Forest fires in the Sierra de Catorce and local actions to combat them in the ejido La Presa, Villa de Guadalupe, San Luis Potosi

Gabriela Rodríguez Cárdenas¹
Germán Santacruz de León^{2*}

Abstract

The objectives are to identify and analyze the presence of forest fires in the period 2010-2017 in the Sierra de Catorce and the local actions carried out in the ejido La Presa during the occurrence of forest fires. Official documents, norms and laws that regulate their attention were reviewed. The occurrence of forest fires in the 2010-2017 historical series issued by CONAFOR was reviewed and compared with the density of hot spots. Local newspapers that reported the occurrence of fires in the study area were reviewed and fifteen unstructured interviews were applied to ejidatarios. It was found that 74% of the fires in the study area were generated by anthropogenic activities. It was concluded that, although the Potosi highlands do not appear as an area of special attention for fire prevention and combat, fires occur mostly during low water periods and that the ejidatarios are the main actors in local practices to combat forest fires.

Keywords: Ejidatarios, hot spots, altiplano potosino, public policy, fire fighting.

Incendios forestales en la Sierra de Catorce y acciones locales para su combate en el ejido La Presa, Villa de Guadalupe, San Luis Potosí

Resumen

Los objetivos son identificar y analizar la presencia de incendios forestales en el período 2010-2017 en la Sierra de Catorce y las acciones locales que se realizan en el ejido La Presa durante la ocurrencia de incendios forestales. Se consultaron documentos oficiales, normas y leyes que regulan su atención. Se examinó la ocurrencia de incendios forestales en la serie histórica 2010-2017 emitida por CONAFOR y se compara con la densidad de puntos de calor. Se revisaron periódicos locales que reportaron la ocurrencia de incendios en el área de estudio y se aplicaron quince entrevistas no estructuradas a ejidatarios. Se encontró que el 74 % de los incendios en la zona estudiada fueron generados por actividades antropogénicas. Se concluye que, si bien el altiplano potosino no figura como una zona de atención especial para la prevención y combate de incendios, estos se presentan mayormente en los períodos de estiaje siendo los ejidatarios los principales actores en las prácticas locales de combate a incendios forestales.

Palabras clave: Ejidatarios, puntos de calor, altiplano potosino, política pública, combate de incendios.

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ciencias Sociales y Humanidades, Licenciatura en Geografía, Álvaro Obregón 64, Centro, C. P. 78300 San Luis, S.L.P. México

²El Colegio de San Luis, A.C., Programa "Agua y Sociedad", Parque Macul 155, Colinas del Parque, 78294 San Luis, S.L.P. México.

*Corresponding author: german.santacruz@colsan.edu.mx

Introduction

Forest fires (FF) are phenomena that have occurred throughout the history of the earth and mankind, favoring ecological processes and environmental regeneration. Their domestication constituted a great impulse for the evolution of societies (Barrios-Calderón & Escobar-Flores, 2020; Cerdá, 1993; Pausas, 2012). However, human activities have caused a strong imbalance in this process, which has caused severe impacts on ecological and social systems; an uncontrolled fire can represent a strong threat to biodiversity, generate air pollution, loss of soil, material goods and human lives (Barrios-Calderón et al., 2020; Pausas, 2012).

A forest fire is the uncontrolled spread of a fire over a mass of vegetation (LGDFS, 2020; Pausas, 2012). For this to occur, three main elements are needed: wind, oxygen and fuel, which make up what is known as the "Fire Triangle". Once a fire starts, its spread depends on topography (relief), atmospheric conditions (meteorological elements) and fuel (vegetation) (Villers, 2006; CONAFOR, 2010; CENAPRED, 2014). However, this phenomenon is influenced by geographical, socioeconomic, political and cultural variables that condition it, so its behavior varies significantly in the various regions and ecosystems of the country in which it may occur (Cerdá, 1993; Muñoz, Treviño, Verástegui, Jiménez, & Aguirre, 2005; Vilchis, Díaz, Gómez, Becerril, & Mastachi, 2018).

FFs develop uncontrolled in open spaces and spread in an uncontrolled and much less programmed manner, which makes them dangerous (Arnaldos, Pastor, Planas, Zarate, Navalón, 2004). Their development and occurrence is associated with environmental and transitory aspects. The former are divided into: a) Permanent: which are stable over long periods of time (altitude, slope, slope orientation) and b) Biotic (climate and vegetation), which condition the type of vegetation and combustible material. Transients are factors that behave with greater randomness and are difficult to predict, for example, atmospheric weather, which modulates relative humidity and affects the direct spread of fire (wind, temperature, humidity), but they are also social factors, such as activities that can cause a forest fire.

