



## **Coordinación institucional para la realización de quemas prescritas y quemas controladas en México**

### **Institutional coordination of prescribed and controlled burns in Mexico**

Diego R. Pérez-Salicrup<sup>1\*</sup>, Ruben Ortiz Mendoza<sup>1</sup>, Erika Garduño Mendoza<sup>1</sup>, Héctor Leonardo Martínez-Torres<sup>1</sup>, Karla A. Oceguera Salazar<sup>1</sup>, Shatya Quintero Gradilla<sup>2</sup>, Faviola Castillo Navarro<sup>2</sup>, Ernesto Alvarado Celestino<sup>3</sup> y Armando González Cabán<sup>4</sup>

#### **Abstract:**

Fire management in Mexico has been promoted by various governmental and academic institutions, as well as organizations of civil society, as a strategy to minimize the negative impacts of forest wildfires and maximize the positive effects of fire. One of its objectives is to keep the occurrence of forest fires within the range of variation of natural fire regimes for each ecosystem. Prescribed burns and controlled burning are tools that can be conducted to accomplish fire management goals. In Mexico there has been a recent promotion of these practices, but there is little information on institutional coordination in their execution. It is essential to generate this information in order to improve these practices, following the principle of adaptive management. In this paper we describe the institutional heterogeneity involved in five controlled and prescribed burns in Mexico, and compare them to that experienced during a forest wildfire. It was found that, in different regions of the country, members of both Conafor and local brigades, academia, and organizations of civil society played different roles during the burns. It is necessary to consider the institutional diversity of the country and the importance of these institutions in order to reach agreements that may allow different actors to participate in the execution of prescribed and controlled burns.

**Key words:** Conafor, ejidos and indigenous communities, fire management, forest wildfires, non-governmental organizations, universities.

#### **Resumen:**

En México, diversas instituciones gubernamentales, académicas y asociaciones civiles, han impulsado el manejo del fuego como una estrategia para minimizar los impactos negativos de los incendios forestales y maximizar sus efectos positivos. Entre sus propósitos están mantener la ocurrencia de estos eventos en el intervalo de variación de los regímenes naturales de fuego para cada ecosistema. Para realizar manejo del fuego se pueden llevar a cabo quemas prescritas y quemas controladas, que consisten en la aplicación intencional del fuego con objetivos concretos. En México se ha dado impulso recientemente a estas prácticas, pero a la fecha se cuenta con poca información sobre la coordinación entre las instituciones involucradas en su ejecución. Sin embargo, su generación es fundamental para mejorar el éxito de las mismas, a partir del principio del manejo adaptativo. En este trabajo se describe la heterogeneidad institucional involucrada en el desarrollo de cinco quemas controladas y prescritas, y se contrasta con la atención a un incendio forestal. En diferentes regiones del país se identificaron brigadistas de Conafor, brigadistas locales, académicos e integrantes de Organizaciones de la Sociedad Civil que desempeñan papeles distintos durante las quemas. Por ello, es necesario considerar la diversidad institucional existente en el país y la importancia de que dichas instituciones logren acuerdos que permitan a diferentes actores participar en la ejecución tanto de quemas prescritas, como controladas.

**Palabras clave:** Conafor, ejidos y comunidades indígenas, incendios forestales, manejo del fuego, organizaciones no gubernamentales, universidades.

Fecha de recepción/Reception date: 15 de diciembre de 2017

Fecha de aceptación/Acceptance date: 27 de julio de 2018

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

<sup>2</sup>Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. México. correo-e: diego@cieco.unam.mx

<sup>3</sup>School of Environmental and Forest Sciences, College of the Environment, University of Washington. USA.

<sup>4</sup>United States Forest Service. Retirado. USA.

## Introducción

Los incendios forestales son una de las principales causas de las modificaciones en la estructura, composición y función de los ecosistemas, en México (Rodríguez-Trejo, 2015). Sin embargo, su supresión y combate pueden derivar en cambios en la dinámica de los ecosistemas a largo plazo, que a su vez los hacen más propensos a fuegos catastróficos (Pyne *et al.*, 1996; Stephens y Ruth 2005). En México, ha predominado una política de eliminación y combate impulsado desde la primera mitad del siglo XX; aunque, en la práctica no derivó en una supresión efectiva de los mismos. Hoy en día, instituciones gubernamentales, académicas y organizaciones de la sociedad civil han resaltado la importancia de transitar hacia estrategias de manejo "integral o integrado" del fuego (Jardel-Peláez *et al.*, 2010; Rodríguez-Trejo *et al.*, 2011).

El planteamiento del manejo del fuego parte de un enfoque holístico, integral y adaptativo que asume la inclusión y participación de diferentes actores, que consideren las particularidades del ecosistema (Jardel-Peláez *et al.*, 2010; McCaffrey *et al.*, 2012; Bosomworth *et al.*, 2015; Diaz *et al.*, 2015). Dicho planteamiento debe incluir tanto las intervenciones técnicas por profesionales y técnicos especializados, como las institucionales y comunicativas entre los distintos actores involucrados (Jardel-Peláez *et al.*, 2010). El manejo del fuego como proceso social, requiere que los diferentes integrantes, a través de sus instituciones, participen activamente.

