

# Configuración territorial de los actores sociales involucrados en la gestión del fuego en la sierra de Los Tuxtlas (México)

Territorial configuration of the social actors involved in fire management in the Los Tuxtlas mountains (Mexico)

Christoph Neger 

[neger@igg.unam.mx](mailto:neger@igg.unam.mx)

*Instituto de Geografía*

*Universidad Nacional Autónoma de México (México)*

## Resumen

En los últimos años, han cobrado importancia los estudios que resaltan el papel de los diferentes actores sociales que participan en la gestión del fuego. Recientemente, algunos trabajos también han incorporado una visión geográfica, indagando en los aspectos territoriales de la gestión. No obstante, hasta la fecha, existe una carencia de investigaciones de esta índole en las zonas tropicales del mundo. El presente trabajo pretende contribuir a subsanar parcialmente esta laguna de conocimiento, analizando la situación en los últimos años (2016 a 2020) en la sierra de Los Tuxtlas, México, un área con una notable incidencia de incendios forestales. Para ello, se han revisado datos oficiales y se han efectuado entrevistas con representantes de los actores involucrados. El procesamiento de los datos ha incluido el análisis de textos que revela las diversas actividades realizadas por los actores. Para profundizar en la comprensión de la configuración territorial de los actores, se presenta una cartografía de la geografía organizativa y de las redes de cooperación. Se demuestran áreas con una presencia destacada de diferentes

actores y una densa red social pero también otras zonas con poca o nula actividad y se discuten las razones de esta configuración.

**Palabras clave:** riesgos socioambientales; incendios forestales; gestión del fuego; redes sociales; Los Tuxtlas.

## **Abstract**

In recent years, research which highlights the role of the different stakeholders, who participate in fire management, has gained importance. Recently, some studies have also incorporated a geographical approach, exploring the territorial aspects of this management. However, to date there is a lack of investigations in this regard in the world's tropical areas. The present paper pretends to contribute to the filling of this knowledge gap, analysing the situation in recent years (2016-2020) in the Los Tuxtlas mountains (Mexico), an area with a remarkable incidence of forest fires. This is based on the review of official data and the application of interviews to representatives of the different actors. The processing of the data has included textual analysis, which has revealed the actors' diverse management activities. A cartography of the organizational geography and the networks of cooperation has been presented to deepen the understanding of the actors' territorial configuration. The results show areas with an outstanding presence of different actors and a dense social network, but also other zones with low or zero activity. Finally, the paper discusses the reasons of this configuration.

**Key words:** social-environmental risks; forest fires; fire management; social networks; Los Tuxtlas.

## **1 Introducción**

Los incendios forestales son un factor de perturbación en áreas con vegetación boscosa o selvática. Si bien son parte vital de los procesos ecológicos en diversos ecosistemas (Bodí et al., 2012; Martínez Navarro, 2018; Rodríguez Trejo, 2014), a menudo se relacionan con una serie de efectos negativos, como es la muerte de personas y de animales, la destrucción de infraestructuras, cosechas y otros recursos, la degradación y pérdida de la vegetación y de los servicios ambientales. Además, los incendios emiten partículas que causan enfermedades respiratorias y gases del efecto invernadero (Jolly et al., 2014; Hirschberger, 2016; Organización Mundial de la Salud, 2019). En la actualidad, la presencia del fuego en los ecosistemas está estrechamente relacionada con las actividades del ser humano. Se estima que

alrededor del 4 % de los incendios forestales a nivel global son causados por factores naturales (Hirschberger, 2016).

Por lo tanto, es preciso desarrollar estrategias de gestión del fuego para disminuir sus efectos nocivos y, a su vez, mantener y restaurar, donde sea apropiado, sus funciones benéficas para la vegetación (Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], 2019; International Union of Forest Research Organizations [IUFRO], 2018; Rego et al., 2010; Sande Silva et al., 2010). Esta gestión tiene que basarse en conocimientos acerca de los tipos de vegetación y su relación con el fuego (Rodríguez Trejo, 2014), en la interpretación de la influencia de las condiciones climáticas (Zúñiga-Vázquez et al., 2017) y en los estudios técnicos acerca de métodos de prevención y combate, como la aplicación de quemas prescritas y controladas (Rodríguez Trejo et al., 2018).

También son de gran valor las investigaciones de carácter geohistórico que ayudan a obtener un conocimiento profundizado acerca de los regímenes del fuego en un área determinada. Para esto se usan diferentes metodologías, como la dendrocronología, que permite reconstruir con gran exactitud la ocurrencia de incendios por año. De esta manera, algunos trabajos han logrado documentar la historia del fuego en determinados lugares desde el siglo XVII y XVIII, o incluso en el siglo XV (Cerano Paredes et al., 2019, 2021). Mediante el estudio de los carbones sedimentarios, la Palinología y la Pedoantracología, se pueden obtener datos mucho más antiguos, pero con menor exactitud. Otras metodologías, con menor alcance temporal, son los reportes de las brigadas contra incendios, la historia oral y el análisis de imágenes satelitales (Arno & Sneck, 1977; Araque Jiménez et al., 2000; Carracedo Martín et al., 2017; Romão Sequeira et al., 2019).

Para entender a fondo la temática de los incendios forestales, también es de considerar la multitud de actores sociales involucrados o que de alguna manera influyen en ella. Esto es útil sobre todo para zonas caracterizadas por albergar un mosaico de diferentes tipos de usos de suelo: forestales, agropecuarios y residenciales. Los diferentes usos, por lo común, se relacionan con una multitud de propietarios e interesados con diferentes objetivos (Bosomworth et al., 2015; Evers, 2020; Galiana Martín, 2012; IUFRO, 2018; Martínez-Torres & Pérez-Salicrup, 2018; Molinero Hernando et al., 2008; Spies et al., 2018; Tedim et al., 2016). En este contexto, Martínez-Torres et al. (2018) han observado que en las últimas dos décadas se han multiplicado los estudios que consideran los actores implicados en el manejo del fuego.

Los trabajos sobre gestión del fuego desde el punto de vista social, se enfocan, en primer lugar, en las quemas agropecuarias de la población local. Esos trabajos indagan especialmente en los

conflictos resultantes de los intentos de las autoridades gubernamentales de suprimir estas prácticas (Huffman, 2013; Monzón-Alvarado & Keys, 2017; Monzón Alvarado et al., 2019). En segundo lugar, existen investigaciones que se interesan en la identificación de los diferentes actores involucrados en la gestión y el análisis de sus funciones y en las redes de cooperación que se forman entre ellos. Esta segunda vertiente se ha estudiado recientemente en EE. UU., Canadá, Europa del Norte y zonas de clima templado en México (Bodin et al., 2019; Martínez-Torres & Pérez-Salicrup, 2018; Spies et al., 2018; Evers, 2020; Nohrstedt & Bodin, 2020). Para las zonas tropicales, no obstante, en la revisión bibliográfica realizada para este estudio, no se encontró ninguna publicación realizada en áreas tropicales que se enfocara en mencionado aspecto de la gestión del fuego, con la excepción de estudios de caso descritos por Rodríguez et al. (2018). Dicho trabajo presenta un avance notable, pero está enfocado únicamente en el aspecto de las quemadas controladas y prescritas. El vacío de información es considerable, ya que los autores citados concuerdan en que el conocimiento de la configuración de los actores y los vínculos entre ellos es fundamental para poder mejorar la gestión. Un aspecto de suma importancia en este contexto es la configuración territorial de estos actores y de sus redes de colaboración, que hasta la fecha han sido estudiados particularmente en los EE. UU. (Hamilton et al., 2019; Evers, 2020).

El presente trabajo parte de la hipótesis de que en las zonas tropicales también existe una amplia gama de actores relacionados con la gestión del fuego, con diversas funciones, formas de trabajo y con enfoques en distintas escalas y áreas de interés. Se plantea la existencia de diferencias destacadas en la gestión en comparación con otros contextos espaciales, debido a factores como la predominancia de vegetación no adaptada al fuego y las particularidades institucionales de países en vías de desarrollo. Además, se plantea que la configuración de los actores influye en los modos de cooperación, como ha ocurrido en otros espacios. En este sentido, el objetivo principal de la investigación es el análisis de la configuración territorial de los actores sociales involucrados en la gestión del fuego en un área tropical, la sierra de Los Tuxtlas en el sur del estado mexicano de Veracruz. Se ha tomado como tiempo de referencia el intervalo 2016–2020. Cabe mencionar que se trata de un área con una incidencia importante de incendios forestales; como se justificará, en el área de estudio esta problemática ha sido poco estudiada hasta la fecha (véase subcapítulo 3.1).

Los objetivos particulares son: (1) Identificar a los actores involucrados en la gestión del fuego en la zona de estudio, considerando sus propósitos y las actividades que realizan. (2) Indagar en las áreas de interés donde trabajan los principales actores. (3) Examinar las redes de cooperación

entre los actores, y cómo éstas son influenciadas por los enfoques territoriales. Para poder alcanzar estos objetivos, la metodología se ajustó al contexto del área de estudio, lo cual podría servir de ayuda para estudios futuros sobre la gestión del fuego en zonas tropicales. Los resultados obtenidos pueden servir como recomendaciones para los diferentes agentes implicados en la toma de decisiones, tanto en la zona de estudio como en otros lugares con una problemática semejante, sobre todo en las zonas tropicales de América Latina.

## **2 Marco teórico conceptual**

### **2.1 La gestión del fuego**

La organización de las respuestas de la sociedad ante el riesgo de los incendios forestales puede ser englobada bajo el término gestión del fuego, definido por Rego et al. (2010, p. 8) como “Todas las actividades necesarias para proteger del fuego las zonas forestales susceptibles de arder y otras zonas de vegetación valiosas, así como el uso del fuego con distintos objetivos de gestión territorial.” Cabe mencionar que en la literatura anglófona el término comúnmente utilizado en este contexto es *fire management* (Bossomworth et al., 2015; Evers, 2020; Food and Agriculture Organization [FAO], 2007; IUFRO, 2018; Sande Silva et al., 2010), mientras que algunos autores hispanoparlantes, sobre todo en Latinoamérica, lo denominan como manejo del fuego (Jardel et al., 2014; Martínez-Torres et al., 2015; Pérez-Salicrup et al., 2018). Independientemente de estas diferencias de terminología, el objetivo de los estudios en este ámbito es el análisis de las actividades relacionadas con la mitigación de los impactos negativos de los incendios forestales y el uso estratégico del fuego como herramienta de gestión de los ecosistemas. Esto puede incluir el uso tradicional del fuego con efectos sociales y ambientales benéficos (Rego et al., 2010) y la aplicación de quemas prescritas para restaurar los regímenes naturales de los incendios (Montiel Molina & Kraus, 2010; Pérez-Salicrup et al., 2018; Rodríguez-Trejo et al., 2018). Según Rodríguez Trejo (2014) estas quemas no son recomendables en áreas de vegetación no adaptadas al fuego, como por ejemplo en las selvas húmedas tropicales, aunque el uso técnico del fuego sí puede ser útil en áreas aledañas con vegetación propensa al fuego para que las quemas ahí se realicen de manera controlada y no alcancen las áreas con presencia de selva.

Para evitar los efectos adversos de los incendios forestales han de considerarse, por un lado, las medidas de prevención, y por otro, aquellas relacionadas con la supresión y la mitigación (Martínez-Torres et al., 2015; Rodríguez Trejo, 2014; Sande Silva et al., 2010). Asimismo, el Centro Nacional de Prevención de Desastres [CENAPRED] de México (2008) considera una

distinción entre prevención cultural (incluyendo medidas de divulgación y concientización), prevención física o ingenieril (medidas como las brechas cortafuegos, la remoción mecánica de material combustible o también las quemas controladas mencionadas anteriormente) y prevención jurídica o legal (leyes y reglamentos en torno al uso del fuego y su aplicación); y la diferenciación de las actividades de mitigación en la detección de los incendios y el combate.

**Tabla 1. Actividades de gestión del fuego en zonas sensibles al fuego, relacionadas a las temporadas de incidencia de incendios forestales**

ACTIVIDADES DE GESTIÓN DEL FUEGO	TEMPORADAS		
	Pre-temporada	Temporada alta	Temporada baja
<b>Actividades de soporte</b>			
Planeación			
Administración (coordinación, financiamiento, etc.)			
Entrenamiento/capacitación			
<b>Prevención</b>			
Prevención cultural (programas escolares, campañas en medios de comunicación, pláticas y talleres, etc.)			
Prevención física/ingenieril (reducción y eliminación de combustibles, quemas prescritas, brechas cortafuego)			
Prevención legal (leyes y reglamentos y su implementación mediante vigilancia y aplicación de sanciones)			
<b>Mitigación</b>			
Detección (terrestre, aérea o satelital)			
Combate de incendios (directo o indirecto con brechas cortafuego)			
<b>Restauración</b>			
<b>Investigación y monitoreo</b>			

**Legenda:** vacío = sin actividades; gris ligero = realización de actividades; gris oscuro = mayor intensidad.

Fuente: elaboración propia base en CENAPRED (2008), Evers (2020), Martínez-Torres et al. (2015), Rodríguez Trejo (2014, 2017), Sande Silva et al. (2010) y Scheper et al. (2021)

El monitoreo y la restauración de las zonas quemadas también deben atenderse (Martínez-Torres et al., 2015; Valderrama et al., 2018). Evers (2020) además menciona como aspectos propios, el entrenamiento, la investigación, la planeación y la administración de las acciones de la gestión del fuego. Generalmente, los incendios forestales suelen ocurrir durante una cierta temporada del año, con condiciones climáticas propicias para la propagación del fuego (IUFRO, 2018; Jolly et al., 2014; Monzón-Alvarado et al., 2019). En este sentido, las actividades mencionadas se pueden adscribir a diferentes etapas, como se demuestra en la Fig. 1. En casos excepcionales (no incluido en la Tabla 1) de incendios de gran tamaño y afectación de asentamientos humanos pueden ser necesarias otras actividades más, como la evacuación de las personas (Nohrstedt & Bodin, 2019).