The increase in the occurrence of FF is analyzed today as an effect of climate change, especially in its

Introducción

Los incendios forestales (IF) son fenómenos que se han presentado a lo largo de la historia de la tierra y la humanidad, favorecen procesos ecológicos y de regeneración del ambiente. Su domesticación constituyó un gran impulso para la evolución de las sociedades (Barrios-Calderón & Escobar-Flores, 2020; Cerdá, 1993; Pausas, 2012). Sin embargo, las actividades humanas han provocado un fuerte desequilibrio en este proceso, lo que ha causado severos impactos en los sistemas ecológicos y sociales, un incendio descontrolado puede representar una fuerte amenaza para la biodiversidad, generar contaminación del aire, pérdida del suelo, de bienes materiales y de vidas humanas (Barrios-Calderón et al., 2020; Pausas, 2012).

Se conoce como incendio forestal a la propagación descontrolada de un incendio sobre la masa de vegetación (LGDFS, 2020; Pausas, 2012). Para que esto ocurra se necesitan tres elementos principales: viento, oxígeno y combustible, los cuales componen lo que se conoce como el "Triángulo de Fuego". Una vez iniciado el fuego, su propagación depende de la Topografía (relieve), condiciones atmosféricas, (elementos meteorológicos) y el combustible (vegetación) (Villers, 2006; CONAFOR, 2010; CENAPRED, 2014). No obstante, este fenómeno está influenciado por variables geográficas, socioeconómicas, políticas y culturales que lo condicionan, por lo que su comportamiento varía de manera importante en las diversas regiones y ecosistemas del país en lo que pueden llegar a presentarse (Cerdá, 1993; Muñoz, Treviño, Verástegui, Jiménez, & Aguirre, 2005; Vilchis, Díaz, Gómez, Becerril, & Mastachi, 2018).

Los IF se desarrollan sin control en espacios abiertos y se propagan de forma no controlada y mucho menos programada, lo que los hace peligrosos (Arnaldos, Pastor, Planas, Zarate, Navalón, 2004). Su desarrollo y ocurrencia está asociado a aspectos ambientales y transitorios. Los primeros se dividen en: a) Permanentes: los cuales son estables en periodos prolongados de tiempo (altitud, pendiente, orientación de ladera) y b) Bióticos (clima y vegetación), que condicionan el tipo de vegetación y el material combustible. Los transitorios son factores que se comportan con mayor aleatoriedad y son difíciles de predecir, por ejemplo, el tiempo atmosférico, que modula la humedad relativa e incide en la propagación direc-

relationship with the El Niño Southern Oscillation (El niño Oscilación del Sur ENSO) phenomena, since this directly affects the precipitation regime, causing drought in various regions of the country (Espinoza & Gómez, 2019; Vega-Nieva et al. 2019). On the other hand, experts mention that there has been an evolution or mutation of forest fires in generations; today there is talk of a sixth generation that involves more devastating and dangerous fires (Rinaudo, 2020).

Most studies on FF focus on creating indexes that delimit risk zones, identify physical factors that determine the phenomenon, or spatial analysis of factors that influence the occurrence (Bravo, Carbajal, Gallardo, Morales, & Cruz, 2020; León, 2014; Muñoz et al. 2005; Muñoz & Santana 2018; Ressler & Cruz, 2012; Vilchis, Díaz, Gómez, Becerril, & Mastachi, 2012, 2018), few address their presence and incidence associated with sociocultural activities and procedures (Flores-Garnica, Reyes-Alvarado, & Reyes-Cárdenas, 2021; Martínez & Pérez, 2018) in areas of occurrence that are categorized as low risk, but where they do come to occur.

Considering the above, the objectives of this work are to identify and analyze the presence of FF in the period 2010-2017 in the Sierra de Catorce and the local actions carried out in the ejido La Presa during and after the occurrence of.