El manejo del fuego es un componente clave para la gestión sustentable de los bosques (Agee, 1993; Jardel-Peláez *et al.*, 2010; Pérez-Salicrup *et al.*, 2016). Uno de sus objetivos fundamentales está dirigido al mantenimiento o restauración de los regímenes de incendios dentro de su intervalo de variación natural o histórica (Jardel-Peláez *et al.*, 2010). Con ello, se busca conservar hábitats y ecosistemas con énfasis no solo en patrones (p.ej.: diversidad, estructura, cantidad de biomasa en pie), sino también en los procesos que generan dichos patrones (Karki, 2002; Jardel-Peláez *et al.*, 2014; Pérez-Salicrup *et al.*, 2016). Lo anterior implica documentar las fuentes de ignición, así como la

frecuencia, intensidad, severidad y magnitud del fuego en cada ecosistema; así como buscar soluciones sostenibles mediante los planes de manejo de fuego (Semarnat, 2009). Lo anterior deriva en ejecutar acciones para prevenir y combatir los incendios fuera de control. Para ello, se pueden considerar acciones para mantener la ocurrencia del fuego, controlándolo y utilizándolo como herramienta para conseguir las metas y objetivos concretos del manejo (Moscovich *et al.*, 2014).

Entre las acciones estratégicas que forman parte del manejo del fuego están las quemas prescritas y las controladas, las cuales son actividades que consisten en aplicar el fuego de forma intencional en condiciones conocidas, con base en las cargas de combustibles, la topografía y el tiempo atmosférico (humedad relativa, temperatura, viento) (Semarnat, 2009).

En las quemas prescritas se busca un fin concreto bajo una predicción del comportamiento del fuego, como promover la regeneración natural o disminuir la carga de combustibles en cierto porcentaje (Semarnat, 2009; Rodríguez-Trejo, 2015). En general, una quema de este tipo, además de desarrollarse bajo lineamientos de control, requiere un conocimiento detallado del área por quemar, del método y la técnica de quema que se utilizará, de los factores climáticos, la topografía y de los combustibles en el sitio para que con la quema se alcancen los objetivos planteados (Ramos, 2010).

Las quemas controladas consisten en emplear el fuego en un área delimitada por líneas de control (brechas cortafuego, líneas negras, líneas húmedas, u otras), sin planificar cuál será el comportamiento del fuego, ni el resultado a largo plazo sobre el ecosistema (Ramos, 2010).

Entre los objetivos de las quemas, particularmente de las que se hacen bajo una prescripción, se incluyen la reducción de cargas de combustibles, conservación de suelos, preparación de terrenos, control de especies indeseables, regeneración de taxones dependientes del fuego e incluso mejorar la estética del paisaje (Stephan *et al.*, 2012; Scott *et al.*, 2014; Knapp *et al.*, 2015; Rodríguez-Trejo, 2015; Stavi *et al.*, 2017).

Al reducir la cantidad de combustibles e interrumpir su continuidad, se modifica la intensidad y la velocidad de propagación del fuego, lo que facilita su control y reduce el peligro de subsecuentes incendios forestales (Knapp *et al.*, 2005;

Ramos, 2010). Es fundamental señalar que el manejo del fuego no implica, de manera obligatoria la ejecución de quemas prescritas o controladas. En escenarios donde hay cargas altas de combustibles, es deseable primero reducirlas por medios mecánicos. En ecosistemas en los que el fuego no forma parte de su dinámica, es mejor evitar las quemas (Hardesty *et al.*, 2005).

Ambos tipos de quemas están consideradas dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007 (NOM-015), que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y agropecuarios (Semarnat, 2009). En dicha norma se distingue entre las quemas prescritas y las controladas como los únicos dos métodos de uso del fuego, pero sin integrar la diversidad cultural, de los actores e instituciones que las llevan a cabo. Tampoco considera la diversidad de usos tradicionales del fuego, como el desarrollo de quemas controladas, que realizan un gran número de campesinos (Martínez-Torres *et al.*, 2016). Por ello, un reto en México es documentar la diversidad de participantes en las quemas prescritas o controladas, así como las interacciones institucionales entre ellos.

Las quemas prescritas y controladas bajo consideraciones técnicas, como las señaladas en la NOM-015, se han planteado desde la década de 1970 (Sánchez-Córdova y Dieterich, 1983; Rodríguez-Trejo *et al.*, 2011). Sin embargo, su desarrollo en el país es heterogéneo, con zonas en donde su uso es más extendido, y regiones en las que no se practican. Además, hay pocos antecedentes que documenten sistemáticamente el involucramiento institucional en dichas prácticas (Flores *et al.*, 2011; Rodríguez-Trejo *et al.*, 2011).

