-Navarro *et al.* 2017). Al ser conscientes de estas implicaciones se puede promover un intercambio real de objetivos, conocimientos empíricos, técnicos, e intereses de los diferentes actores. La idea de las brigadas de manejo del fuego puede incluir, objetivos diferentes al combate de incendios. Por ejemplo brigadas especializadas en divulgación de información para la prevención y mitigación de incendios forestales con especialistas en comunicación ambiental y en incendios. Otras brigadas de verificación y caracterización de sitios quemados en donde grupos de la academia pudieran coordinar funcionarios gubernamentales y brigadistas de incendios para fines de investigación (Cantú 2013). Este tipo de brigadas, en donde participen grupos de la academia y otros actores locales podrían incluso incorporarse al monitoreo a largo plazo de los incendios forestales en las ANP (Maass *et al.* 2010).

Con la información documentada en la presente investigación sobre antecedentes de fuego y manejo del fuego en la RBMM en el capítulo 2 (Martínez-Torres *et al.* 2015), el sistema tradicional de conocimiento del fuego en el capítulo 3 (Martínez-Torres *et al.* 2016); la perspectiva de los actores locales clave en el manejo del fuego en el capítulo 4 (Martínez-Torres *et al.* 2018), y la reflexión sobre las consecuencias de las políticas públicas a los campesinos en el capítulo 5 (Martínez-Torres y Pérez-Salicrup 2018) y otras publicaciones generadas en el proyecto "Efecto de perturbaciones naturales y humanas en bosques de coníferas de la RBMM: implicaciones para el manejo del fuego" (Cantú 2013; Pérez-Salicip *et al.* 2016), es posible asegurar que existen elementos para avanzar hacia el manejo del fuego integrado al manejo de socioecosistemas en la RBMM.



## Literatura citada de discusión

- Agee, J.K. 1993. Fire ecology of the Pacific Northwest forest. Island Press. Washington, D.C. 493 p.
- Alcorn, J.B. 1981. Huastec non-corp resource management: implications for prehistoric rain forest management. *Human Ecology* 9(4):395–417. DOI:10.1007/BF01418729
- Bilbao, B.A., A.V. Leal y A.L. Méndez. 2010. Indigenous use of fire and forest loss in Canaima National Park, Venezuela. Assessment of and tools for alternative strategies of fire management in Pemón indigenous lands. *Human Ecology* 38:663-673. DOI: 10.1007/s10745-010-9344-0
- Bosomworth, K., J. Handmer y R. Thornton. 2015. The role of social science in the governance and management of Wildland fire. *International Journal of Wildland Fire* 24:151-152. DOI: 10.1071/WF15030
- Brenkert-Smith, H. 2010. Building bridges to fight fire: The role of informal social interactions in six Colorado wildland–urban interface communities. *International Journal of Wildland Fire* 19(6):689–97. DOI:10.1071=wf09063
- Burtz, R. y A. Bright. 2014. Value orientations and attitudes toward wildfire management: An exploration of integrative complexity. *International Journal of Sociology Study* 2(1):1-9.
- Cantú, M.X. 2013. Incendios del 2012 en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca: caracterización y respuesta institucional. Tesis de Licenciatura en Ciencias Ambientales, Escuela Nacional de Estudios Superiores campus Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México, Morelia, México. 70 p.
- Christianson, A. 2015. Social science research on indigenous wildfire management in the 21st century and future research needs. *International Journal of Wildland Fire* 24:190-200. DOI: 10.1071/WF13048
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2016. Incendios forestales. Disponible en línea:<http://www.gob.mx/conafor/documentos/incendios-forestales-27734> (consultado 08/06/2017).
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2011. Estrategia y lineamientos de manejo del fuego en Áreas Naturales Protegidas. CONANP. México DF. 36 p.
- Diaz, J.M., T. Steelman y B. Nowell. 2015. Local ecological knowledge and fire management: What does the public understand?. *Journal of Forestry* 113:1-8. DOI: 10.5849/jof.14-026
- DOF 2009. NOM-015 (Norma Oficial Mexicana 015 SEMARNAT-SAGARPA 2007). 2009. Especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario. Mexico DF. 121 p.
- Fache, E., y B. Moizo. 2015. Do burning practices contribute to caring for country? Contemporary uses of fire for conservation purposes in indigenous Australia. *Journal of Ethnobiology* 35(1):163-182. DOI: 0.2993/0278-0771-35.1.163
- Fischer, A.P., T.A. Spies, T.A. Steelman, C. Moseley, B.R. Johnson, J.D. Bailey, A.A. Ager, P.B., S. Charnley, B.M. Collins, J.D. Kline, J.E. Leahy, J.S. Littell, J.D.A. Millington, M. Nielsen-Pincus, C.S. Olsen, T.B. Paveglio, C.I. Roos, M.M. Steen-Adams, F.R. Stevens, J. Vukomanovic, E.M. White y D.M.J.S. Bowman. 2016.