For this purpose, official documents (databases, reports, briefs, triptychs, guides, etc.), norms and laws that regulate the attention to this phenomenon, monitoring programs and the inputs derived from them were reviewed. The occurrence of FFs in the 2010-2017 historical series issued by the National Forestry Commission (Comisión Nacional Forestal CONAFOR) and the density of hot spots were consulted to verify the coincidence in location and/or distribution with the forest fires registered by that institution. Local newspapers that reported the occurrence of fires in the study area were reviewed to see if they coincide with those reported by CONAFOR, also with the so-called hot spots (Bravo et al. 2020; Flores-Garnica, et al., 2021; Morales, Frausto, Chavoya, Rendón, & Camba, 2019). In the months of February and March 2019, fifteen unstructured interviews were conducted in the ejido La Presa, considering that, although no conflagrations have occurred in that ejido, despite the fire focus being outside its boundaries, they have been active actors in the combat work, thus, they were as-

ta del fuego (viento, temperatura, humedad), pero también son factores sociales, como actividades que pueden provocar un incendio forestal.

El incremento en la ocurrencia de IF se analiza hoy como un efecto del cambio climático, en especial en su relación con los fenómenos de El niño Oscilación del Sur (ENOS), toda vez que este afecta directamente en el régimen de precipitación, provocando sequía en diversas regiones del país (Espinoza & Gómez, 2019; Vega-Nieva et al. 2019). Por otra parte, los expertos mencionan que se ha presentado una evolución o *mutación* de los incendios forestales en generaciones, hoy se habla de una sexta generación que implica incendios más devastadores y peligrosos (Rinaudo, 2020).

La mayoría de los estudios sobre IF se centran en crear índices que delimiten zonas de riesgo, identifican factores físicos que determinen el fenómeno, o el análisis espacial de los factores que influyen en la ocurrencia (Bravo, Carbajal, Gallardo, Morales, & Cruz, 2020; León, 2014; Muñoz et al. 2005; Muñoz & Santana 2018; Ressler & Cruz, 2012; Vilchis, Díaz, Gómez, Becerril, & Mastachi, 2012, 2018), pocos abordan su presencia e incidencia asociada con actividades y procederes socioculturales (Flores-Garnica, Reyes-Alvarado, & Reyes-Cárdenas, 2021; Martínez & Pérez, 2018) en áreas de ocurrencia que son catalogadas con bajo riesgo, pero donde sí llegan a presentarse.

Considerando lo anterior, los objetivos de este trabajo son identificar y analizar la presencia de IF en el período 2010-2017 en la Sierra de Catorce y las acciones locales que se realizan en el ejido La Presa durante y después de la ocurrencia de estos.

Para tal fin se revisaron documentos oficiales (bases de datos, reportes, informes, trípticos, guías, etc.), normas y leyes que regulan la atención hacia este fenómeno, los programas de monitoreo y los insumos que de estos derivan. Se consultó la ocurrencia de IF en la serie histórica 2010-2017 emitida por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y la densidad de puntos de calor para verificar la coincidencia en ubicación y/o distribución con los incendios forestales registrados por esa institución. Se revisaron periódicos locales que reportaron la ocurrencia de incendios en el área de estudio, para ver si coinciden con los reportados por CONAFOR, también con los llamados puntos de calor (Bravo et al. 2020; Flores-Garnica, et

ked about their role in the combat actions and their appreciation of the governmental actions to combat the fires occurred in the study area.

Forest fires in Mexico, institutional practices and policies

Most fires are triggered by anthropogenic activities (Cruz-Espíndola, Rodríguez, Villanueva, & Santillán, 2017). According to CONAFOR, in Mexico nine out of ten fires are originated from human activities, mainly those caused by poor fire management in agricultural activities and especially related to the use of slash-and-burn techniques. In Mexico they can occur in any season of the year; in the central, northern, southern and southeastern zones they occur during the January-June period, while in the northwestern region the presence of fire occurs in two periods: January-June and May-September. This depends on the regional behavior of the driest months in the country, because during the dry season there are longer periods of heat, high temperatures, lower relative humidity and the presence of strong winds (CONAFOR, 2010, 2013; Del Ángel, 2012; CENAPRED, 2014).

In recent decades the occurrence of FF in Mexico has increased both in number and magnitude, the most severe seasons were recorded in 1988, 1998, 2011, 2013, 2017 and 2019, the affected area was 518 265 ha, 849 632 ha, 965 459 ha; 413 837 ha, 726 361.2 ha and 633 000 ha, respectively. These years, with the exception of 2013 and 2019, exceeded the average of 8 thousand fires per year identified by CONAFOR (Enciso, 2020).