Dado a que la reintroducción del fuego puede convertirse, por sí misma, en un factor de disturbio (Hardesty *et al.*, 2005), es importante contar con un registro de los sitios en los que se han hecho este tipo de quemas y aprender de la experiencia, de acuerdo al planteamiento de manejo adaptativo (Christensen *et al.*, 1996).

El estudio de la dinámica e interacción dentro y entre las instituciones gubernamentales impulsaría el desarrollo de nuevas perspectivas del manejo del fuego, como la preparación de las comunidades ante el riesgo de incendios; y en la creación de alternativas para el manejo de combustibles forestales (Toman *et al.*, 2006; McCaffrey *et al.*, 2012). Con base en la gran diversidad socio-ecosistémica de México (Challenger, 1998) es de suponer que las instituciones involucradas en las quemas prescritas y controladas diferirá de acuerdo a

los participantes sociales presentes en cada región. Esta diversidad de actores e instituciones puede repercutir en las características diferenciales para el desarrollo de las quemas, misma que es fundamental tomar en cuenta para el éxito de dichas prácticas (McCaffrey *et al.*, 2012). En este estudio se documentan las interacciones institucionales durante la ejecución de cinco quemas prescritas y controladas en cuatro estados de la república mexicana. Se caracterizan los aspectos de las relaciones institucionales que pueden ayudar a su desarrollo, y aquellos aspectos que las obstaculizarían. Estas consideraciones pueden ayudar al éxito de las quemas prescritas y controladas en las que participen instituciones gubernamentales, de la sociedad civil, el sector académico, así como ejidos y comunidades locales.

## Materiales y Métodos

Se llevaron a cabo cuatro quemas prescritas y una controlada entre noviembre de 2016 y abril de 2017 para contrastar la respuesta institucional en el norte, centro y sur de la república mexicana. Además se documentó el combate de un incendio activo. Las unidades de quema se eligieron en función de su distribución (Cuadro 1, Figura 1), y se aprovecharon los planes para la ejecución de las mismas por parte de diferentes instituciones, así como de las facilidades otorgadas por los dueños de los terrenos.



**Cuadro 1.** Ubicación, tipo de vegetación y características de las quemas en cinco quemas prescritas y controladas, además de la atención a un incendio forestal, en México 2016-2017.

Ubicación/tipo de quema	Superficie (hectáreas)	Coordenadas geográficas	Tipo de vegetación	Características de las quemas/incendio
El Pinito, Agua Prieta, Sonora/ Quema Prescrita	193.66	31°10.89' N 108°54.84' O	1. Bosque de <i>Juniperus</i> con pastizal natural y <i>Arctostaphylos pungens</i> 2. Bosque de <i>Quercus-Juniperus</i> con pastizal natural	Técnica de fuego por los flancos, en contra de la dirección del viento inicialmente y después a favor del viento para cerrar la unidad de quema. Participación de 23 personas. Velocidad de propagación de 0.91 km h <sup>-1</sup> y altura de llama de 4.94 m.
Cañón de Evans, Sierra Los Ajos, Cananea, Sonora/ Quema Prescrita	18.3	30°58.56' N 109°57.52' O	3. Bosque de <i>Quercus-Juniperus</i> 4. Bosque de <i>Quercus</i>	Técnica de fuego con retroceso, quema por fajas logrando el ensanche de franjas negras, y por los flancos logrando el avance lateral. Participación de 23 personas. El contenido de humedad de los combustibles dificultó la ignición.
Ejido Nuevo León, Tizimín, Yucatán/ Quema Prescrita	0.78	21°19.71' N 87°34.96' O	1. Tasital ( <i>Acoelarraphe wrightii</i> ) 2. Pastizal inundable de <i>Cladium jamaicense</i>	Técnica de fuego por los flancos. Participación de 29 personas. Velocidad de propagación de 0.60 a 0.87 km h <sup>-1</sup> y altura de llamas de 3.3 a 9.5 m.
Ejido Ahuacapán, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco/ Quema Prescrita	7.3	19°37.54' N 104°18.89' O	Bosque de <i>Pinus douglasiana</i> con restos de aprovechamiento forestal	Técnica de fuego en retroceso, franjas en áreas con una velocidad lenta de propagación, y en ascenso a favor del viento para cerrar la unidad de quema. Participación de 30 personas. Velocidad de propagación de 0.15 km h <sup>-1</sup> y altura de llamas de 2.9 m.
Cerro del Quinceo, Morelia, Michoacán/ Quema Controlada	1.18	19°14.30' N 101°15.49' O	1. Pastizal natural 2. Bosque de <i>Quercus deserticola</i>	Técnica de fuego en retroceso y en franjas. Participación de 40 personas. Velocidad de propagación de 0.38 a 0.60 km h <sup>-1</sup> y altura de llamas de 4.75 m.
Ejido Sacxán, Chetumal/ Incendio Activo	971.85	18°34.44' N 88°41.05' O	1. Selva Baja Subperenifolia 2. Selva Mediana Subperenifolia	Velocidad de propagación de 0.06 a 0.12 km h <sup>-1</sup> y altura de llamas de 0.8 m.