Owen et al. (2012) diferencian entre la pretemporada y la temporada alta de incendios. La pretemporada es cuando se conforman las brigadas y se realizan actividades de prevención ingenieril. Después, durante el pico de la temporada de incendios, el enfoque principal está puesto en la detección y el combate. La temporada alta de incendios también puede considerarse en la prevención legal (FAO, 2007), en cuanto a la regulación del uso agropecuario del fuego, la supervisión del cumplimiento de las leyes y los reglamentos en cuestión. Otras actividades de prevención en la literatura consultada no se relacionan con ninguna temporada, aunque es de suponer que tienen mayor utilidad antes y durante la época de incendios. Después de que se presentaron incendios forestales intensos y en áreas con vegetación sensible, puede ser necesario aplicar actividades de restauración. Éstas incluyen, por ejemplo, la siembra de semillas o de plántones y medidas para controlar la erosión y la propagación de plagas y plantas invasoras en las áreas quemadas. Qué acciones se aplican, de qué manera y con qué temporalidad, todo ello depende de diferentes factores, como la capacidad de regeneración natural del ecosistema y la severidad de los incendios (Scheper et al., 2021). En algunos casos, se requieren acciones de emergencia inmediatamente después del incendio, por ejemplo para evitar la erosión en laderas. Al contrario, en otras ocasiones es mejor no intervenir de manera inmediata, pues después de un incendio el suelo es altamente sensible al pisoteo y a operaciones mecánicas. Aunado a esto, monitorear el área quemada por cierto tiempo ayudará a tomar mejores decisiones sobre qué medidas tomar para la regeneración oportuna de la vegetación (Long et al., 2021; Robichaud et al., 2009, Vallejo et al., 2012).

## 2.2 Actores sociales involucrados en la gestión del fuego

Los estudios que se interesan en los actores involucrados en la gestión del fuego se pueden clasificar fundamentalmente en dos grupos: el primero corresponde a las investigaciones vinculadas con los conocimientos y las tradiciones del uso del fuego de las comunidades locales y su relación, -muchas veces conflictiva- con las autoridades encargadas de implementar las políticas de conservación ambiental (Guevara-Hernández et al., 2017; Gutiérrez Navarro et al., 2017; Huffman, 2013; Martínez-Torres & Pérez-Salicrup, 2018; Monzón-Alvarado et al., 2019; Monzón Alvarado & Keys, 2017); el segundo grupo se interesa por la organización de las diferentes actividades de la gestión del fuego (Bodin et al., 2019; Evers, 2020; Fischer & Jasny, 2017; Górriz-Mifsud et al., 2019; Hamilton et al., 2019; Jacobs & Cramer, 2017; McLennan & Birch, 2005; Nohrstedt & Bodin, 2020; Owen et al., 2012; Pérez-Salicrup et al., 2018).

La presente investigación se sitúa en el segundo grupo de estudios, al revisar el papel de los diferentes actores involucrados en la gestión del fuego. Algunos de los estudios de esta índole se enfocan solo en determinados aspectos de la gestión, como por ejemplo la aplicación de quemas prescritas (Pérez-Salicrup et al., 2018), la prevención física en general (Fischer & Jasny, 2017), la prevención cultural (Jacobs & Cramer, 2017), la detección (Owen et al., 2012) y el combate (Bodin et al., 2019; McLennan & Birch, 2005) o la logística alrededor de la atención de un mega-incendio, incluyendo la evacuación de la población (Nohrstedt & Bodin, 2020). Pocos estudios, al contrario, tratan de englobar toda la variedad de actividades mencionadas (Evers, 2020, Górriz-Mifsud et al., 2019; Martínez-Torres et al., 2018).

La gran mayoría de los estudios aprecia un papel protagónico de los actores gubernamentales, en todos los ámbitos de la gestión del fuego. Esto incluye las instituciones y los organismos adheridos a los correspondientes escalafones administrativos, según el marco institucional de cada país (estado, región, provincia, municipio.). Principalmente, participan organismos del área de la protección civil y del ramo ambiental, como las organizaciones dedicadas a la gestión forestal y la administración de las áreas naturales protegidas. También se constatan estudios enfocados únicamente en los actores gubernamentales, prueba de la importancia que adquieren (Bodin et al., 2019; Nohrstedt & Bodin, 2020; Owen et al., 2012). Algunos estudios tratan también las organizaciones no gubernamentales (ONG) involucradas en diferentes actividades, incluyendo la restauración de áreas quemadas (Górriz-Mifsud et al., 2019), las quemas controladas (Pérez-Salicrup et al., 2018) y en un caso incluso como actor central en una red dedicada a la prevención física (Fischer & Jasny, 2017). Los medios de comunicación, a su vez,

se describen como actores relevantes para la prevención cultural (Jacobs & Cramer, 2017). Varios autores identificaron también la participación de instituciones académicas que apoyan en diferentes actividades, principalmente de prevención (Fischer & Jasny, 2017; Pérez-Salicrup et al., 2018; Martínez-Torres et al., 2018). Otro actor mencionado son las empresas forestales privadas (Nohrstedt & Bodin, 2020). Finalmente, varios estudios resaltan el papel de la población local en diferentes actividades de prevención y combate, de manera voluntaria o como brigadistas profesionales (Górriz-Mifsud et al., 2019, McLennan & Birch, 2005).

Partiendo de los estudios de Rodríguez-Trejo et al. (2011) la participación de esta pluralidad de actores incrementa la resiliencia de la sociedad en términos de gestión del fuego, sobre todo si logran cooperar entre ellos. Por lo tanto, se ha intentado analizar las redes entre los actores de manera cuantitativa, con base en encuestas y datos estadísticos (Bodin et al., 2019; Evers, 2020; Fischer & Jasny, 2017; Hamilton et al., 2019; Nohrstedt & Bodin, 2020), o cualitativa, basado en entrevistas semi-estructuradas (Martínez-Torres et al., 2018; Pérez-Salicrup et al., 2018). Si bien se han logrado avances considerables en este sentido, los autores concuerdan que son necesarios más estudios para conocer con mayor detalle cómo organizan los actores su trabajo y cómo se relacionan entre sí.

En este contexto, se han identificado dos aspectos de particular interés, los cuales también se resaltan en el presente trabajo: primero, los objetivos y los propósitos de los actores con miras a la gestión del fuego y segundo, su configuración en el territorio. Con respecto a las diferencias en los objetivos de los actores, antes que nada son de considerar los conflictos anteriormente mencionados entre los usuarios tradicionales del fuego y las instituciones encargadas de la conservación. No obstante, también puede haber discrepancias entre diferentes enfoques acerca de la gestión, unos enfocados únicamente en la supresión del fuego, mientras que otros favorecen un manejo proactivo y enfocado en el restablecimiento de los regímenes naturales de los incendios que incluyen actividades como las quemas controladas. Estas discrepancias influyen en las decisiones de los actores de trabajar en conjunto y pueden ser un obstáculo para un manejo exitoso (Fisher & Jasny, 2017; Spies et al., 2018). En este sentido, en el mejor de los casos, la planeación de la gestión del fuego en un área determinada debería evitar imponer un cierto enfoque, sino procurar llegar a una integración de los diferentes objetivos y percepciones de los actores (IUFRO, 2018; Martínez-Torres et al., 2018).

Además de tomar en cuenta los objetivos y los puntos de vista de los actores, también es fundamental comprender la dimensión espacial de sus actuaciones para entender las dinámicas

de la gestión del fuego en una zona determinada (Martínez-Torres et al., 2018). El enfoque geográfico que tienen los actores, por ejemplo, ha sido demostrado como factor clave para explicar el porqué algunos actores trabajan conjuntamente y otros no (Fischer & Jasny, 2017; Hamilton et al., 2019). Hasta la fecha, el estudio más exhaustivo acerca de esta temática fue realizado por Evers (2020) para un caso de estudio en el estado de Washington, EE. UU. Indagó específicamente en la "geografía organizativa" de los actores, argumentando que las áreas donde se involucran van más allá de la tenencia de la tierra y de los límites administrativos oficialmente establecidos. Al retomar conceptos de la ecología, creó una cartografía de las áreas de distribución de los actores. Así, identificó la tendencia de los actores de especializarse en pocas actividades en zonas donde actúa una amplia gama de actores, mientras que ocupan tareas más diversificadas en las áreas donde se confirma una menor diversidad de actores. Aunado a esto, demostró que el enfoque territorial de las instituciones determina el grado en el que cooperan, es decir, tienden a laborar en conjunto con los actores que trabajan en el mismo espacio. También observó que los actores con un amplio enfoque territorial tienden a multiplicar sus conexiones con otros actores, mientras que existen pocas relaciones de trabajo entre los actores activos en la escala local. Cabe mencionar que este estudio trata un caso de estudio particular en el estado de Washington, EE. UU.

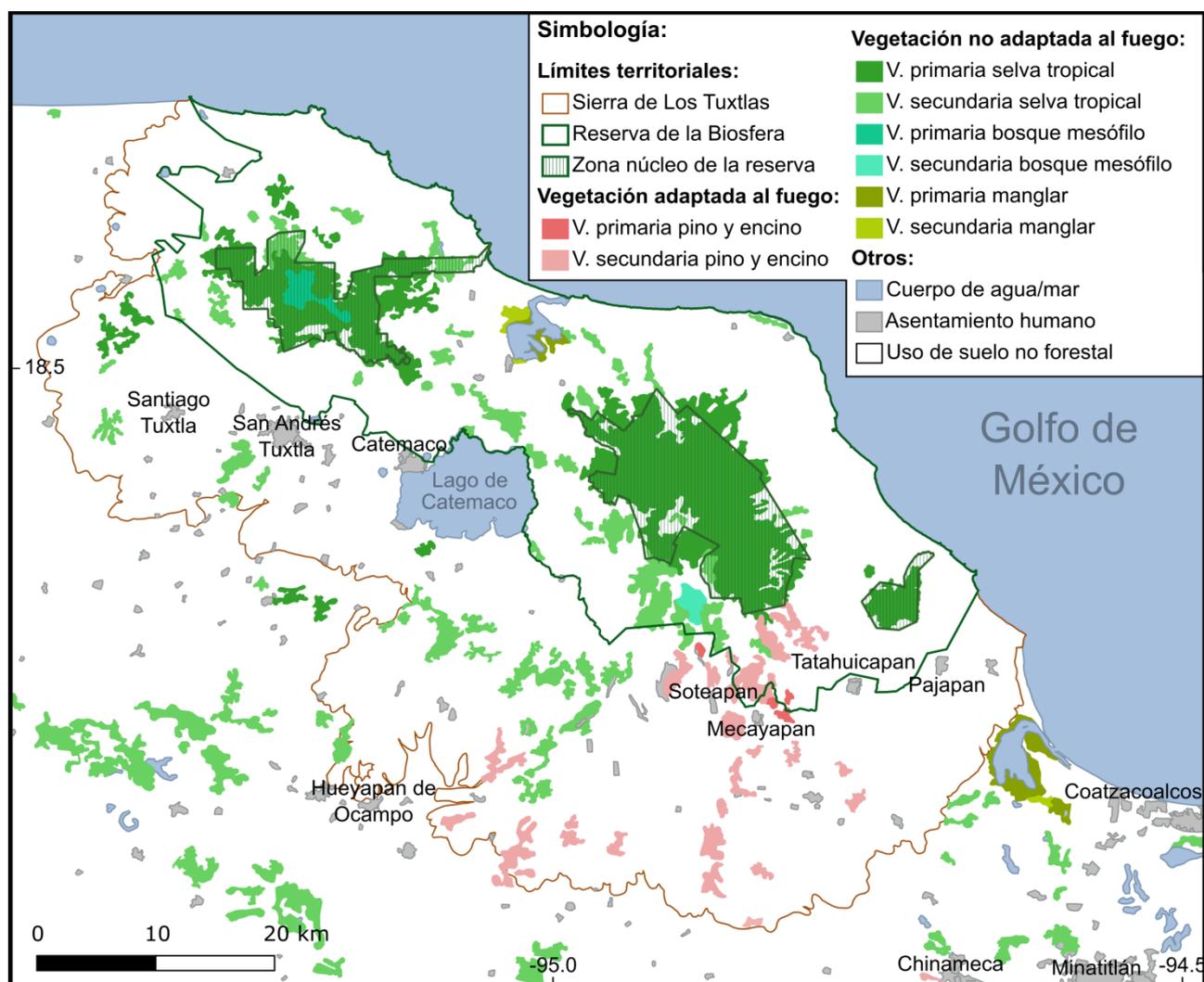
Se hace necesario estudiar si estas tendencias también se observan en otros lugares; en términos generales, como se expone en la Introducción de este trabajo, los estudios sobre actores involucrados en la gestión del fuego se realizaron en su gran mayoría en áreas de clima templado y en países industrializados. La única excepción en este sentido es Pérez-Salicrup et al. (2018); no obstante, este trabajo está enfocado únicamente en la realización de quemas prescritas y controladas. Por lo tanto, existe un rezago en el análisis de los actores sociales involucrados, incluyendo su configuración en el territorio, sus objetivos y sus redes, en otras zonas, particularmente en las zonas tropicales

### **3 Área de estudio**

La sierra de Los Tuxtlas se encuentra en el sureste del estado mexicano de Veracruz, aislada de cualquier otro sistema montañoso, entre el golfo de México y la planicie costera. Es de origen volcánico, con una elevación máxima de 1680 m y una superficie total de 329 941 ha (Geissert, 2004; Guevara et al., 2004). Su clima está fuertemente influenciado por la cercanía del golfo, con altos valores anuales de precipitación en las partes más altas de las montañas localizadas en barlovento (más de 7 mil milímetros al año), y valores menores a 1200 milímetros en las áreas

bajas orientadas hacia el sotavento (Gutiérrez-García & Ricker, 2011). La diversidad en microclimas, topografía y sustratos da lugar a la presencia de un mosaico de diferentes tipos de vegetación, como se aprecia en la Figura 1, incluyendo la vegetación adaptada al fuego y, en mayor extensión, la vegetación no adaptada al fuego como la selva alta perennifolia y el bosque mesófilo de montaña; en estos ecosistemas los impactos de los incendios forestales suelen ser particularmente severos (Rodríguez Trejo, 2014). En su conjunto, los diferentes tipos de vegetación hacen de Los Tuxtlas una de las áreas con mayor biodiversidad del país (CONANP, 2006; Guevara et al., 2004).