- Wildfire risk as a socioecological pathology. *Front Ecol Environ* 14(5):276-284. DOI: 10.1002/fee.1283
- Frausto, J.M., y R. Landa. 2009. Sociedad, fuego y ecosistemas: contribución de las organizaciones locales al Manejo del Fuego en México. 4th international wildland fire conference. Sevilla, España. 15 p.
- Gómez-Pompa, A. y A. Kaus. 1992. Taming the wilderness myth. *BioScience* 42(4):271-279.
- González-Cabán, A. y D.V. Sandberg 1989. Fire management and research needs in Mexico. *Journal of Forestry* 87(8):20-26.
- Gutiérrez-Navarro, A., L.E. García-Barrios, M. Parra-Vázquez, Peter Rosset. 2017. De la supresión al manejo del fuego en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas: perspectivas campesinas. *Región y Sociedad XXIX (70)*: 31-70.
- Hernández-Xolocotzi, E. 1959. La agricultura en la península de Yucatán. En Beltrán (Ed.) *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. No. 3. México DF. pp 3-57.
- Honey-Rosés, J. 2009. Illegal Logging in Common Property Forests. *Society & Natural Resources* 22:916-930. DOI: 10.1080/08941920903131120
- Huffman, M.R. 2010. Community-based fire management at La Sepultura Biosphere Reserve, Chiapas, Mexico. PhD Dissertation. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.
- Huffman, M. 2013. The many elements of traditional fire knowledge: Synthesis, classification, and aids to cross-cultural problem solving in fire-dependent systems around the world. *Ecology and Society* 18(4):3. DOI:10.5751/ES-05843-180403.
- Jardel, E.J., F. Castillo-Navarro, R. Ramírez-Villeda, J.C. Chacón-Mathieu y O.E. Balcázar-Medina. 2004. Los incendios forestales en la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco y Colima. En: L. Villers y J. López (eds) *Incendios forestales en México: Métodos de evaluación*. Centro de Ciencias de la Atmosfera-UNAM. México DF. pp 143-160.
- Jardel, E. 2010. Planificación del manejo del fuego. Universidad de Guadalajara, Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente AC, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible AC, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza AC, México. 59 p.
- Jardel, E., J.M. Frausto-Leyva, D.R. Pérez-Salicrup, E. Alvarado, J.E. Morfín-Ríos, R. Landa y P. Llamas-Casillas. 2010. Prioridades de Investigación en Manejo de Fuego en México. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México DF. 37 p.
- Kull, C. 2002. Madagascar aflame: landscape burning as peasant protest, resistance, or a resource management tool?. *Political Geography* 21:927-953. DOI:10.1016/S0962-6298(02)00054-9
- Lake, F. K., V. Wright, P. Morgan, M. McFadzen, D. McWethy y C. Stevens-Rumann. 2017. Returning Fire to the land-celebrating traditional knowledge and fire. *Journal of Forestry: Special Issue-September*:1-11. DOI: 10.5849/jof.2016-043R2
- LGDFS (Ley General de Desarrollo forestal sustentable). 2018. Publicada en el Diario Oficial de la Federación 05 junio 2018.
- Levy, S.I. y R. Aguirre. 2000. El aprovechamiento agrícola intensivo de los Hubchés (Acahuals o comunidades secundarias) de Yucatán. *Revista Geográfica* 128: 79-103.