**Figura 1.** Localización de los sitios de quemas prescritas y controladas, y un incendio forestal en México, 2016-2017. El sitio en el ejido Sacxán, en Quintana Roo correspondió al incendio forestal, mientras que en el resto de los sitios se hicieron quemas prescritas y quemas controladas.

Participaron cinco gerencias estatales de la Comisión Nacional Forestal (Conafor), el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES-UNAM), el Departamento de Ecología y Recursos Naturales del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara (DERN-IMECBIO, U. de G.), Pronatura Península de Yucatán A.C., la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp); así como, comunidades y ejidos locales. Estas instituciones pertenecen a dependencias gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil, academia, y el sector social (ejidos y comunidades), cuyos representantes son dueños de los terrenos donde se desarrollaron las quemas (Cuadro 2).



**Cuadro 2.** Localidad, objetivos de las quemas, nombre/tipo de institución participante y actividades de cada institución en cinco quemas prescritas y controladas; y un incendio forestal en México 2016-2017.

<b>Localidad</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Instituciones y tipo de instituciones participantes*: actividades que realizaron</b>
El Pinito, Agua Prieta, Sonora	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacitación y entrenamiento a brigadas contra incendios.</li> <li>2. Reducción de cargas de combustibles para evitar incendios catastróficos.</li> <li>3. Favorecer regeneración de pastos nativos.</li> </ol>	Conafor-Sonora (GF). Elección del sitio, preparación del sitio, elaboración del Plan de Acción del Incidente (PAI) y ejecución de la quema. IIES - UNAM (A). Medición de combustibles forestales y monitoreo de ambientes del fuego muestreo de ambientes de combustión. Conanp-Sonora. Elección del sitio y liquidación de la quema.
Cañón de Evans, Sierra Los Ajos, Cananea, Sonora	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción de camas de combustibles para evitar incendios catastróficos.</li> <li>2. Disminuir riesgo de daños a campamento "Ajos nuevos".</li> <li>3. Favorecer regeneración de pastos nativos.</li> <li>4. Mejorar hábitat para fauna silvestre.</li> </ol>	Conafor - Sonora (GF). Elección del sitio, preparación del sitio, ejecución de la quema, elaboración del PAI. IIES-UNAM (A). Medición de combustibles forestales y monitoreo de ambientes del fuego. Conanp -Sonora. Elección del sitio y liquidación de la quema.
Ejido Nuevo León, Tizimín, Yucatán	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacitación de brigadas locales en atención a incendios forestales.</li> <li>2. Evaluar comportamiento de fuego y factores de consumo de combustibles forestales.</li> <li>3. Reducción de cargas de combustibles para evitar incendios catastróficos.</li> </ol>	Conafor - Yucatán (GF). Coordinación de la quema, elaboración del PAI. Pronatura-Península de Yucatán, A.C. (ONG). Coordinación logística, contacto con el ejido. Ejido Nuevo León, Municipio Tizimín, Yucatán (E). Preparación del terreno de quema con brechas cortafuego. IIES-UNAM (A). Medición de combustibles forestales y monitoreo de ambientes del fuego.
Ejido Ahuacapán, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disminuir cargas de combustibles generadas por aprovechamiento forestal.</li> <li>2. Promover regeneración de pinos en zonas afectadas por aprovechamiento forestal.</li> <li>3. Capacitación de brigadas ejidales.</li> </ol>	Conafor - Jalisco (GF). Definición de objetivos, método de ignición liquidación y rutas de escape. Conanp (GF). Definición de objetivos, método de ignición liquidación y rutas de escape. Ejido de Ahuacapán, municipio de Autlán de Navarro, Jalisco (E). Definición de objetivos, método de ignición liquidación y rutas de escape. DERN-IMECBIO, U. de G. (A). Definición de

		objetivos, método de ignición liquidación y rutas de escape. Medición de combustibles forestales antes y después de la quema, elaboración del PAI y monitoreo de ambientes del fuego.
Cerro del Quinceo, Morelia, Michoacán	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción de cargas de combustibles para evitar incendios catastróficos.</li> <li>2. Difundir a la sociedad el uso de las quemadas prescritas</li> <li>3. Disminuir 50 % combustibles superficiales por ha.</li> </ol>	Conafor - Michoacán (GF). Preparación del sitio, coordinación de la quema, elaboración del PAI. IIES - UNAM (A). Elaboración del PAI, monitoreo de ambientes del fuego, medición de combustibles forestales y monitoreo de ambientes del fuego. COFOM (GE). Ayuda en la coordinación de la quema. Municipio de Morelia (GM). Ayuda en el control de la quema.
Ejido Sacán, Chetumal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Controlar y liquidar incendio forestal.</li> </ol>	Conafor - Quintana Roo (GF). Combate del incendio forestal. IIES - UNAM (A). Medición de combustibles forestales y monitoreo de ambientes del fuego y monitoreo de ambientes del fuego.