Figura 1. Vegetación de la sierra de Los Tuxtlas y su relación con el fuego



Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2016, 2019), CONANP (2020), Guevara (2010) y la descripción de la relación de los tipos de vegetación con el fuego de Rodríguez Trejo (2014)

La Figura 1 demuestra una marcada transformación del paisaje de la sierra por las actividades antrópicas, particularmente por la deforestación en el marco de la expansión ganadera en el siglo XX (Guevara et al., 2004), que ha reducido a fragmentos aislados la vegetación original. Para hacer frente a esta tendencia, en el 1998 se declaró la reserva de la biosfera Los Tuxtlas [RBLT], que abarca una superficie de 155 122 ha (CONANP, 2006) y se compone de tres zonas núcleo, con una superficie total de 29 719 ha, en las cuales se prohíbe cualquier actividad productiva. A su alrededor, se extiende la zona de amortiguamiento, en la cual están ubicadas 303 localidades (dato puesto a disposición por la dirección de la RBLT), con 28 183 habitantes, según el censo del año 2010 (INEGI, 2013). En la zona de amortiguamiento, se permiten actividades económicas como la agricultura, la ganadería, la pesca y el turismo (CONANP, 2006). La constitución de la reserva disminuyó significativamente la deforestación, aunque no la erradicó completamente; entre los años 2003 y 2011 todavía se registró una tasa anual de pérdida de cobertura forestal del 1,0 % (Von Thaden et al., 2018).

Actualmente entre las principales amenazas para la conservación de las selvas y los bosques de Los Tuxtlas, se encuentran los incendios forestales (CONANP, 2006; Siemens, 2009), particularmente durante la temporada seca que generalmente se extiende de febrero a mayo (Gutiérrez-García y Ricker, 2011). Como demuestran los datos del *Global Fire Atlas* (Andela et al. 2019), los incendios son un fenómeno que ocurre anualmente en Los Tuxtlas. No obstante, al igual que en otras áreas de México (Cerano-Paredes et al., 2020; Pompa-García et al., 2018), hay años con sequías en los que las afectaciones son de mayor gravedad. En este contexto, es importante mencionar el uso tradicional del fuego para preparar las tierras de cultivo, realizada principalmente por la población indígena perteneciente a los pueblos popoluca y nahua que vive en el sur de la sierra. Esta práctica está permitida, de acuerdo con el plan de manejo de la reserva, si se realiza de manera controlada (CONANP, 2006). De acuerdo con personas locales entrevistadas por Langill (2000), en el pasado no se causaron incendios tamaño considerable, debido a la densidad de la vegetación y la mayor humedad. Hoy en día, sin embargo, como resultado de la deforestación y la fragmentación, los bosques y las selvas de la sierra se han vuelto más vulnerables. A esto se agrega el efecto del fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) que influye significativamente en las cantidades de precipitación en México. ENSO depende de las temperaturas superficiales del mar del Pacífico ecuatorial y consiste de las fases El Niño (fase cálida), La Niña (fase fría) y fases neutras. Para el sureste de México, se ha demostrado que particularmente El Niño se vincula con condiciones de sequía durante los meses relevantes para la temporada de incendios forestales (Cerano-Paredes

et al., 2016, 2021; Magaña et al., 2003; Rodríguez Trejo, 2014). Todo apunta que, debido al cambio climático global, se incrementa la intensidad de este fenómeno (IPCC, 2014).

## 4 Materiales y métodos

### 4.1 Estrategia de levantamiento de datos

Este trabajo se fundamenta en una profunda revisión bibliográfica de la literatura publicada sobre gestión del fuego, con un enfoque específico en los trabajos que priorizan el papel de los diferentes actores sociales. A partir de este primer ejercicio, se definió la estrategia de la investigación, basándose principalmente en entrevistas semi-estructuradas con actores clave (Tabla 2), que llegaron a tener una duración promedio de 57 minutos. Junto con las entrevistas se pretendió obtener cualquier información relevante en reportes técnicos y registros de los actores concernidos, especialmente de las instituciones gubernamentales. Debido a la pandemia por COVID-19, la mayor parte de la investigación se aplicó de manera remota, con llamadas telefónicas y videollamadas. Para llegar al mayor número de entrevistados posible, se trabajó con la técnica de bola de nieve, en la que se solicita a las personas entrevistadas informar sobre otros posibles entrevistados y facilitar sus datos de contacto (Noy, 2008).

Las entrevistas se basaron en un catálogo de preguntas orientado a las experiencias y las actividades realizadas por los actores. Al inicio se hicieron preguntas generales acerca de la persona entrevistada, por ejemplo, su cargo en la organización o en la comunidad. A continuación, las preguntas se enfocaron en los diferentes rubros de la gestión del fuego expuestos en el subcapítulo 2.1:

- ¿Realiza esta actividad?
- ¿Cuándo y con qué frecuencia se lleva a cabo?
- En el contexto de esta actividad, ¿dónde la realiza?, ¿en qué área se enfoca?
- Para realizar esta actividad, ¿ha cooperado con alguien o recibido apoyo de otros actores?
- ¿Cuál es su experiencia con esta actividad? ¿Las medidas aplicadas son adecuadas para la problemática y suficientes? ¿Qué actores deberían encargarse de esto?

En el caso de las autoridades de las comunidades locales, se les preguntaba además si conocían a otros actores que trabajaban en la gestión del fuego en el territorio perteneciente a su comunidad, sin una cooperación directa. Con respecto a la segunda pregunta, se aplicó la técnica de "registro-consulta" (*roster-recall*, Ter Wal & Boschma, 2009), utilizando una lista de actores potenciales, para indagar en las relaciones de trabajo entre los actores. Esta lista se

complementó conforme se iban mencionando nuevos actores que no habían sido registrados anteriormente. Para documentar adecuadamente las respuestas a la pregunta por el espacio de trabajo de cada actor en los diferentes rubros, la persona que realizó la entrevista tuvo a la mano una cartografía detallada de la zona de estudio, basada en datos del INEGI (2019) y del RAN (2019).

**Tabla 2. Entrevistas y cuestionarios aplicados en el trabajo de campo**

Sector	Entrevistas semi-estructuradas	Cuestionarios (preguntas cerradas)	Participantes en total (incluyendo entrevistas grupales)
<b>Gobierno</b>			
Federal	4		4
Estatad	2		2
Municipal	6		6
<b>Comunitario</b>			
Agente municipal	1	5	6
Autoridad ejidal	6		6
Brigada comunitaria contra incendios	5		15
<b>Sociedad Civil</b>	6		6
<b>Academia</b>	1		1
<b>Mixto (Gobierno-Sociedad Civil)</b>	1		1
<b>Productores (café, ganado)</b>	2		2
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>5</b>	<b>49</b>

Fuente: elaboración propia

Con base en estas líneas principales del cuestionario, se hicieron preguntas adicionales, dependiendo de las respuestas anteriores y el tipo de actor entrevistado. En algunos casos de representantes de las comunidades locales se les hizo llegar un cuestionario con preguntas cerradas, digital o impreso, dado que no fue posible realizar llamadas telefónicas. Este cuestionario tuvo una estructura parecida al catálogo de preguntas de las entrevistas; no

obstante, en este caso no se pudo determinar de la misma manera el área de interés y solo se incluía una cantidad reducida de posibles preguntas adicionales. En otros casos, no fue posible localizar las autoridades locales. En este sentido, la situación de la pandemia presentó una limitación importante. Se logró obtener toda la información necesaria para analizar a los actores principales que trabajan a escala municipal y regional. Para el nivel comunitario, no obstante, si bien se obtuvieron datos de la mayoría de las comunidades relevantes -incluyendo las que tienen la mayor incidencia de incendios forestales- faltan algunas comunidades más que serían relevantes para el estudio. De este modo, la información recabada en esta escala espacial no es del todo completa.

## **4.2 Métodos de análisis**

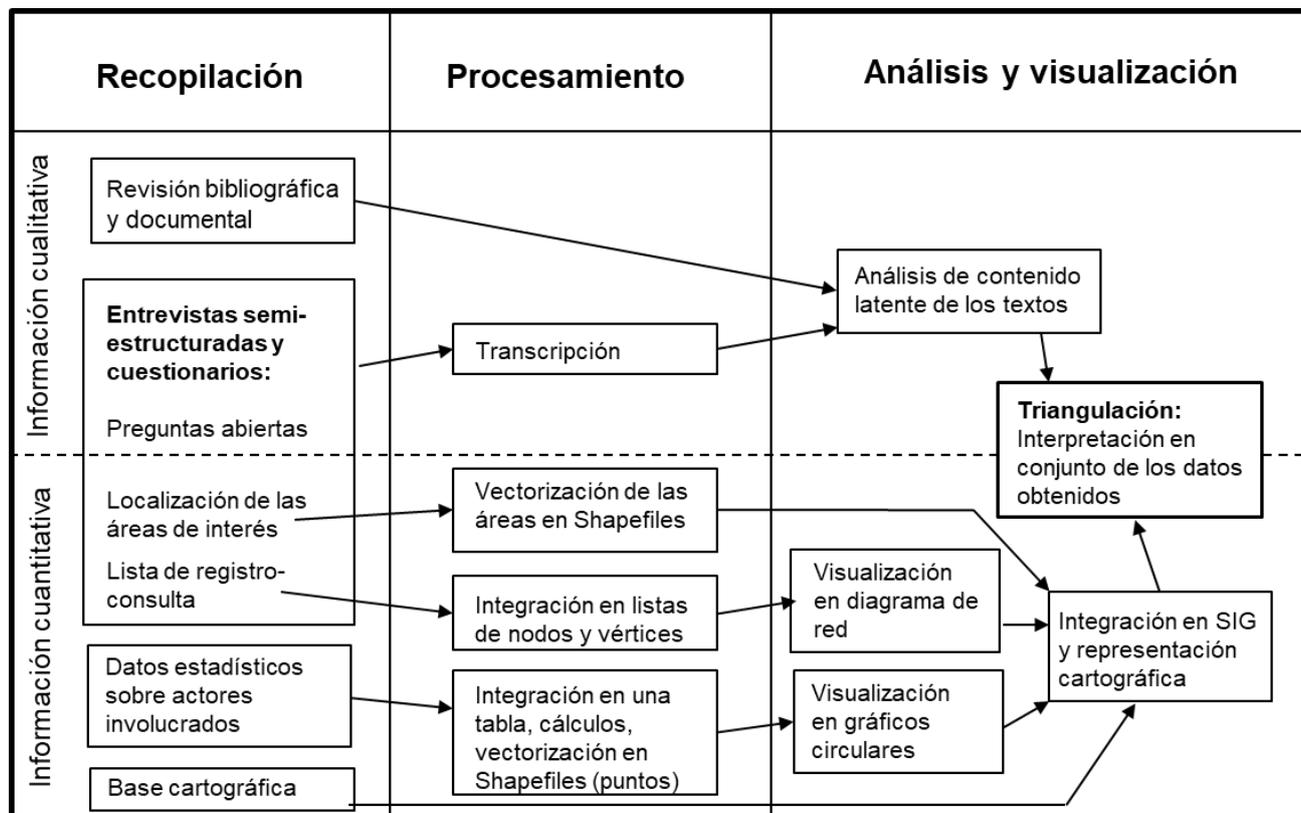
El análisis se realizó mediante la triangulación de los datos cualitativos y cuantitativos, como lo demuestra la Figura 2. La información cualitativa obtenida en las entrevistas se transcribió y se integró en un análisis de contenido latente (Dunn et al., 2010), con la utilización de una base de datos cualitativos en el paquete RQDA, disponible en el software de código libre R (Huang, 2016), que permite la clasificación de las entrevistas por atributos, la asignación y el entrecruzamiento de códigos. También los datos de los cuestionarios y de los informes técnicos de los actores gubernamentales se incluyeron en este análisis. En conjunto con esta metodología cualitativa, también se aplicaron procedimientos cuantitativos para analizar más a fondo el alcance territorial de las actividades de los actores principales y de sus redes de cooperación, basado tanto en preguntas cerradas integradas en las entrevistas como en datos detallados acerca de la implicación de los actores en el combate de los incendios proporcionados por la CONANP.

La información relacionada con el enfoque territorial se integró en un sistema de información geográfica, utilizando el software de código libre QGIS (QGIS.org, 2020). Las áreas de interés de los actores se dibujaron manualmente, tomando como apoyo el mapa de ejidos del RAN (2019), dado que la mayoría de los actores orienta su trabajo hacia las delimitaciones ejidales. Para demostrar los actores involucrados en el combate, los datos estadísticos de la CONAFOR se integraron en una tabla de Excel. En ella se calcularon los valores totales y porcentajes de la participación de cada actor. A continuación, en QGIS se ubicaron los ejidos como puntos y en sus atributos se agregaron los valores calculados. De esta manera, la participación de los actores se pudo mostrar en forma de diagramas. Los ejidos con una gran extensión territorial y un número considerable de registros de incendios se separaron en partes (de acuerdo con una

línea ficticia a la mitad de la extensión de norte a sur de cada ejido) para mejorar la precisión del análisis.