- López-Austin, A. 1985. El dios enmascarado de fuego. *Anales de Antropología* 22(1): 251-285.
- Maass, M., E. Jardel, A. Martínez-Yrizar, L. Calderón, J. Herrera, A. Castillo, J. Euán-Ávila, y M. Equihua. 2010. Las áreas naturales protegidas y la investigación ecológica de largo plazo en México. *Ecosistemas* 19(2):69-83.
- Maass, M. 2018. Los sistemas socio-ecológicos desde el enfoque socioecosistémico (SES). En: Ávila-Foucat, V.S. y M. Perevochtchikova (Eds.) *Los sistemas socio-ecológicos: marcos analíticos y estudios de caso en Oaxaca, México.* pp 19-65.
- Martínez-Torres, H.L., M. Cantú, M.I. Ramírez y D. Pérez-Salicrup. 2015. Fires and fire management in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve. En Oberhauser K. S., Nail K. R., Altizer S. (Eds), *Monarchs in a changing world: Biology and conservation of an iconic insect.* Cornell University Press: Ithaca, New York, USA. pp 179-189.
- Martínez-Torres H. L., A. Castillo, M.I. Ramírez y D. Pérez-Salicrup. 2016. The importance of the traditional fire knowledge system in a subtropical montane socio-ecosystem in a protected natural area. *International Journal of Wildland Fire* 25:911-921. DOI: 10.1071/WF15181
- Martínez-Torres, D. R. Pérez-Salicrup, A. Castillo y M. I. Ramírez. 2018. Fire management in a Natural Protected Area: What do key local actors say?. *Human Ecology* 46: 515-528. <https://doi.org/10.1007/s10745-018-0013-z>
- Martínez-Torres, H.L. y D.R. Pérez-Salicrup. 2018. El papel del campesino ante la regulación de los incendios forestales en México: consecuencias inesperadas. *Perspectivas Rurales Nueva Época* 31
- Mathews, A.S. 2003. Suppressing Fire and Memory: Environmental Degradation and Political Restoration in the Sierra Juárez of Oaxaca 1887–2001. *Environmental History* 8(1):77–108.
- Mathews, A.S. 2005. Power/knowledge, power/ignorance: forest fires and the State in Mexico. *Human Ecology* 33(6):795-820. DOI: 10.1007/s10745-005-8211-x
- Mbow, C., T.T. Nielsen y K. Rasmussen. 2000. Savanna fires in east-central Senegal: distribution patterns, resources management and perceptions. *Human Ecology* 28(4):561-583. DOI: 10.1023/A:1026487730947
- McCaffrey, S., E. Toman, M. Stidham y B. Shindler. 2013. Social science research related to wildfire management: an overview of recent findings and future research needs. *International Journal of Wildland Fire* 22:15-24. DOI: 10.1071/WF11115
- McCaffrey, S. 2015. Community wildfire preparedness: a global state-of-knowledge summary of social science research. *Curr Forestry Rep* 1:81-90. DOI: 10.1007/s40725-015-0015-7
- Merino, L. 2004. Conservación o deterioro, el impacto de las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en las prácticas de uso de los recursos forestales. SEMARNAT, Instituto Nacional de Ecología, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible AC. México DF. 331 p.
- Merino, L., y M. Hernández. 2004. Destrucción de instituciones comunitarias y deterioro de los bosques en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Sociología* 66(2):261-309.
- Monzón-Alvarado, C., P. Waylen y E. Keys. 2014. Fire management and climate variability: Challenges in designing environmental regulations. *Land Use Policy* 39:12-21. DOI:10.1016/j.landusepol.2014.03.003