\*Tipo de institución: A = Académica; GF = Gubernamental Federal; GE = Gobierno Estatal; GM = Gobierno Municipal; ONG = Organización No Gubernamental; E = Ejido.

La planeación y ejecución de las quemas se basó en el Sistema de Mando de Incidente (SMI), en el que se elaboró un Plan de Acción de Incidente (PAI) para cada quema, con base en los lineamientos de la Comisión Nacional Forestal (Conafor) en México. Previo a la realización de las quemas, se reunieron las diferentes instituciones participantes para la planeación de cada una de ellas, y la asignación de actividades y responsabilidades, de acuerdo a lo establecido en cada Plan de Acción de Incidente (Cuadro 2). Durante la ejecución de cada quema se hizo un monitoreo del comportamiento del fuego (Cuadro 2). Al finalizar el trabajo de campo, se llevó a cabo una reunión de los participantes para identificar los errores y aciertos de las quemas. En el caso del incendio monitoreado, también se describió el comportamiento del fuego y la coordinación institucional de las brigadas participantes en su control y extinción.

## Resultados y Discusión

Los objetivos difirieron entre las quemas (Cuadro 2). En cuatro de las prescritas se hizo énfasis en la necesidad de utilizarlas para capacitar al personal de las brigadas locales de combate de incendios. En el estado de Sonora, se capacitó a brigadistas de la delegación estatal de Conafor y Conanp. En Michoacán, se hizo lo mismo y se fomentó la colaboración con brigadistas de Conafor-Michoacán, de la Comisión Forestal del Estado de Michoacán (Cofom) y brigadistas del municipio Morelia; en Jalisco a la brigada del ejido Ahuacapán; en Yucatán, a una brigada ejidal coordinada por Pronatura A.C. Este interés común por entrenar al personal de las brigadas en quemas prescritas y controladas refleja la necesidad de generar mayor experiencia práctica en ese tipo de actividades del manejo de fuego.

La coordinación de las delegaciones federales de Conafor con los actores de gobiernos estatales y municipales, así como con autoridades locales (ejidos y comunidades) varió entre los diferentes sitios. Suele pensarse que solamente las instituciones federales tienen la capacidad técnica para planificar el manejo del fuego (Gutiérrez-Navarro *et al.*, 2017). Sin embargo, se ha documentado cómo integrantes de instituciones de diferentes niveles gubernamentales y no gubernamentales, campesinos y usuarios del fuego, pueden llevar a cabo con un fuerte componente de conocimiento empírico (Rodríguez-Trejo *et al.*, 2011; Martínez-Torres *et al.*, 2016; Gutiérrez-Navarro *et al.*, 2017). Por ello, si las quemas son utilizadas con fines de capacitación, el desarrollo de las mismas variará, en función de las personas involucradas, y de la experiencia que los participantes tengan sobre el terreno. Claramente, hay que aprovechar la experiencia local en cuanto al desarrollo de quemas cuando hay disponibilidad de los habitantes en involucrarse con esas prácticas.

El caso de Jalisco es singular, una brigada ejidal, con el apoyo de la academia (DERN-IMECBIO, U. de G.) desarrolló la quema con fines muy concretos derivados de un aprovechamiento forestal, si bien a petición de una entidad federal (Conanp), con un plan de quema elaborado por Conafor-Jalisco (Cuadro 2), la participación de la brigada local permitió la integración del conocimiento empírico local en el ejercicio de la quema. También es importante considerar que la institución académica participante tiene una trayectoria de varios años de

investigación en temas de ecología del fuego en la región, y de vinculación con las comunidades locales. Este ejemplo es muy relevante, ya que pone de manifiesto el desarrollo de una relación de confianza mutua, que se ha identificado en las investigaciones sociales como un obstáculo en la colaboración entre las entidades gubernamentales y los pobladores (McCaffrey *et al.*, 2012).

Al respecto, las instituciones académicas desempeñan un papel importante cuando establecen vínculos con las comunidades y ejidos en donde llevan a cabo sus investigaciones (Rodríguez-Trejo *et al.*, 2011).

La quema en el estado de Yucatán fue promovida y organizada por Pronatura Península de Yucatán, A.C., en coordinación con el ejido Nuevo León, Yucatán. Aunque Conafor-Yucatán se encargó de generar el plan de quema y estuvo al frente del incidente, con la participación de los integrantes del ejido y de una organización de la sociedad civil se contribuyó a la incorporación del conocimiento empírico de los habitantes del sitio antes de generar el plan de quema. Dadas las condiciones de conocimiento del comportamiento del fuego por parte de las comunidades locales, es deseable que este tipo de experiencias se repitan en otros lugares.