Los datos sobre la cooperación de los actores se procesaron en el software de código libre Gephi (Bastian et al., 2009; Grandjean, 2015). En este caso, los actores se ingresaron manualmente en un archivo Excel como nodos, incluyendo un código y las coordenadas de la ubicación del lugar donde tienen su base. En otro archivo Excel se ingresaron los vínculos, tomando como referencia los códigos del otro archivo. Los vínculos se clasificaron en dos categorías: cooperación regular y cooperación excepcional. En Gephi, al ingresar los dos archivos, se visualizaron estas conexiones. Mediante el Plugin “Geolayout” se ubicaron de acuerdo con su localización geográfica. Esta gráfica de red se extrajo como gráfica de vectores escalable (SVG, por sus siglas en inglés). Como siguiente paso, mediante el programa Inkscape (Inkscape Projet, n.d.), se combinó la gráfica de red de Gephi y la cartografía del área de estudio, extraída como SVG de QGIS. De esta manera fue posible visualizar y, seguidamente, interpretar la configuración de las redes entre los actores en el territorio.

Figura 2. Proceso metodológico



Fuente: elaboración propia

## 5 Resultados

### 5.1 Caracterización de los actores involucrados

Se identificó una amplia gama de actores involucrados en la gestión del fuego en Los Tuxtlas, los cuales están activos en diferentes escalas espaciales y temporales. No obstante, la mayor parte de las actividades de gestión son llevadas a cabo por un número limitado de actores. A continuación, se describe cada uno de los actores, relacionándolos con su escala correspondiente. Los actores más relevantes están enumerados y descritos con más detalle.

No existe ningún actor a nivel internacional que trabaje directamente en la gestión del fuego en Los Tuxtlas. Aunque es cierto que las alertas de puntos calientes (*hot spots*) que publica la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) de EE.UU. son utilizados por algunos de los actores en la región, sobre todo por la dirección de la RBLT. Además, la dirección de Protección Civil (PC) de San Andrés Tuxtla ha contratado esporádicamente el servicio de empresas estadounidenses para recibir entrenamiento en el combate de incendios forestales.

A nivel nacional, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) de igual manera provee alertas de puntos calientes que son utilizados por los actores que trabajan en Los Tuxtlas. El ejército se ha involucrado en ocasiones puntuales en la lucha contra los incendios forestales de mayor tamaño. Además, se pueden mencionar los siguientes actores principales:

1. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR): Organismo descentralizado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y encargado de la política forestal. Publica las estrategias generales de gestión del fuego en México y administra programas para las actividades en este ámbito. Coordina la gestión del fuego en Veracruz a través de un enlace estatal en Xalapa, capital del estado. También cuenta con una oficina local en Los Tuxtlas, ubicada en Catemaco, que se encarga de la administración de programas de subsidio, entre otros el programa de pagos por servicios ambientales (PSA).
2. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP): Se trata de un organismo descentralizado de la SEMARNAT, al igual que la CONAFOR. Es responsable de la administración y gestión de los espacios protegidos que fueron declaradas por el Gobierno Federal de México. Como la CONAFOR, también administra programas para organizar y financiar actividades relacionadas con la gestión del fuego en los lugares bajo alguna

categoría de protección de la naturaleza. Tiene una delegación regional ubicada en Xalapa. No obstante, la principal unidad de la CONANP encargada de la gestión del fuego en Los Tuxtlas es la dirección de la RBLT, ubicada en Catemaco.

Aparte de las representaciones de estas dos instituciones, hay otros dos actores gubernamentales involucrados en la coordinación de la gestión del fuego a nivel estatal:

3. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Veracruz (SEDEMA): Esta dependencia está encargada de la conservación ambiental en el estado. Como parte de sus actividades, ha establecido brigadas contraincendios profesionales en diferentes regiones del estado, incluyendo Los Tuxtlas. Su sede se encuentra en Xalapa.
4. Secretaría de Protección Civil (PC estatal): Su función es la coordinación de las actividades relacionadas con la protección de la ciudadanía de diferentes tipos de riesgos por parte de las direcciones municipales de protección civil. Su sede está en Xalapa; además, cuenta con dos enlaces regionales al norte (Lerdo de Tejada) y al sur (Coatzacoalcos) de la sierra de Los Tuxtlas.

A nivel regional, son de mencionar varias asociaciones civiles que realizan actividades de prevención cultural, de manera esporádica y aislada: Centro Regional para la Organización y la Educación, Desarrollo Comunitario de Los Tuxtlas, Estampa Verde y Gente Sustentable. Como actores principales en este nivel resaltan las siguientes brigadas contraincendios:

5. Brigadas contra incendios establecidas por la CONANP: Se trata de tres brigadas que trabajan de manera temporal. Cuentan con financiamiento del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCOCODES) de la CONANP. Cada brigada se conforma de diez personas locales que han sido capacitadas por la CONANP y la CONAFOR. Sus bases se ubican en Ocotál Chico (municipio de Sotéapan) y en las cabeceras municipales de Sotéapan y Tatahuicapan.
6. Brigada contra incendios establecida por la SEDEMA: Una brigada profesional conformada por siete personas locales y financiada por el gobierno estatal. Su centro se ubica en la cabecera municipal de Mecayapan.

A escala municipal, existen algunos actores gubernamentales y no gubernamentales que de manera puntual han realizado actividades de prevención cultural: la Asociación Ganadera del municipio de Catemaco, la Pastoral Social de Tatahuicapan, y las direcciones de fomento agropecuario de ciertos municipios. En algunos casos aislados, las policías municipales han

apoyado en el combate de incendios. Como actores principales involucrados en el manejo se pueden mencionar los siguientes:

7. Direcciones municipales de Protección Civil (PC municipal): Se encargan de la protección de la población ante diferentes riesgos, como los incendios forestales. En el caso de San Andrés Tuxtla, una asociación civil de bomberos apoya a la dirección. En Sotepan y Tatahuicapan las direcciones coordinan el trabajo de las brigadas rurales contra incendios financiadas por la CONAFOR.
8. Brigadas rurales contra incendios financiadas por la CONAFOR: Se trata de dos brigadas que trabajan de manera temporal. Cada brigada tiene diez integrantes, formadas por población local. Cuentan con financiamiento y entrenamiento de la CONAFOR. Las direcciones de PC municipal solicitan el establecimiento de las brigadas y coordinan sus actividades adentro de sus municipios. En Los Tuxtlas, las dos brigadas de esta categoría se encuentran emplazadas en las cabeceras municipales de Sotepan y Tatahuicapan.

A nivel local, se distinguen dos categorías de actores:

9. Autoridades locales: En las comunidades existen dos órganos encargados de la gestión del fuego, el agente municipal y el comisariado ejidal (a veces se involucra solamente uno los dos). El agente municipal es un cargo votado por la comunidad para representarla ante el gobierno municipal. El comisariado ejidal, por su parte, representa a los propietarios de las parcelas rurales pertenecientes al ejido de la comunidad. Reciben pláticas de orientación por la CONANP, la CONAFOR, la SEDEMA y la PC municipal.
10. Voluntarios: Cuando se presentan incendios forestales de mayor tamaño, se ha registrado la participación espontánea un número considerable de vecinos para combatirlos. A menudo, no cuentan con ningún tipo de formación o equipo especializado.

Cabe mencionar que, hasta la fecha, no existe una vinculación directa en la gestión del fuego en la sierra de Los Tuxtlas y las dependencias gubernamentales a nivel federal y estatal encargadas con el ramo agropecuario. Tampoco hay involucramiento de los cuerpos de seguridad ni de las procuradurías de medio ambiente a nivel federal o estatal. Es notable también la ausencia de universidades y centros educativos implicados. En general, no se constata una investigación o un monitoreo satisfactorio de la incidencia de los incendios forestales en la región. Esta situación conlleva a un desconocimiento generalizado de la situación actual y del desarrollo de la problemática de los incendios forestales en la sierra. Se detectó falta de conocimiento en los regímenes naturales de los incendios en pinares y encinares del sur de la región (ver Figura 1),

información relevante para su adecuada gestión. Además, ninguno de los actores involucrados en el nivel regional tiene conocimiento técnico de quemas prescritas o controladas.

Como se menciona en la sección 2.2, puede haber diversas opiniones y enfoques acerca de la gestión del fuego, incluso contrarias. En esta investigación, sin embargo, solo se constataron diferencias de escasa importancia. En general, todos los actores tuvieron como objetivo principal la reducción al mínimo posible de la incidencia y del impacto de los incendios forestales. El único actor entrevistado que sí hizo hincapié en el papel natural del fuego en los bosques de pino y encino fue el representante de la delegación estatal de la CONAFOR. Asimismo, fue generalizada la opinión de los actores, incluyendo la mayoría de los representantes de las comunidades locales, acerca de las quemas agrícolas: todos coincidieron en que se deberían evitar y desincentivar estas prácticas, tanto para evitar incendios como para impedir el desgaste de los suelos, pero que no era posible su prohibición porque se trata de usos y costumbres de una larga tradición en la población y porque es la opción más accesible desde el punto de vista económico. De este modo, la mayoría de las actividades de prevención cultural está enfocada en informar acerca de la aplicación de quemas controladas. Solamente algunos de los representantes de las asociaciones civiles entrevistadas criticaron estos esfuerzos, argumentando que de esta manera se podría justificar e incentivar aún más el uso del fuego. Finalmente, una diferencia de enfoques se constató en lo relativo a la restauración de los territorios quemados. La mayoría de los actores contestó que era una cuestión fundamental. Sin embargo, el representante de la SEDEMA, el de una asociación civil y algunas autoridades locales opinaron que no eran necesarias estas actividades, ya que la vegetación de la zona tiene la capacidad de regenerarse rápidamente de manera natural. No se han encontrado estudios al respecto, en la región, que pudieran dar soporte a cualquiera de las dos opciones.

## **5.2 Alcance territorial y temporal de los actores principales**

La Figura 3 localiza a los actores principales en la región, incluyendo además los ejidos que reciben PSA y, por ello, deberían realizar actividades de prevención física. Es notoria la concentración de brigadas financiadas por la CONANP, la CONAFOR y la SEDEMA en el sur de Los Tuxtlas. Allí se localiza la principal zona de riesgo por incendios forestales, que coincide aproximadamente con el área que cuenta con vegetación adaptada al fuego (Figura 1).

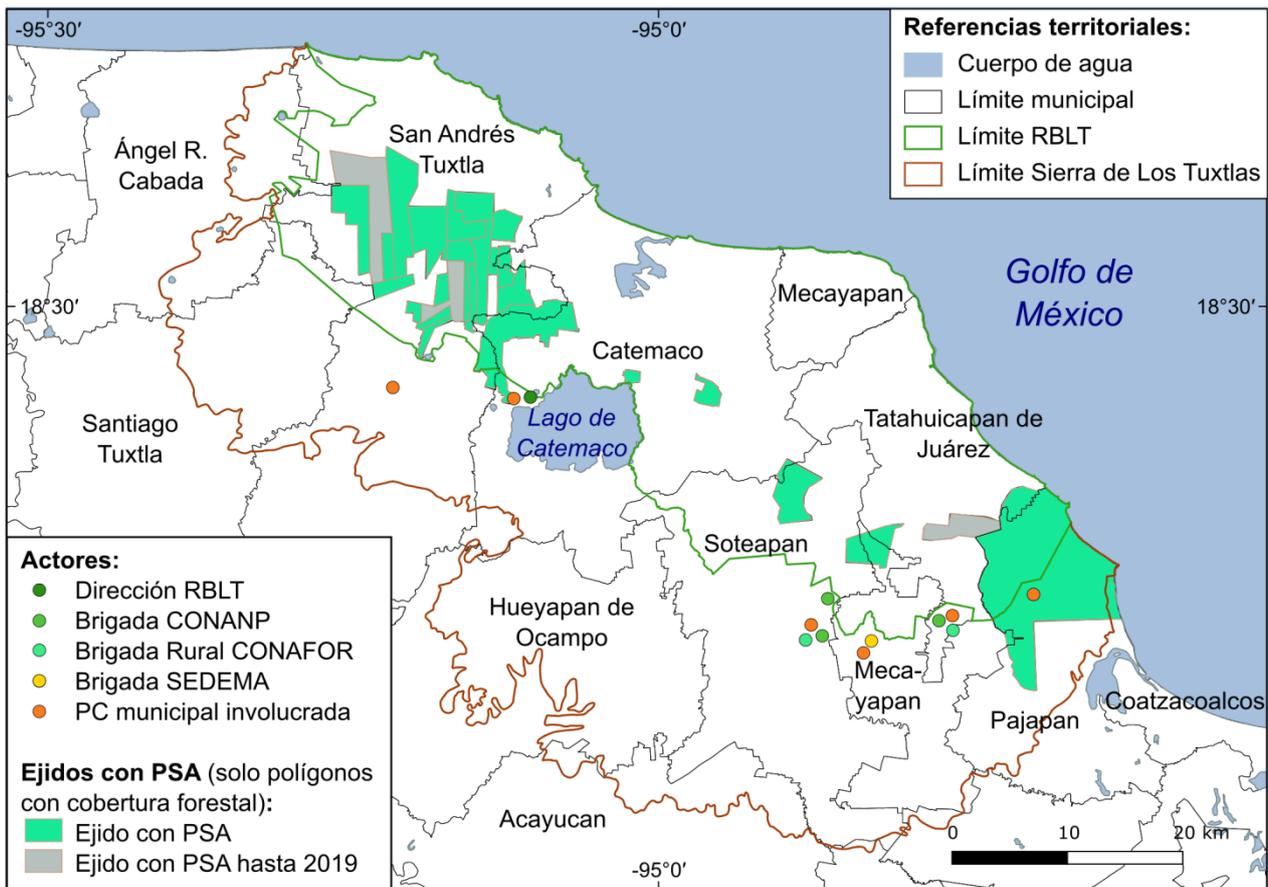
Este enfoque en el sur de la región se refleja también en el alcance territorial de las actividades de gestión del fuego (ver Figura 4), con excepción de los ejidos que reciben PSA. Estos ejidos cuentan con un programa de conservación forestal más amplio, no sólo de actividades de

gestión del fuego, tiene un enfoque más amplio en la conservación forestal en general. Además, las direcciones de PC municipal trabajan en la gestión del fuego en los municipios Catemaco y San Andrés Tuxtla, en el norte de Los Tuxtlas. En una ocasión la dirección de la RBLT también se involucró en el combate de un incendio en Catemaco. Otra observación relevante de la Figura 4 es el alcance espacial de la CONANP, siendo el más extendido, gracias a sus tres brigadas. La CONANP, además, se involucra en una gama más amplia de actividades, incluyendo los recorridos de vigilancia, la detección temprana de incendios y la restauración de las superficies quemadas; solamente en una ocasión la brigada rural de la CONAFOR de Soteapan realizó una actividad de reforestación.