- Murdiyarsa, D., L. Lebel, A.N. Gintings, S.M.H. Tampubolon, A. Heil y M. Wasson. 2004. Policy responses to complex environmental problems: insights from a science-policy activity on transboundary haze from vegetation fires in Southeast Asia. *Agriculture, Ecosystems and Environmental* 104:47-56. DOI: 10.1016/j.agee.2004.01.005
- Myers, R.L. 2006. *Living with fire: sustaining ecosystems and livelihoods through integrated fire management*. The Nature Conservancy. Arlington, VA, USA. 28 p.
- Ottmar, R.D., Sandberg D.V., Riccardi C.L. y Prichard S.J. 2007. An overview of the Fuel Characteristic Classification System-Quantifying, classifying and crating fuelbeds for resource planners. *Can. J. For. Res.* 37:2383-2393.
- Pausas, J.G. y E. Keeley. 2009. A burning story: the role of fire in the history of life. *BioScience* 59(7): 593-601. DOI:10.1525/bio.2009.59.7.10
- Pérez-Salicrup, D., M. Cantú-Fernández, P.F. Jaramillo-López, T. Carlón-Allende, E. Sáenz-Ceja, E. Garduño-Mendoza y L. Martínez-Torres. 2016. Restauración de un proceso: el fuego en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca en los estados de México y Michoacán. En: E. Cecon y C. Martínez-Garza. *Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas*. CRIM-UNAM, UAEM, CONABIO. Cuernavaca, Morelos. pp 215-234.
- Raish, C., A. González-Cabán y C.J. Condie. 2005. The importance of traditional fire use and management practices for contemporary land managers in the American Southwest. *Environmental Hazards* 6:115-122. DOI: 10.1016/j.hazards.2005.10.004
- Rodríguez, I. 2006. Pemon perspectives of fire management in Canaima National Park, Southeastern Venezuela. *Human Ecology* 35:331-343. DOI: 10.1007/s10745-006-9064-7
- Rodríguez-Trejo, D.A. 2006. El perfil actual del combatiente oficial de incendios forestales en México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 12(1): 79-86
- Rodríguez-Trejo, D.A., Martínez-Hernández P.A., Ortiz-Contla H., Chavarría-Sánchez M.R. y Hernández-Santiago F. 2011. The present status of fire ecology, traditional use of fire, and fire management in Mexico and Central America. *Fire Ecology* 7(1):40-56. DOI: 10.4996/fireecology.0701040
- Rodríguez-Trejo, D.A. 2015. *Incendios de vegetación: su ecología, manejo e historia. Volumen 2. Biblioteca básica de agricultura*. Printing arts mexico S. de R.L. de C.V. Guadalajara, Jal., México. pp 893-1705.
- Sánchez-Córdova, J., y J.H. Dieterich. 1983. Efecto de las quemadas controladas en *Pinus durangensis* en Madera, Chihuahua. Nota Técnica 9. Centro de Investigaciones Forestales del Norte, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Chihuahua, México.
- Sánchez-Córdova, J. y G. Zerecero-Leal. 1983. Quemadas controladas. Nota Divulgativa 5. CIFONOR-INIF. Chihuahua, México.
- Scott, A.C., D.M.J.S. Bowman, W.J. Bond, S.J. Pyne y M.E. Alexander. 2014. *Fire on Earth, An introduction*. Wiley Blackwell. Chichester, West Sussex, UK. 413 p.
- Seijo, F. y R. Gray. 2012. Pre-industrial anthropogenic fire regimes in transition: the case of Spain and its implications for fire governance in Mediterranean type biomes. *Research in Human Ecology* 19(1): 58-69
- Sheridan R. A. S., Fulé P. Z., Lee M. A., and Nielsen E. A. 2015. Identifying social-

- ecological linkages to develop a community fire plan in Mexico. *Conservation and society* 13(4):395-406. DOI: 10.4103/0972-4923.179884
- Schulte, S. y K.A. Miller. 2010. Wildfire risk and climate change: the influence on homeowner mitigation behavior in the wildland-Urban interface. *Society & Natural Resources* 23(5):417-435. DOI: 10.1080/08941920903431298
- Toledo, V.M. y N. Barrera-Bassols. 2008. La memoria biocultural, la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Icara editorial. Barcelona. 230 p.
- Toman, E., B. Shindler y M. Brunson. 2006. Fire and Fuel Management Communication Strategies: Citizen Evaluations of Agency Outreach Activities. *Society & Natural Resources* 19(4):321-336. DOI: 10.1080/08941920500519206
- Villers-Ruiz, L. y J. López-Blanco. 2004. Comportamiento del fuego y evaluación del riesgo por incendios en las áreas forestales de México: un estudio en el volcán la Malinche. En: L. Villers-Ruiz y J. López-Blanco (eds). *Incendios forestales en México: Métodos de evaluación*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México. pp 61-78.
- Warman, A. 2001. *El campo mexicano en el siglo XX*. Fondo de Cultura Económica, Mexico, D.F. 262 p.