En otros países, el trabajo con las comunidades y organizaciones de la sociedad civil han tenido un fuerte impulso en los últimos años, principalmente, para crear estrategias de adaptación al fuego por parte de las comunidades (Toman *et al.*, 2006; McCaffrey *et al.*, 2012). En México, aún hay pocos ejemplos de las relaciones entre comunidades y organizaciones civiles para el manejo del fuego. Probablemente, la más importante es la Comunidad de Aprendizaje del Fuego (CAMA FU) que ha impulsado el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (Rodríguez-Trejo *et al.*, 2011). Sin embargo, falta un mayor impulso a este tipo de relaciones institucionales.

Las superficies que experimentaron quemas, así como los tipos de vegetación en cada escenario variaron en función del tipo de ecosistema, la tenencia de la tierra, facilidades de los dueños de la misma y las capacidades técnicas de las instituciones participantes (Cuadro 1). En particular, las quemas en el estado de Sonora fueron las más extensas, seguidas por las de Jalisco. En Michoacán y Yucatán se desarrollaron sobre superficies reducidas, lo cual se asocia con los

objetivos propios de estas quemas, pero también con el hecho de que la tenencia de la tierra impidió que fueran más extensas.

El tema de la tenencia de la tierra es particularmente importante en México (Warman, 2001), y ha sido señalado como un factor clave en la ocurrencia de incendios forestales y en la organización de las comunidades para el manejo del fuego (Heyerdahl y Alvarado, 2003; Sheridan *et al.*, 2015). Debido a que los incendios forestales no respetan límites de propiedad y su manejo debe integrarse al manejo de socio-ecosistemas y territorios, es importante que la coordinación institucional, al momento de planificar quemas prescritas y controladas, permita ejecutarlas sobre extensiones más amplias, y con ello, hacer un mejor control de los combustibles.

En comparación con las quemas prescritas y controladas, el incendio ocurrido en Quintana Roo abarcó una superficie mucho más extensa (Cuadro 1). Este fue atendido por las brigadas de la delegación Conafor-Quintana Roo, con apoyo de las brigadas comunitarias y del ejército.

El IIES-UNAM fue invitado a caracterizar las camas de combustibles tanto en sitios no afectados, como en lugares donde el fuego ya estaba extinto. A partir de esa experiencia se atestiguó cómo el ejercicio de elaborar quemas prescritas y controladas puede facilitar la comunicación interinstitucional para la atención a los incendios. También, evidenció la importancia de las quemas, en lugar de exponer el terreno a incendios forestales en la medida de lo posible.

Las selvas bajas y medianas caducifolias, en donde ocurrió la conflagración, se han señalado como ecosistemas sensibles al fuego (Semarnat, 2009). Por ello, sería de gran utilidad contar con un mayor conocimiento de cómo responden estos ecosistemas al incendio que se presentó, lo que implica darle seguimiento al sitio.

Al respecto, una estrategia por considerar es, precisamente, la de aprovechar los incendios forestales activos para hacer las caracterizaciones del comportamiento del fuego, y los lugares adyacentes no quemados para cuantificar las camas de combustibles; lo que requeriría de una capacitación particular a las brigadas que atienden los incendios, así como dotarlas de equipo especial para la medición de combustibles. Otra acción sería el entrenamiento de las brigadas especiales dedicadas

únicamente a la medición de los combustibles y de los parámetros asociados al comportamiento durante la temporada de incendios en una región.

La coordinación logística en los sitios en los que participaron las diferentes delegaciones estatales de Conafor fue relevante, ya que se tuvo que desarrollar el plan de quema, coordinar el uso de vehículos y equipo, además de asignar labores a todos los participantes. La colaboración en quemas prescritas y controladas genera contactos interinstitucionales que facilitaran la coordinación en caso de tener que afrontar incendios forestales. Pero, también cataliza el desarrollo de quemas prescritas y controladas a futuro. Esta sinergia entre instituciones puede ayudar a superar uno de los principales obstáculos observados en las quemas prescritas y controladas, el alto costo económico. Se ha documentado que el valor de la supresión y combate de incendios, con el tiempo, es mucho mayor que el de la prevención (Penman *et al.*, 2016). En México la falta de investigaciones sobre el particular impide dimensionar los costos de las quemas prescritas y controladas, en comparación con los incendios forestales.

Un objetivo común en todas las quemas fue reducir la carga de combustibles, lo cual se logró; aunque, la proporción de combustibles consumidos varió entre las diferentes quemas, de acuerdo con el tipo de vegetación y de quema. No obstante, es importante subrayar que no todos los ecosistemas requieren de incendios frecuentes de baja intensidad, por lo que no se debe simplificar y proponer el desarrollo de quemas prescritas y controladas en todos los ecosistemas de México (Jardel-Peláez *et al.* 2014). Asimismo, es necesario incluir la percepción del manejo de combustibles mediante quemas, por parte de las comunidades y dueños de los terrenos (Toman *et al.*, 2006).

En todas las quemas prescritas y controladas se detectaron situaciones que favorecieron, notoriamente, la colaboración interinstitucional. La primera fue la disposición de aprovechar el conocimiento empírico de los habitantes locales y de los mismos brigadistas al momento de su ejecución. El segundo factor fue la resolución de las distintas instituciones para realizar el ejercicio de forma conjunta y que asumieran su responsabilidad para seguir el plan de quema.