La implicación de los actores no es igual en todas las zonas marcadas. La diferencia más notable concierne el trabajo de las direcciones de PC municipal: en Mecayapan, Soteapan y Tatahuicapan, su principal enfoque es la detección y la lucha contra los incendios. Además, acompañan las campañas de prevención cultural de la CONANP y, en el caso de Soteapan y Tatahuicapan, coordinan el trabajo de prevención física de las brigadas rurales de la CONAFOR, sin participar directamente en ello. En comparación, en los municipios de Pajapan y San Andrés Tuxtla, la PC municipal realiza actividades de prevención cultural por su cuenta; en San Andrés Tuxtla también trabaja directamente en la prevención física y prepara a voluntarios para el combate de incendios.

Es de destacar que, en años anteriores, hubo mayor presencia de la CONANP y la CONAFOR en Pajapan, pero se retiraron debido a una notable disminución de la incidencia de los incendios forestales en este municipio. Por el contrario, los entrevistados en el norte de la sierra reportaron un aumento de incendios en los últimos años y reclamaron mayor presencia y apoyo estatal y federal. Los representantes de las instituciones federales y estatales afirmaron la falta de presupuesto que impide un mayor alcance territorial y que obliga a enfocarse únicamente en las áreas más afectadas. También quedan desatendidas frecuentemente las áreas de difícil acceso en la zona núcleo (ver Figura 1).

Figura 3. Localización de los actores regionales y locales involucrados en la gestión del fuego en Los Tuxtlas

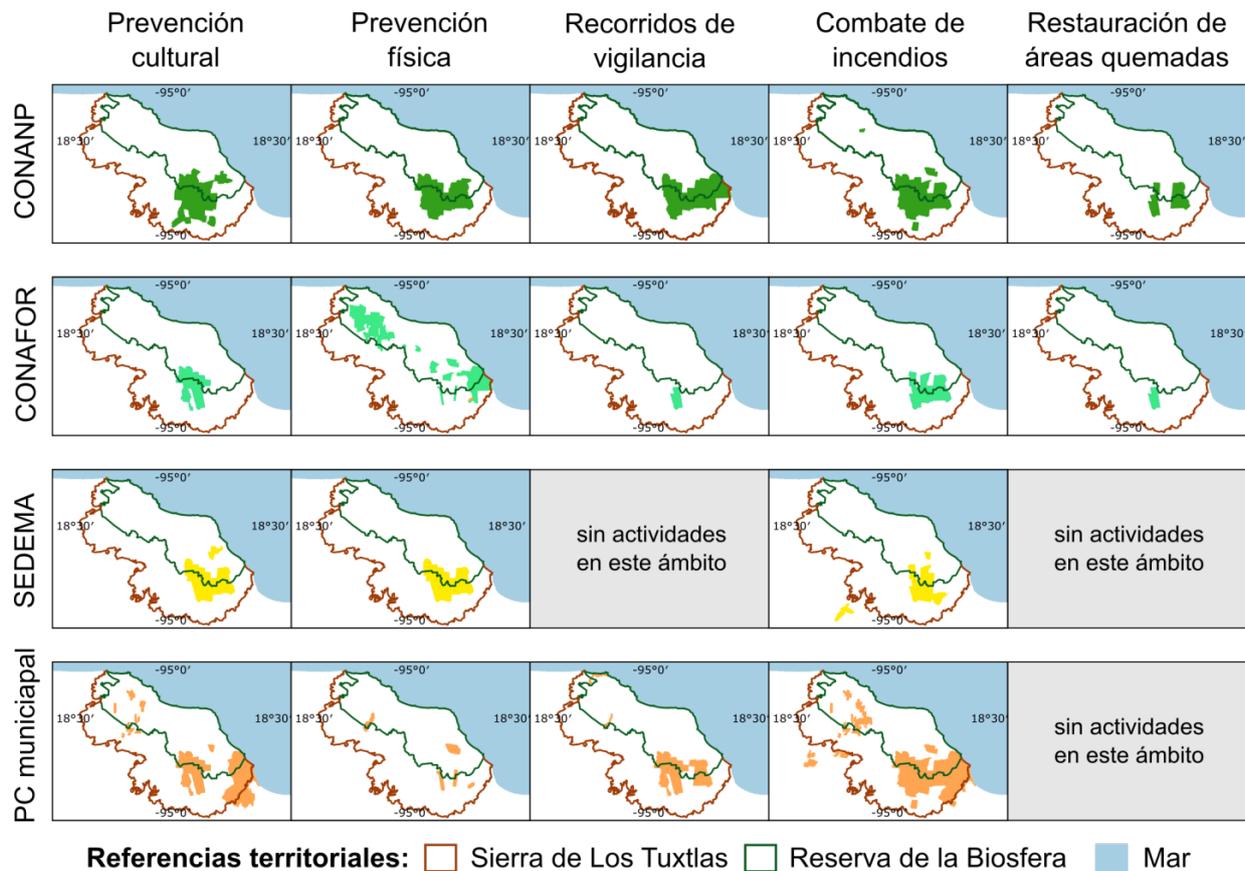


**Nota:** El territorio del municipio de Meca-yapan es discontinuo.

Fuente: elaboración propia con base en la información proporcionada por los actores entrevistados y datos de INEGI (2019), CONANP (2020), Guevara (2010) y RAN (2019)

Con algunas excepciones, tanto en los informes de la CONANP como en las respuestas de los entrevistados, la entidad territorial principal de gestión son los ejidos. Incluso las direcciones de PC municipal ponen énfasis en los límites de éstos, que comúnmente se extienden sobre dos municipios contiguos. Asimismo, el límite de la RBLT tiene poca importancia en la gestión del fuego; incluso la CONANP realiza gran parte de sus labores fuera del polígono oficial de la reserva, como se puede ver en la Figura 4.

Figura 4. Alcance territorial de las principales instituciones involucradas en la gestión del fuego en Los Tuxtlas (2016–2020)



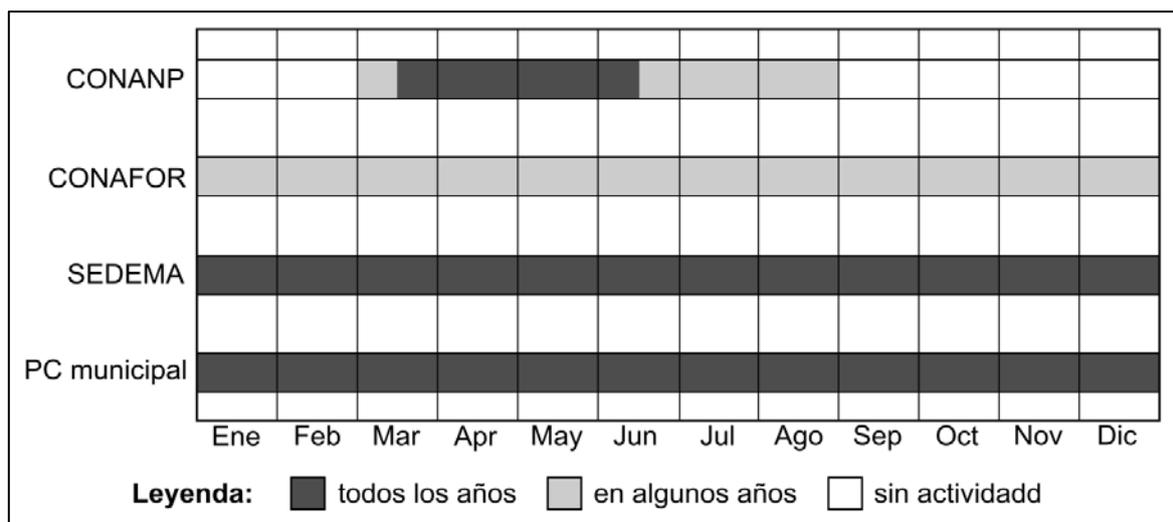
Fuente: elaboración propia con base en la información proporcionada por los actores entrevistados y datos de INEGI (2019), CONANP (2020), Guevara (2010) y RAN (2019)

Algunas diferencias son notables en el alcance temporal de las actividades de los diferentes actores (Figura 5). Si bien, la dirección de la CONANP y el encargado de las actividades de gestión del fuego trabajan durante todo el año, las brigadas solo se activan desde inicios/mediados de marzo a mediados/finales de junio. Esto reduce el tiempo destinado a las actividades de prevención cultural y física y, menos aún, a aquellas destinadas a la restauración. La causa de esta situación limitante es, nuevamente, la falta de presupuesto.

En el caso de la CONAFOR, la situación presupuestaria es todavía más complicada e implica la ausencia de una verdadera temporalidad del trabajo de las brigadas: éstas se activan solamente cuando se dispone de recursos, en algunos años e independientemente de si es temporada de incendios o no. La situación es diferente en el caso de la SEDEMA, si bien, sólo cuenta con siete brigadistas (la CONANP con 30 y la CONAFOR aporta entre 10 y 20), éstos trabajan durante todo el año. Cabe mencionar que no participan en actividades de restauración de áreas

quemadas, a pesar de estar activos durante el otoño, que es la mejor temporada para la plantación en la región. Las direcciones de PC municipal, por su parte, también laboran durante todo el año, aunque hay que considerar que la lucha contra los incendios es solo una parte de sus atribuciones.

Figura 5. Alcance temporal de la participación de las principales instituciones involucradas en la gestión del fuego en Los Tuxtlas (2016–2020)

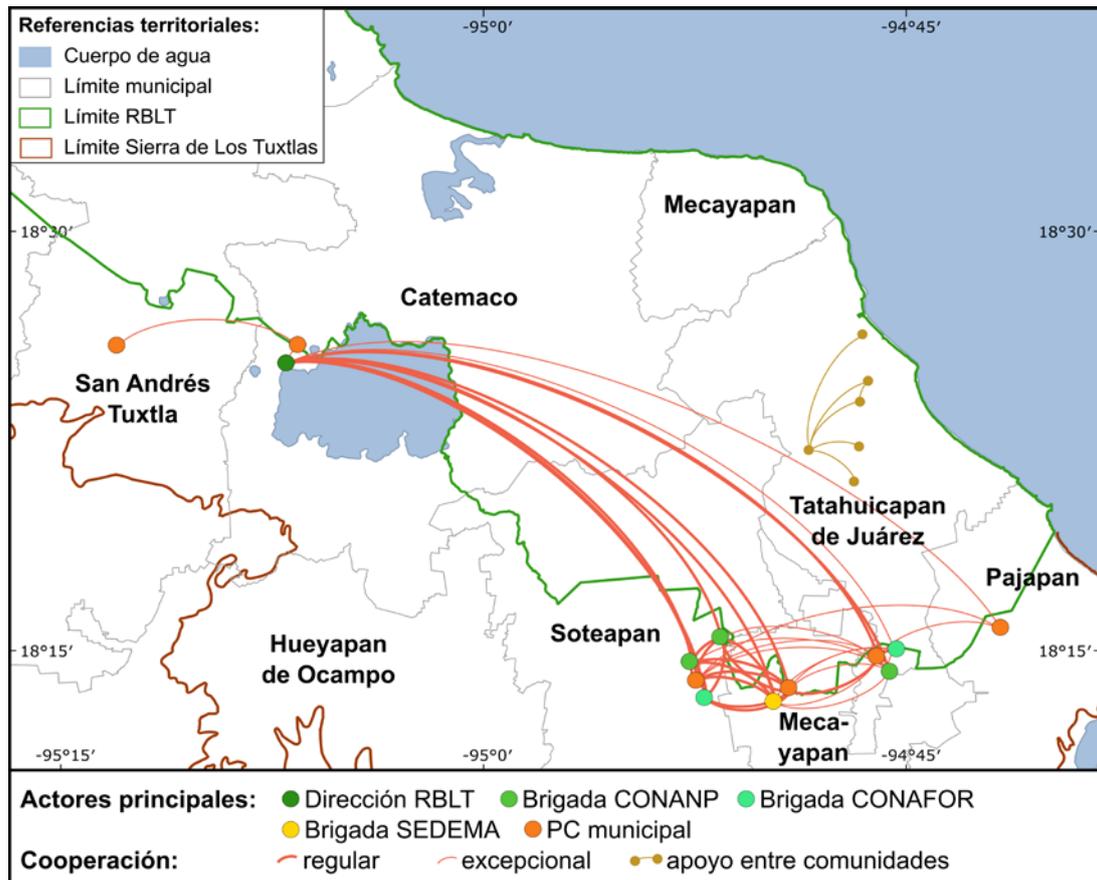


Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo

### 5.3 Cooperación entre los actores

En el norte de Los Tuxtlas, las direcciones de PC municipal trabajan principalmente de manera aislada de los otros actores principales. En el sur, por el contrario, se constata una densa red de colaboraciones. Éstas son coordinadas, en gran parte, por la dirección de la RBLT desde Catemaco (Figura 6). Esta cooperación se aplica principalmente en el combate de incendios que sobrepasan la capacidad de una sola brigada. También se presenta cierta coordinación en las actividades de prevención física e incluso se realizan anualmente algunas acciones de prevención cultural en conjunto. Como muestra la Figura 6, el trabajo colaborativo se vuelve especialmente importante en el área de Soteapan y Mecayapan. A pesar de esta intensa cooperación entre los actores a nivel municipal y regional, es sorprendente que la cooperación en el ámbito local es prácticamente ausente. Solamente en el norte del municipio Tatahuicapan, un poco más alejado del enfoque territorial de los actores principales, se han registrado casos de apoyo mutuo entre los ejidos en la lucha contra los incendios.