La participación del sector académico fue una constante en todas las quemas y durante el incendio forestal. Dada la necesidad de consolidar la investigación sobre manejo del fuego en el país, será importante aprovechar el uso de

quemas prescritas y controladas para obtener la mayor cantidad de conocimiento posible. Si bien, esto implica un reto en cuanto a colaboración interinstitucional, dicha vinculación ofrece la oportunidad de acercar al sector académico con los dueños de los terrenos y quienes manejan el fuego en terrenos forestales (Rodríguez-Trejo, 2015). Con ese fin, se propone impulsar una estrategia para sistematizar la información generada en los diferentes ejercicios de ese tipo que se hagan en el país. La información recopilada no debe contener únicamente las características cuantitativas de las camas de combustibles forestales y del comportamiento del fuego, sino también aspectos sobre la participación institucional y de los actores involucrados.

Finalmente, es importante señalar que al igual que en otros países, pronto será necesario impulsar en México la colaboración institucional en zonas periurbanas, en donde la atención a incendios requerirá la colaboración de brigadistas y elementos de protección civil. Mientras los primeros reciben entrenamiento para atender incendios forestales, los segundos suelen ser capacitados en incendios urbanos. La coordinación institucional en dichos eventos será fundamental para sofocar incendios y asegurar la integridad de quienes los combaten.

## Conclusiones

Las quemas prescritas y controladas se desarrollaron con la participación de diferentes instituciones en cada uno de los sitios. Esto refleja la heterogeneidad institucional existente en México, que a su vez, es reflejo de las diferencias propias de cada región. Si a ello se le suma la diversidad de ecosistemas, es claro que el desarrollo de quemas prescritas y controladas se debe de hacer en un marco flexible que permita considerar las singularidades de cada localidad, y que evite la homogenización institucional.



## **Agradecimientos**

Los resultados aquí expuestos son parte del proyecto de investigación "Caracterización y clasificación de combustibles para generar y validar modelos de combustibles forestales para México" financiado por CONAFOR-CONACyT 2014-CO2-251694. Agradecemos a Marcos Esquivel, Ricardo Moreno, Tania Salgado, Claudia Novelo, Fernando Poot, Pronatura Península de Yucatán AC., Baruk Leal, Javier May Chan, Roberto A. Beltrán, Víctor García Garrido, Saúl Sáenz García y a todos los integrantes de las diversas brigadas de las diferentes instituciones que participaron en las quemas, en especial las de Conafor y las brigadas ejidales y comunitarias; así como a la Gerencia Nacional del Manejo del Fuego de la Conafor. Esta investigación fue apoyada por el programa PASPA-DGAPA, UNAM.

## **Conflicto de intereses**

Ningún autor tiene algún conflicto de interés.

## **Contribución por autor**

Diego R. Pérez-Salicrup, Ruben Ortiz Mendoza, Erika Garduño Mendoza, Héctor Leonardo Martínez-Torres y Karla A. Oceguera Salazar: primera versión del manuscrito, coordinación del trabajo y la participación en cuatro quemas, y en el incendio forestal, correcciones de la primera versión del documento; Shatya Quintero Gradilla y Faviola Castillo Navarro: correcciones del escrito y coordinación de la quema en Jalisco; Ernesto Alvarado Celestino y Armando González Cabán: correcciones al manuscrito, participación en la concepción y solicitud del proyecto de investigación, asesoría en el trabajo a desarrollar en campo.

## Referencias

- Agee, J. K. 1993. Fire Ecology of the Pacific Northwest Forests. Island Press. Washington, DC USA. 493 p.
- Bosomworth, K., J. Handmer and R. Thornton. 2015. The role of social science in the governance and management of Wildland fire. International Journal of Wildland Fire 24: 151-152.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado Presente y Futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología-UNAM, Agrupación Sierra Madre SC. México, D.F., México. 847 p.
- Christensen, N. L., A. M. Bartuska, J. H. Brown, S. Carpenter, C. D'Antonio, R. Francis, J. F. Franklin, J. A. MacMahon, R. F. Noss, D. J. Parsons, C. H. Peterson, M. G. Turner and R. G. Woodmansee. 1996. The report of the Ecological Society of America Committee on the scientific basis for ecosystem management. Ecological Applications 6 (3): 665-691.
- Diaz, J. M., T. Steelman and B. Nowell. 2015. Local ecological knowledge and fire management: What does the public understand? Journal of Forestry 113: 1-8.
- Flores G., J. G., O. G. Rosas-Aceves, A. T. Ortega, O. G. Rodríguez-Chávez, A. A. Chávez-Durán y J. Xelhuantzi-Carmona. 2011. Monitoreo del comportamiento del fuego en quemas prescritas. INIFAP, Centro de Investigación Regional Pacífico. Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Folleto Técnico Núm. 3. Tepatitlán, Jal., México. 69 p.
- Gutiérrez-Navarro, A., L. E. García-Barrios, M. Parra-Vázquez 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 29(70): 31-70.
- Hardesty, J., R. Myers and 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.