Figura 6. Redes sociales constituidas por los actores principales involucrados en la gestión del fuego en Los Tuxtlas

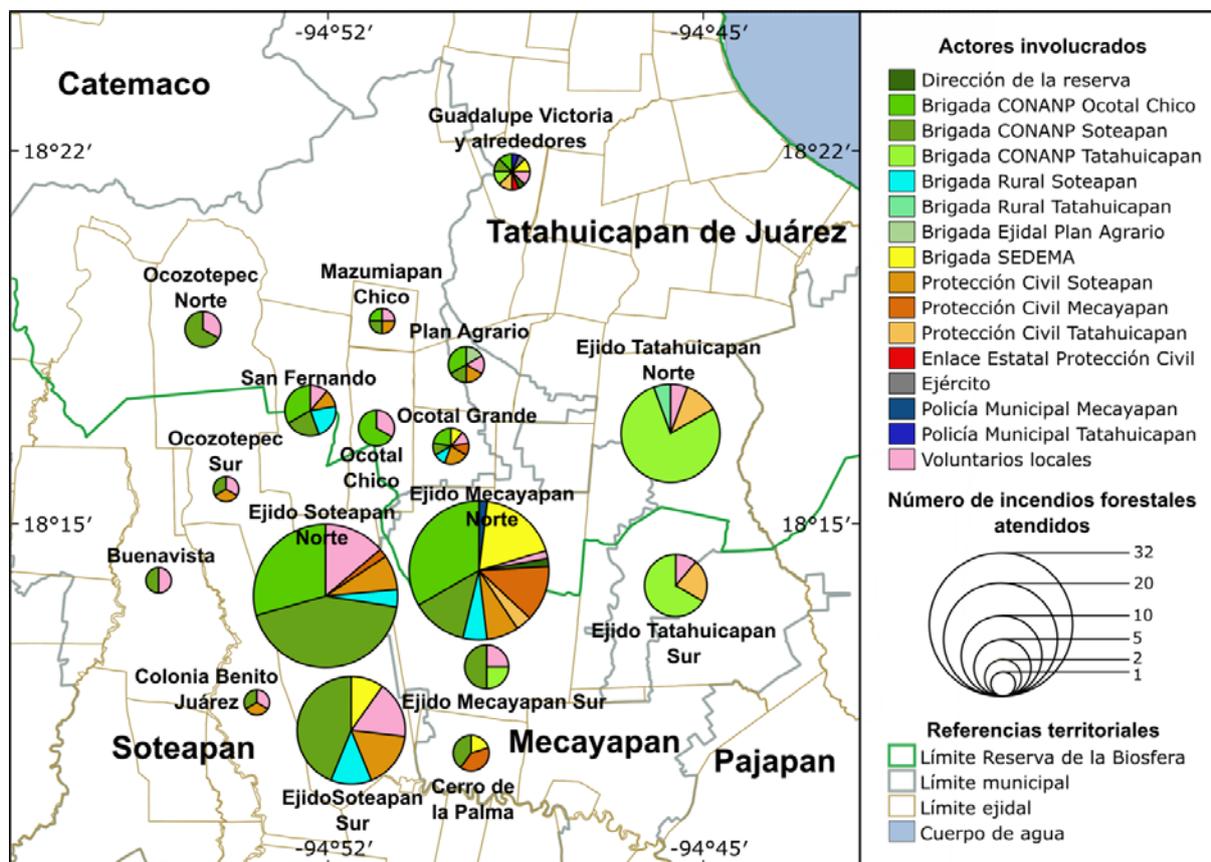


**Nota:** El territorio del municipio de Mecayapan es discontinuo.

Fuente: elaboración propia con base en la información proporcionada por los actores entrevistados y datos de INEGI (2019), CONANP (2020) y Guevara (2010)

Los datos del Sistema Integral de Respuesta con Calidad (SIRCA) de la CONANP, permiten un análisis aún más detallado de la cooperación de los actores en el sur de Los Tuxtlas. Si bien cabe mencionar que se trata solamente de los combates de incendios reportados por la CONANP, por lo que otros actores podrían estar representados de manera insuficiente. Aun así, las Figuras 7 y 8, elaboradas a partir de estos datos, invitan a realizar las siguientes reflexiones: en primer lugar, se aprecia el reparto del territorio entre las brigadas establecidas por la CONANP, la CONAFOR y la SEDEMA alrededor de los lugares donde están estacionadas. En segundo lugar, se documenta el único caso en el que se activó una brigada ejidal perteneciente al programa de PSA en el combate, en el ejido Plan Agrario. En tercer lugar, las figuras demuestran lo que se menciona en el subcapítulo 4.2 en cuanto al enfoque territorial de las direcciones de PC municipal: continuamente se sobrepasan los límites municipales.

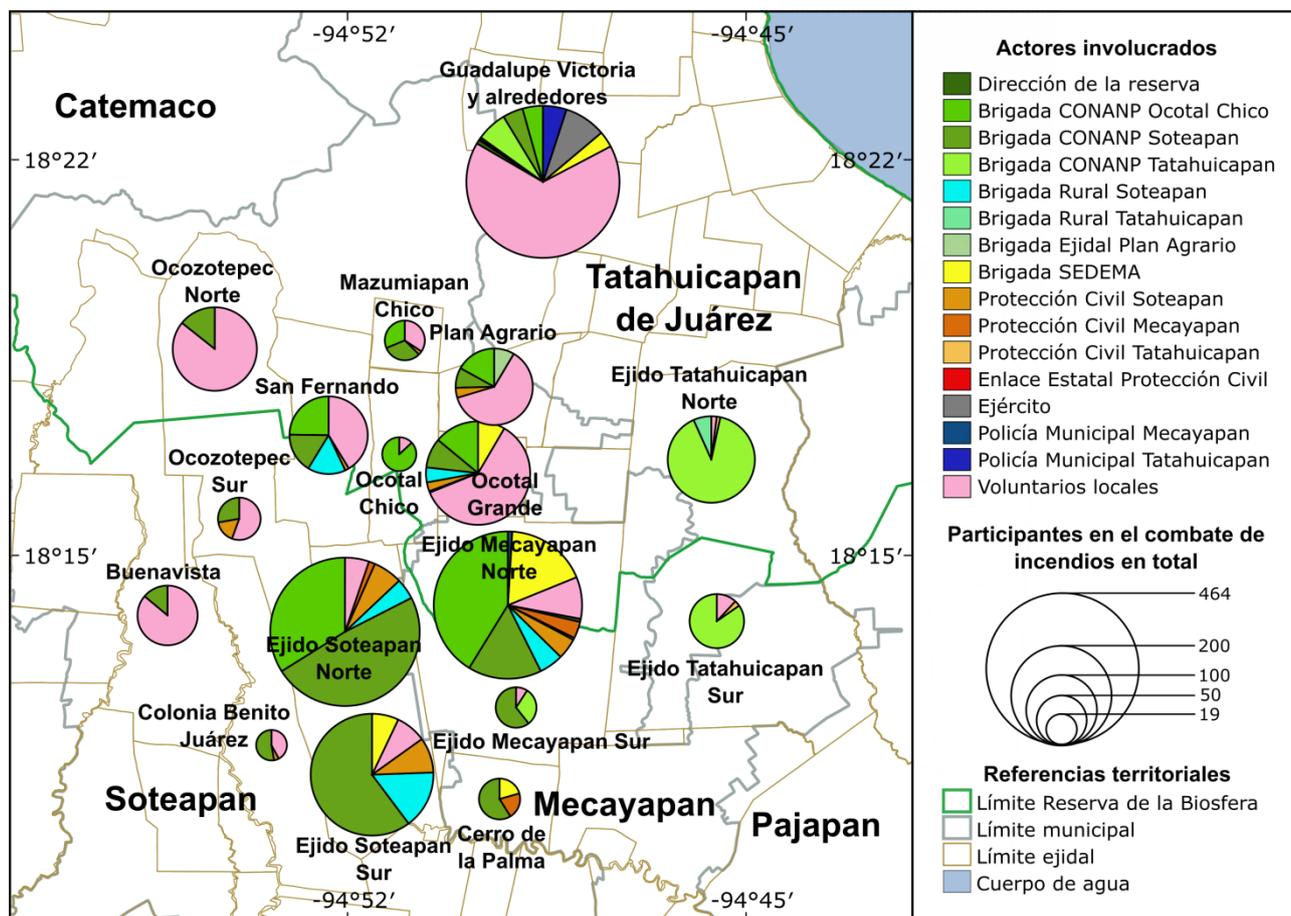
Figura 7. Actores involucrados directamente en el combate de incendios forestales en los ejidos del sur de Los Tuxtlas en relación al número de incendios atendidos (2016–junio 2020)



Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2019), CONANP (2020) y datos proporcionados por la dirección de la RBLT y la Dirección General de Operación Regional de la CONANP

Además, la Figura 8 revela diferencias marcadas en cuanto al número de personas involucradas en el combate de los incendios. Por un lado, resaltan las direcciones de PC municipal, las cuales, si bien, asisten a numerosos combates (ver Figura 7), cuentan con muy poco personal. No obstante, su papel no se debe subestimar, pues cuentan con vehículos, mientras que las brigadas generalmente se desplazan a pie, con excepción de la brigada de la SEDEMA. Los actores que cuentan con el mayor número de participantes son las brigadas de la CONANP, además de los voluntarios locales.

Figura 8. Actores involucrados directamente en el combate de incendios forestales en los ejidos del sur de Los Tuxtlas según el número de personas participantes (2016–junio 2020)



Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2019), CONANP (2020) y datos proporcionados por la dirección de la RBLT y la Dirección General de Operación Regional de la CONANP

En el caso de los voluntarios, generalmente, se trata de personas de la misma comunidad, con la excepción ya mencionada de las comunidades del norte de Tatahuicapan. Es curiosa la escasa participación de voluntarios justo en el área de mayor incidencia de incendios. Quizás ello se deba a la existencia de una mayor intensidad de trabajo de las diferentes instituciones. En contraste, en los ejidos más alejados participa un número considerable de voluntarios. En las entrevistas con los actores locales se mencionó el interés por las capacitaciones y la dotación de equipos para las comunidades. Hasta la fecha, los voluntarios sólo cuentan con herramientas agrarias, y son convocados de manera espontánea sin organización previa alguna. Por último, las figuras indican el rol poco significativo de los demás actores, como la policía municipal y el ejército, en la gestión del fuego en la zona de estudio.

El periodo estudiado abarcó el año 2020, cuando se empezó a propagar la pandemia por COVID-19, llegando a México justo durante la temporada de incendios forestales. Aun así, afectó relativamente poco la gestión del fuego en Los Tuxtlas. Mientras que otras partes de México presentaron altos índices de contagio durante los meses de abril, mayo y junio, en la zona de estudio la tasa fue aún muy baja. Ninguna persona perteneciente a los actores principales se contagió durante ese lapso. En parte esto tuvo que ver con el hecho de que se restringió temporalmente el acceso a los municipios del sur de la sierra. La principal afectación para el manejo del fuego fue entonces la carga de trabajo adicional para las direcciones de PC municipal. Éstas se involucraron en atender los cercos sanitarios y la concientización de la población sobre la enfermedad. De este modo, tuvieron menos tiempo disponible para la gestión del fuego, por ejemplo, para llevar en camioneta a las brigadas de la CONANP a combatir incendios en lugares más lejanos. Para resolver esta situación, la dirección de la RBLT prestó uno de sus vehículos a las brigadas.

## **6 Discusión y conclusiones**

La incidencia y los efectos de los incendios forestales dependen de diferentes aspectos territoriales, especialmente de las condiciones climáticas. Sin embargo, también influyen de manera significativa la capacidad institucional y la organización social. Por lo tanto, en los últimos años se ha incrementado la cantidad de estudios acerca de los actores involucrados en la gestión del fuego (Martínez-Torres et al., 2018), algunos consideran también el alcance territorial de cada actor y las redes formadas por la cooperación entre los diferentes agentes (Bodin et al., 2019; Evers, 2020; Fischer & Jasny, 2017; Hamilton et al., 2019; Nohrstedt & Bodin, 20; Spies et al., 2018). La mayor parte de estos trabajos se ha realizado en zonas de climas templados, con vegetación adaptada al fuego, mientras que en las zonas tropicales, la investigación ha quedado prácticamente restringida a tratar la relación conflictiva entre campesinos que utilizan el fuego para sus actividades agropecuarias y las autoridades encargadas de la conservación de los recursos naturales.

El presente estudio se integra en la línea de investigación acerca de la complejidad de la gestión del fuego, llevándola a un área de clima tropical. Se trata de la sierra de Los Tuxtlas, donde se constata una recurrente presencia de incendios forestales. Como se planteó en la hipótesis al inicio del trabajo, se pudo identificar una amplia gama de actores relacionados con la gestión del fuego. No obstante, esto solo se puede confirmar de manera parcial, ya que la implicación de muchos de ellos es más bien de carácter esporádico e indirecto. La mayor parte de las

actividades de gestión queda en manos de un número de actores limitado: los representantes de las comunidades locales y las instituciones gubernamentales encargadas de la conservación del medio ambiente a nivel federal y estatal, las direcciones de PC municipal y algunas brigadas contraincendios formadas por personas locales y financiadas por las dependencias federales y estatales. A pesar de incluir las actividades de prevención y de restauración de áreas quemadas en el análisis, no se pudo identificar un papel significativo de otros actores como las empresas forestales, las organizaciones no gubernamentales, los medios de comunicación, las universidades y centros de investigación, contrario a lo que se ha reportado en otros lugares (Evers, 2020; Fischer & Jasny, 2017; IUFRO, 2018; Jacobs & Cramer, 2017; Martínez-Torres & Pérez-Salicrup, 2018).

Un grupo que destacó en el presente estudio fueron los voluntarios locales, al contrario de la mayoría de las investigaciones citadas en el marco teórico. En el caso de Los Tuxtlas, los voluntarios tienen una alta representación en la mano de obra implicada en el combate de los incendios. A diferencia de los grupos de voluntarios organizados que se encuentran, por ejemplo, en Australia, EE. UU. y los países mediterráneos (Górriz-Mifsud et al., 2019; McLennan & Birch, 2005), no son conformados como grupos organizados, sino son convocados de manera puntual. Sin embargo, en las entrevistas con autoridades de las comunidades se expresó el interés de las personas locales de recibir formación y equipamiento para tener mayor capacidad para la lucha contra los incendios.

Siguiendo los avances en estudios anteriores en este ámbito, la presente investigación también indagó en las percepciones y en las opiniones acerca de la gestión del fuego de los actores. En Los Tuxtlas, todos los actores entrevistados a nivel regional y local compartieron el punto de vista de evitar en lo posible los incendios forestales, debido principalmente a la presencia de ecosistemas no adaptados al fuego. No se identificaron posiciones antagónicas que, según Fischer y Jasny (2017) y Spies et al. (2018), pudieran ser una barrera para la cooperación. Además, se identificó una convicción generalizada entre los actores: no se puede prohibir el uso del fuego tradicional en las actividades agropecuarias. Esta postura es, por un lado, respetuosa con los usos y las costumbres y, por otro lado, pragmática, al evitar conflictos como los que se han reportado en otras áreas del país y del mundo (Guevara-Hernández et al., 2017; Gutiérrez Navarro et al., 2017).

En cuanto a los enfoques territoriales y la cooperación de los actores en redes, se ha observado una configuración muy parecida a la encontrada por Evers (2020) en EE. UU., particularmente

en cuanto a los siguientes aspectos: la diversificación de las actividades de las direcciones de PC municipal en áreas donde no trabajan otros actores; la cooperación interinstitucional determinada por el enfoque territorial de cada organización; la tendencia de los actores a ampliar sus áreas de interés más allá de los límites administrativos oficialmente definidos; y la densa red existente entre los actores que trabajan a nivel regional y las escasas relaciones encontradas entre actores locales de diferentes lugares. En cuanto a este último punto, han de considerarse las limitaciones del presente estudio, debido a la pandemia de COVID-19. En este contexto, para algunas de las comunidades no fue posible conseguir una entrevista con ninguno de los representantes locales. No obstante, sí se pudo contactar con las comunidades de mayor relevancia (con la incidencia más alta de incendios forestales). Además, la observación de la escasa participación entre las comunidades también fue corroborada por los actores gubernamentales entrevistados.

Otro aspecto a tener presente, es la diferencia metodológica aplicada en este estudio en comparación con otros trabajos sobre la configuración territorial de los actores y sus redes. A diferencia de los trabajos de Evers (2020), Fischer y Jasny (2017), Hamilton et al. (2019) y Spies et al. (2018), la investigación no se basó únicamente en datos cuantitativos, sino también en entrevistas semi-estructuradas con su análisis correspondiente. Se usó este tipo de entrevistas por la poca disponibilidad de datos estadísticos y a la inviabilidad de realizar encuestas estandarizadas en línea. Los resultados presentados muestran la utilidad de este enfoque para un área de estudio de las dimensiones de la sierra de Los Tuxtlas. La ventaja de esta metodología es que documenta con mayor grado de detalle las razones de la configuración territorial de los actores, lo cual enriquece la interpretación de los datos. No obstante, también implica un esfuerzo considerable, lo que dificultaría su aplicación para espacios más amplios.

Los resultados de la presente investigación contribuyen a aumentar la literatura académica, al presentarse como un precedente de un estudio acerca de los actores sociales involucrados en la gestión del fuego en un área tropical. Al contrario de estudios anteriores, no sólo se enfoca en un único aspecto sino que trata de englobar todo el abanico de actividades de gestión. Además, se introduce la discusión reciente sobre la importancia de los enfoques territoriales de los actores en las dinámicas de cooperación. El trabajo puede servir de punto de partida para investigaciones sobre actores sociales en otros lugares, particularmente en las zonas tropicales. En este contexto, la metodología primordialmente cualitativa del trabajo de campo amplifica el alcance de este tipo de estudios.

Junto a estas contribuciones académicas del trabajo, también es posible hacer recomendaciones concretas que se derivan de los resultados obtenidos. En primer lugar, es preciso abogar en todos los niveles, tanto desde el gobierno como desde la sociedad civil, por un mayor presupuesto disponible para las actividades de gestión del fuego. Esto permitiría extender el alcance territorial y temporal de los actores involucrados. Así se podría evitar una mayor incidencia de incendios forestales, sobre todo en áreas con vegetación no adaptada al fuego. Asimismo, es importante trabajar por una mejor vigilancia de los incendios causados de manera intencional. Sin embargo, esto tiene que realizarse de una manera cuidadosa y en estrecha coordinación con las comunidades locales para evitar situaciones conflictivas, como se han documentado en otros espacios.

En segundo lugar, en cuanto al aspecto de las redes de actores, la estrecha cooperación que existe en el sur de la zona podría servir de modelo incluso para otras regiones. No obstante, sería conveniente extender esta cooperación a todos los actores de la región, especialmente para apoyar mejor a los actores en las áreas al norte. Igualmente, la dirección de PC municipal de San Andrés Tuxtla podría compartir sus experiencias en la formación de voluntarios con los demás actores. Un punto importante, además, es la estandarización de los registros de incendios forestales de las diferentes instituciones, para tener una idea más exacta del desarrollo del fenómeno en el tiempo y de los logros y puntos débiles de la gestión. También sería conveniente aclarar los objetivos de la gestión más allá del combate de incendios.

En conclusión, la presente investigación logró, en términos generales, aportaciones importantes al estudio de los actores involucrados en la gestión del fuego, y en particular para la sierra de Los Tuxtlas como ejemplo de zona tropical. Ciertamente, aún siguen abiertas muchas preguntas y hace falta profundizar en las complejas interrelaciones de los actores y en sus implicaciones territoriales. Lo cual podrá ser objeto de estudio en investigaciones futuras, tanto en Los Tuxtlas como en otras regiones con una incidencia significativa de incendios forestales. En el caso específico de Los Tuxtlas, es preciso seguir investigando el papel de los voluntarios locales, para encontrar maneras de integrarlos mejor en la dinámica territorial de la gestión del fuego. Esto se podría realizar retomando el concepto del capital social presentado por Górriz-Mifsud et al. (2019). Además, se hizo evidente que los actores que trabajan en la región carecen de conocimientos científicos que respalden sus actividades. Resalta el aspecto de la regeneración de las áreas quemadas y la ecología del fuego de los bosques de pino y encino en el sur de la sierra. Particularmente, los estudios de reconstrucción histórica de regímenes de incendios forestales serían de gran ayuda en este contexto (Carracedo Martín et al., 2017; Cerano-Paredes

et al., 2016, 2019, 2020). Se hace evidente pues la necesidad de una integración interdisciplinaria de los conocimientos físicos, sociales y territoriales acerca de la gestión del fuego.

**Agradecimientos:** Agradezco enormemente a todas las personas e instituciones que apoyaron con la facilitación de entrevistas, datos y contactos, particularmente a las siguientes: la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Dirección General de Operación Regional y Dirección de la Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas (sobre todo a Katya Andrade Escobar y Héctor Palacios Pérez); la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz (especialmente a Luis Castro Mendizabal) y las direcciones municipales de Protección Civil de la región (más que nada al anterior director de Protección Civil de Soteapan Mario Ramírez Cervantes). Asimismo, les doy las gracias a las/los revisoras/es por sus comentarios valiosos para elevar la calidad del artículo y a las personas que ayudaron a mejorar la redacción, Reyna Cristina Lavariega González, José Manuel Crespo Guerrero y Eduardo Ballesteros Sánchez.

**Declaración responsable:** El autor declara que no existe ningún conflicto de interés con relación a la publicación de este artículo.

## Bibliografía

Andela, N., Douglas, C. M., Giglio, L., Paugam, R., Chen, Y., Hantson, S., Van der Werf, G. R., & Randerson, J. T. (2019). The Global Fire Atlas of individual fire size, duration, speed and direction. *Earth System Science Data*, (11), 529-552. <https://doi.org/10.5194/essd-11-529-2019>

Araque Jiménez, E., Sánchez Martínez, J. D., Moya García, E., Pulido Mérida, R., & Garrido Almonacid, A. (2000). *Jaén en llamas. Presencia histórica de los incendios forestales en los montes provinciales*. Jaén: Instituto de Estudios Giennenses.

Arno, S. F., & Sneek, K. M. (1977). *A method for determining fire history in the coniferous forests of the Mountain West*. Ogden, EEUU: USDA Forest Service. Retrieved from [https://www.fs.fed.us/rm/pubs\\_int/int\\_gtr042.pdf](https://www.fs.fed.us/rm/pubs_int/int_gtr042.pdf)

Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. In *International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*. Retrieved from <https://gephi.org/>

Bodí, M. B., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., & Doerr, S. H. (2012). Efectos de los incendios forestales en la vegetación y el suelo de la cuenca mediterránea: revisión bibliográfica. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (58), 33-55. <https://doi.org/10.21138/bage.2058>

Bosomworth, K., Handmer, J., & Thornton, R. (2015). The role of social science in the governance and management of wildland fire. *International Journal of Wildland Fire*, 24, 151–152. <http://dx.doi.org/10.1071/WF15030>

Carracedo Martín, V., Cunill Artigas, R., García Codron, J. C., Pèlachs Mañosa, A., Pérez Obiol, R., & Soriano López, J. M. (2017). Fuentes para la geografía histórica de los incendios forestales. Algunas consideraciones metodológicas. *Cuadernos Geográficos*, 56(3), 66-89. Retrieved from <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/5299>

CENAPRED (2008). *Incendios Forestales*. Mexico City, Mexico: CENAPRED.

Cerano-Paredes, J., Iniguez, J. M., Villanueva-Díaz, J., Vázquez-Selem, L., Cervantes-Martínez, R., Esquivel-Arriaga, G., Franco-Ramos, O., & Rodríguez-Trejo, D. A. (2020). Effects of climate on historical fire regimes (1451–2013) in *Pinus hartwegii* forests of Cofre de Perote National Park, Veracruz, Mexico. *Dendrochronologia*, 65, 125784. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2020.125784>

- Cerano-Paredes, J., Villanueva-Díaz, J., Vázquez-Selem, L., Cervántes-Martínez, R., Esquivel-Arriaga, G., Guerra-de la Cruz, V., & Fulé, P. Z. (2016). Régimen histórico de incendios y su relación con el clima en un bosque de *Pinus hartwegii* al norte del estado de Puebla, México. *Bosque*, 37(2), 389-399. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002016000200017>
- Cerano-Paredes, J., Villanueva-Díaz, J., Vázquez-Selem, L., Cervántes-Martínez, R., Magaña-Rueda, V. O., Constante-García, V., Esquivel-Arriaga, G., & Valdez-Cepeda, R. D. (2019). Climatic influence on fire regime (1700 to 2008) in the Nazas watershed, Durango, Mexico. *Fire Ecology*, 15(9). <https://doi.org/10.1186/s42408-018-0020-x>
- CONAFOR (2019). *Estado que Guarda el Sector Forestal en México 2019*. Zapopan, Mexico: CONAFOR. <https://www.gob.mx/conafor/documentos/estado-que-guarda-el-sector-forestal-en-mexico-2019>
- CONANP (2006). *Programa de Conservación y Manejo: Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas*. Mexico City, Mexico: CONANP. Retrieved from [https://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/pdf/programas\\_manejo/tuxtla\\_final.pdf](https://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/tuxtla_final.pdf)
- CONANP. (2020). *Información Espacial*. Mexico City, Mexico: CONANP. Retrieved from [http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info\\_shape.htm](http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info_shape.htm)
- Dunn, K. (2010). Interviewing. In I. Haz (ed.), *Qualitative Research Methods in Human Geography, 3rd edition* (pp. 101-138). Ontario: Oxford University Press.
- Evers, C. R. (2020). *Tending the Fire: Wildfire Risk Management at the Interface* (Doctoral dissertation, Portland State University, USA). Portland State University: Dissertations and Thesis (Publication No. 5416) <https://doi.org/10.15760/etd.7289>
- FAO (2007). *Fire management – global assessment 2006*. Rome: FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a0969e/a0969e00.htm>
- Fischer, A. P., & Jasny, L. (2017). Capacity to adapt to environmental change: evidence from a network of organizations concerned with increasing wildfire risk. *Ecology and Society*, 22(1), 23. <https://doi.org/10.5751/ES-08867-220123>
- Galiana Martín, L. (2012). Las interfaces urbano-forestales: un nuevo territorio de riesgo en España. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (58). <https://doi.org/10.21138/bage.2065>
- Geissert, K. (2004). La Geomorfología. In S. Guevara, J. Laborde & G. Sánchez-Ríos (Eds.), *Los Tuxtlas: el paisaje de la Sierra* (pp. 159-178). Xalapa: Instituto de Ecología.