- Heyerdahl, E. K. and E. Alvarado. 2003. Influence of climate and land use on historical surface fires in pine-oak forests, Sierra Madre Occidental, Mexico. In: Veblen, T. T., W. L. Baker, G. Montenegro and T. W. Swetnam (eds.). Fire and Climatic Change in Temperate Ecosystems of the Western Americas. Series: Ecological Studies. Volume. 160. Springer. New York, NY USA. pp. 196- 217.
- Jardel-Peláez, E. J., J. M. Frausto-Leyva, D. 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, D.F., México. 41 p.
- Jardel-Peláez, E., D. R. Pérez-Salicrup, E. Alvarado, y J. E. Morfín-Ríos. 2014. Principios y criterios para el manejo del fuego en ecosistemas forestales: guía de campo. Comisión Nacional Forestal. Guadalajara, Jal., México. 100 p.
- Karki, S. 2002. Community Involvement in and Management of Forest Fires in South East Asia. Project FireFight South East Asia. WWF, IUCN. Jakarta, Indonesia. 39 p.
- Knapp, B. O., K. Stephan and J. A. Hubbart. 2015. Structure and composition of an oak-hickory forest after over 60 years of repeated prescribed burning in Missouri, U.S.A. Forest Ecology and Management 344: 95-109.
- Knapp, E. E., J. E. Keeley, E. A. Ballenger and T. J. Brennan. 2005. Fuel reduction and coarse woody debris dynamics with early season and late season prescribed fire in a Sierra Nevada mixed conifer forest. Forest Ecology and Management 208: 383-397.
- 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(9): 911-921.
- McCaffrey, S., E. Toman, M. Stidham and B. Shindler. 2012. Social science research related to wildfire management: an overview of recent findings and future research needs. International Journal of Wildland Fire 22: 15-24.

Moscovich, F. A., F. Ivandic y L. Besold. 2014. Manual de combate de incendios forestales y manejo de fuego. Nivel Inicial. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. Buenos Aires, Argentina. 42 p.

Penman, T. D., C. E. Eriksen, B. Horsey and R. A. Bradstock. 2016. How much does it cost residents to prepare their property for wildfire? International Journal of Disaster Risk Reduction 16: 88-98.

Pérez-Salicrup, D. R., M. Cantú-Fernández, T. Carlón-Allende, E. Garduño-Mendoza, P. F. Jaramillo-López, E. Sáenz-Ceja, 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. In: Ceccon, E. y C. Martínez-Garza (coord.). Experiencias Mexicanas en la Restauración de los Ecosistemas. UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UAEM, Conabio. Cuernavaca, Mor., México. pp. 215-234.

Pyne, S. J., P. L Andrews and R. D. Laven. 1996. Introduction to wildland fire. John Willey & Sons. Nueva York, NY USA. 769 p.

Ramos R., M. P. 2010. Manejo del Fuego. Editorial Félix Varela. La Habana, Cuba. 276 p.

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.

Rodríguez-Trejo, D. A. 2015. Incendios de Vegetación: su ecología, manejo e historia. Vol. 2. Colegio de Posgraduados. Texcoco, Edo. de Méx., México. 814 p.

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, Chih., México. 9.

Scott, A. C., D. M. J. S. Bowman, W. J. Bond, S. J. Pyne and M. E. Alexander. 2014. Fire on Earth: An Introduction. John Willey & Sons. Hoboken, NJ USA. 434 p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (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 de enero de 2009. México, D.F., México.  
<http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3331/1/nom-015-semarnat-sagarpa-2007.pdf> (11 de diciembre de 2017).

Sheridanm, R. A. S., P. Z. Fulé, M. E. Lee and E. A. Nielsen. 2015. Identifying social-ecological linkages to develop a community fire plan in Mexico. *Conservation and Society* 13(4): 395-406.

Stavi, I., D. Barkai, Y. M. Knoll, H. A. Glion, I. Katra, A. Brook and E. Zaady. 2017. Fire impact on soil-water repellency and functioning of semi-arid croplands and rangelands: Implications for prescribed burnings and wildfires. *Geomorphology* 280: 67-75.

Stephan, K., K. L. Kavanagh and A. Koyama. 2012. Effects of spring prescribed burning and wildfires on watershed nitrogen dynamics of central Idaho headwater areas. *Forest Ecology and Management* 263: 240-252.

Stephens, S. L. and L. W. Ruth. 2005. Federal forest-fire policy in the United States. *Ecological Applications* 15(2): 532-542.

Toman, E., B. Shindler and M. Brunson. 2006. Fire and Fuel Management Communication Strategies: Citizen Evaluations of Agency Outreach Activities. *Society and Natural Resources* 19(4): 321-336.

Warman, A. 2001. El campo mexicano en el siglo XX. Fondo de Cultura Económica, México, D.F., México. 262 p.