- Górriz-Mifsud, E., Burns, M., & Marini Govigli, V. (2019). Civil society engaged in wildfires: Mediterranean forest fire volunteer groupings. *Forest Policy and Economics*, 102, 119-129. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.03.007>
- Grandjean, M. (2015). *GEPHI – Introduction to network analysis and visualization*. Retrieved from <http://www.martingrandjean.ch/gephi-introduction/>
- Guevara-Hernández, F., Rodríguez-Larramendi, L. A., Delgado-Ruiz, F., Díaz-José, J., Pinto-Ruiz, R., Medina-Sansón, L., ... Hernández-García, V. (2017). Ruling Frameworks and Fire Use-Conflicts in Tropical Forests of Chiapas, Mexico: A Discourse Analysis. In J. Smyth (Ed.), *Forest Fire* (pp. 3-23). London: IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.72498>
- Guevara, S. (2010). *Los Tuxtlas: Tierra mítica*. Xalapa, Mexico: Comisión Organizadora del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para la Conmemoración del Bicentenario de la Independencia Nacional y del Centenario de la Revolución Mexicana and Secretaría de Educación-Gobierno del Estado de Veracruz.
- Guevara, S., Laborde, J., & Sánchez-Ríos, G. (Eds.) (2004). *Los Tuxtlas: el paisaje de la Sierra*. Xalapa, Mexico: Instituto de Ecología.
- Gutiérrez-García, G., & Ricker, M. (2011). Climate and climate change in the region of Los Tuxtlas (Veracruz, Mexico): A statistical analysis. *Atmósfera*, 24(4), pp. 347-373. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-62362011000400001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-62362011000400001)
- 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. <http://dx.doi.org/10.22198/rys.2017.70.a329>
- Hamilton, M., Fischer, A. P., & Ager, A. (2019). A social-ecological network approach for understanding wildfire risk governance. *Global Environmental Change*, 54, 113-123. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.11.007>
- Hirschberger, P. (2016). *Forests ablaze: Causes and effects of global forest fires*. Berlin, Germany: WWF Deutschland. Retrieved from <https://mobil.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publicationen-PDF/WWF-Study-Forests-Ablaze.pdf>
- Huang, R. (2016). *RQDA: R-based Qualitative Data Analysis (Version 0.2-8)* [Software]. Retrieved from <http://rqda.r-forge.r-project.org/>

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. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05843-180403>

INEGI (2013). *Principales resultados por localidad (ITER) del Censo de Población y Vivienda 2010*. Aguascalientes, Mexico: INEGI. Retrieved from <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/?ps=microdatos>

INEGI (2016). *Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, Serie VI (Capa Unión)*. Aguascalientes, Mexico: INEGI. Retrieved from <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>

INEGI (2019). *Marco Geoestadístico*. Aguascalientes, Mexico: INEGI. Retrieved from <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/>

Inkscape Project (n.d.). *Inkscape*. New York: Inkscape Project. Retrieved from <https://inkscape.org/>

IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland: IPCC. Retrieved from <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/>

IUFRO (2018). *Global Fire Challenges in a Warming World: Summary Note of a Global Expert Workshop on Fire and Climate Change*. Vienna, Austria: IUFRO. Retrieved from <https://www.iufro.org/uploads/media/op32.pdf>

Jacobs, D. B., & Cramer L. A. (2017). Applying information network analysis to fire-prone landscapes: implications for community resilience. *Ecology and Society*, 22(1), 52. <https://doi.org/10.5751/ES-09119-220152>

Jardel, E. J., Pérez-Salicrup, D., Alvarado, E., & Morfín-Rios, J. E. (2014). *Principios y criterios para el manejo del fuego en ecosistemas forestales: guía de campo*. Guadalajara, Mexico: CONAFOR. Retrieved from <http://www.conafor.gob.mx:8080/biblioteca/ver.aspx?articulo=727>

Jolly, W. M., Cochrane, M. A., Freeborn, P. H., Holden, Z. A., Brown, T. J., Williamson, G. J., & Bowman, D. M. J. S. (2015). Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013. *Nature Communications*, 6, 7537. <https://doi.org/10.1038/ncomms8537>

Langill, S. (2000). *Indigenous knowledge and wildfires in the Sierra de Santa Marta, Mexico* (Master's thesis). Ottawa: Carleton University.

Long, J. W., Safford, H. D., & Meyer, M. D. (2021). Key lessons and caveats. In M. D. Meyer, J. W. Long, & H. D. Safford (Eds.), *Postfire Restoration Framework for National Forests in California* (pp. 151-155). Albany, US: Forest Service, US Department of Agriculture. Retrieved from [https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw\\_gtr270/psw\\_gtr270.pdf#page=45](https://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr270/psw_gtr270.pdf#page=45)

Martínez Navarro, J. M. (2018). Resumen de Tesis Doctoral: Gestión territorial del riesgo antrópico de ignición forestal en Castilla-La Mancha. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (76), 571-576. Retrieved from <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/2586>

Martínez-Torrez, H. L., Cantú-Fernández, M., Ramírez, M. I., & Pérez-Salicrup D. R (2015). Fires and Fire Management in the Monarch Butterfly Biosphere Reserve. In K. S. Oberhauser, K. R. Nail & S. Alitzer (Eds.), *Monarchs in a Changing World: Biology and Conservation of an Iconic Butterfly* (pp. 179-189). Ithaca: Cornell University Press.

Martínez-Torres, H. L., Pérez-Salicrup, D. R., Castillo, A., & Ramírez, M. I. (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., & Pérez-Salicrup, D. R. (2018). El papel del campesinado ante la regulación de los incendios forestales en México: Consecuencias inesperadas. *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 16(31), 51-89. <https://doi.org/10.15359/prne.16-31.5>

McLennan, J., & Birch, A. (2005). A potential crisis in wildfire emergency response capability? Australia's volunteer firefighters. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, 6(2), 101-107. <https://doi.org/10.1016/j.hazards.2005.10.003>

Molinero Hernando, F., Cascos, C., García De Celis, A. J., & Baraja Rodríguez, E. (2008). Dinámica de los incendios forestales en Castilla y León. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (48). Retrieved from <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/713>

Montiel Molina, C., & Kraus, D. (Eds.) (2010). *Prescribed Burning and Suppression Fire Programmes in Selected Case-Study Regions in Europe*. Joensuu, Finland: European Forest Institute.

- Monzón Alvarado, C. (2019). El manejo del fuego en Calakmul, Campeche: incendios forestales, gobernanza y variabilidad local de la precipitación. *CIENCIA ergo-sum*, 25(3), e23. <https://doi.org/10.30878/ces.v25n3a1>
- Monzón-Alvarado, C. M., & Keys, E. (2017). Synergistic vulnerabilities: climate variability and fire management policy increase farming challenges in southeastern Mexico. *Regional Environmental Change*, 17, 489-500. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-1035-y>
- Nohrstedt, D., & Bodin, Ö. (2020). Collective Action Problem Characteristics and Partner Uncertainty as Drivers of Social Tie Formation in Collaborative Networks. *Policy Studies Journal*, 48(4). <https://doi.org/10.1111/psj.12309>
- Noy, C. (2008). Sampling Knowledge: The Hermeneutics of Snowball Sampling in Qualitative Research. *International Journal of Social Research Methodology*, 11(4), 327-344. <http://dx.doi.org/10.1080/13645570701401305>
- Organización Mundial de la Salud (2019). *Acción sanitaria en las crisis humanitarias: incendios forestales*. Retrieved from: [https://www.who.int/hac/techguidance/ems/vegetation\\_fires/es/](https://www.who.int/hac/techguidance/ems/vegetation_fires/es/)
- Owen, G., McLeod, J. D., Kolden, C. A., Ferguson, D. B. & Brown, T. J. (2012). Wildfire Management and Forecasting Fire Potential: The Roles of Climate Information and Social Networks in the Southwest United States. *Weather, climate, and society*, 4, 90-102. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-11-00038.1>
- Pérez-Salicrup, D. R., Ortíz, R., Garduño, E., Martínez-Torres, H. L., Ocegüera, K. A., Quintero, S., Castillo, F., Alvarado, E., & González, A. (2018). Coordinación institucional para la realización de quemas prescritas y quemas controladas en México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(49), 252-270. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i49.169>
- Pompa-García, M., Camarero, J. J., Rodríguez-Trejo, D. A., & Vega-Nieva, D. J. (2018). Drought and Spatiotemporal Variability of Forest Fires Across Mexico. *Chinese Geographical Science*, 28, 25-37. <https://doi.org/10.1007/s11769-017-0928-0>
- QGIS.org (2020). *QGIS Geographic Information System*. Delaware, USA: Open Source Geospatial Foundation Project. Retrieved from [www.qgis.org](http://www.qgis.org)
- RAN. (2019). *Catastro Rural*. Mexico City, Mexico: Registro Agrario Nacional. Retrieved from <https://datos.gob.mx/busca/organization/ran?page=2>

- Rego, F., Rigolot, E., Fernandes, P., Montiel, C., & Sande, J. (2010). *Hacia la gestión integrada del fuego*. Joensuu, Finland: European Forest Institute. Retrieved from: <https://gfmcc.online/wp-content/uploads/Fire-Paradox-Policy-Brief-Integrated-Fire-Management-SPA.pdf>
- Robichaud, P. R., Lewis, S. A., Brown, R. E., & Ashmun, L. E. (2009). Emergency Post-Fire Rehabilitation Treatment Effects on Burned Area Ecology and Long-Term Restoration. *Fire Ecology*, 5, 115-128. <https://doi.org/10.4996/fireecology.0501115>
- Rodríguez Trejo, D. A. (2014). *Ecología del fuego. Su Ecología, Manejo e Historia, Vol 1*. Mexico City, Mexico: Ed. Colegio de Postgraduados.
- Rodríguez Trejo, D. A. (2017). *Ecología del fuego. Su Ecología, Manejo e Historia, Vol 2*. Mexico City, Mexico: Ed. Colegio de Postgraduados.
- Rodríguez-Trejo, D. A., Pulido-Luna, J. A., Martínez-Muñoz, P., Martínez-Lara, P. J., & Monjarás-Vega, N. A. (2018). Análisis comparativo de quemas prescritas aplicadas a encinares tropicales. *Agrociencia*, 52(6), 784-801. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v52n6/2521-9766-agro-52-06-783.pdf>
- Rodríguez-Trejo, D. A., Tchikoué, H, Cíntora-González, C., Contreras-Aguado, R., & Rosa-Vázquez, A. (2011). Modelaje del peligro de incendio forestal en las zonas afectadas por el huracán Dean. *Agrociencia*, 45(5), 593-608. Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952011000500006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952011000500006)
- Romão Sequeira, C., Montiel-Molina, C., & Castro Rego, F. (2019). Historical fire records at the two ends of Iberian Central Mountain System: Estrela massif and Ayllón massif. *Investigaciones geográficas*, 72, 31-52. <https://doi.org/10.14198/INGEO2019.72.02>
- Sande Silva, J., Rego, F., Fernandes, P., & Rigolot, E. (Eds.) (2010). *Towards Integrated Fire Management: Outcomes of the European Project Fire Paradox*. Joensuu, Finland: European Forest Institute. Retrieved from <https://www.efi.int/publications-bank/towards-integrated-fire-management-outcomes-european-project-fire-paradox>
- Scheper, A. C., Verweij, P. A., & van Kuijk, M. (2021). Post-fire forest restoration in the humid tropics: A synthesis of available strategies and knowledge gaps for effective restoration. *Science of the Total Environment*, 771, 144647. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144647>
- Siemens, A. H. (2009). *Una manera de ver Los Tuxtlas: paisaje de mesoamérica*. Mexico City: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

- Spies, T. A., Scheller, R. M., & Bolte, J. P. (2018). Adaptation in fire-prone landscapes: interactions of policies, management, wildfire, and social networks in Oregon, USA. *Ecology and Society*, 23(2), 11. <https://doi.org/10.5751/ES-10079-230211>
- Tedim, F., Leone, V., & Xanthopoulos G. (2016). A wildfire risk management concept based on a social-ecological approach in the European Union: Fire Smart Territory. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 18, 138–153. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.06.005>
- Ter Wal, A. L. J., & Boschma, R. A. (2009). Applying social network analysis in economic geography: framing some key analytic issues. *The Annals of Regional Science*, 43(3), 739–756. <https://doi.org/10.1007/s00168-008-0258-3>
- Valderrama, L., Contreras-Reyes, J. E., & Carrasco, R. (2018). Ecological Impact of Forest Fires and Subsequent Restoration in Chile. *Resources*, 7(2), 26. <https://doi.org/10.3390/resources7020026>
- Vallejo, V. R., Arianoutsou, M., & Moreira, F. (2012). Fire Ecology and Post-Fire Restoration Approaches in Southern European Forest Types. In F. Moreira, M. Arianoutsou, P. Corona, & J. De las Heras (Eds.), *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests* (pp. 93–119). Dordrecht: Springer Science+Business Media.
- Von Thaden, J. J., Laborde, J., Guevara, S. & Venegas-Barrera, C. S. (2018). Forest cover change in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve and its future: The contribution of the 1998 protected natural area decree. *Land Use Policy*, 72, 443–450. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.040>
- Zúñiga-Vázquez, J. M., Cisneros-González, D., & Pompa-García, M. (2017). Drought regulates the burned forest areas in Mexico: the case of 2011, a record year. *Geocarto International*, 34(5), 560–573. <https://doi.org/10.1080/10106049.2017.1415986>