Although forest policy in Mexico dates back to the viceroyalty, it was not until 1972 that the first fire protection program was created and the forest fire-fighting program was transferred to the National Forestry Commission created in 2001 (Del Ángel, 2012). The current forest fire protection program was developed in a central document called "Programa Estratégico Forestal 2025" (Strategic Forestry Program 2025), which was the document that gave CONAFOR the impetus to consolidate itself¹. This is developed under a broad strategy called "Fire Management" and is based on three guiding principles: prevention, control and combat (Del Ángel, 2012)².

In terms of prevention, there are three types of prevention:

al., 2021; Morales, Frausto, Chavoya, Rendón, & Camba, 2019). En los meses de febrero y marzo de 2019 se realizaron quince entrevistas no estructuradas en el ejido La Presa, considerando que, si bien no se han presentado conflagraciones en ese ejido, sí, a pesar de que el foco del incendio esté fuera de sus límites, han sido actores activos en las labores de combate, así, se les preguntó sobre su papel en las acciones de combate y su apreciación de las acciones gubernamentales de combate a los incendios ocurridos en la zona de estudio.

Los incendios forestales en México, prácticas y políticas institucionales

La mayoría de los incendios son desencadenados por actividades antropogénicas (Cruz-Espíndola, Rodríguez, Villanueva, & Santillán, 2017). De acuerdo con CONAFOR, en México nueve de cada diez incendios se originan por actividades humanas, principalmente aquellos causados por el mal manejo del fuego en actividades agrícolas y que se relacionan especialmente con el empleo de la técnica roza-tumba-quema. En México se pueden presentar en cualquier temporada del año; en las zonas centro, norte, sur y sureste estos se presentan durante el periodo enero-junio, mientras que en la región noroeste la presencia del fuego se da en dos periodos: enero-junio y mayo-septiembre. Lo anterior depende del comportamiento regional de los meses más secos en el país, esto porque durante la temporada de estiaje se prolongan los periodos de calor, temperaturas elevadas, menor humedad relativa y presencia de fuertes vientos (CONAFOR, 2010, 2013; Del Ángel, 2012; CENAPRED, 2014).

En las últimas décadas la ocurrencia de IF en México ha aumentado tanto en número como en magnitud, las temporadas más severas se registraron en 1988, 1998, 2011, 2013, 2017 y 2019, el área afectada fue de 518 265 ha, 849 632 ha, 965 459 ha; 413 837 ha, 726 361.2 ha y 633 000 ha, respectivamente. Estos años, con excepción del 2013 y el 2019, superaron el promedio de 8 mil incendios por año que identifica CONAFOR (Enciso, 2020).

Aunque la política forestal en México tiene sus antecedentes desde la época del virreinato, es hasta 1972 que se crea el primer programa de protección contra incendios y el programa de combate contra

1. *Cultural prevention*, which is based on creating forest awareness and providing information on FFs, how they occur and what to do in the event of witnessing a forest fire, is supported by reports, manuals, guides, talks, training courses and information days. It is aimed especially at rural communities and companies that are related to economic activities related to the management of forest resources and the use of fire, i.e. forest owners (CONAFOR, 2010, 2013; Del Ángel, 2012; CENAPRED, 2014).
2. *Physical prevention*, based mainly on the creation of firebreaks, i.e. the elimination and control of combustible material left by agricultural practices and other forestry activities, which allows cutting the horizontal continuity, preventing the spread of fire.
3. *Legal prevention* (legal aspects), which includes laws and sanctions for those who cause fires through negligence and considers regulations for legal fire management in agricultural, forestry and cultural activities (CONAFOR, 2010, 2013; Del Ángel, 2012; CENAPRED, 2014). Forest fire regulations are enshrined in the General Law for Sustainable Development (*Ley General de Desarrollo Sustentable*), which became official in 2003 and whose follow-up is the responsibility of SERMARNAT and CONAFOR.

Detection activities consist of locating, gathering and providing detailed information about the fire and the physical conditions of the area, and then proceeding to combat it. Personnel from the Secretariat of Environment and Natural Resources (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT) are in charge of detection, as well as forest rangers and Navy personnel. Detection can be terrestrial, by means of detection towers or mobile units that are located in territories with high socioeconomic value or high risk of occurrence (CENAPRED, 2014). Aerial detection is carried out through expeditions that are programmed in a limited manner to places of high occurrence and that have presented recent fires.

In 1999, the National Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity (CONABIO) and the National Meteorological Service (SMN) implemented a system for the detection of hot spots using day and night images from the AVHRR (Ad-

incendios forestales fue transferido a la Comisión Nacional Forestal creada en 2001 (Del Ángel, 2012).

El programa actual de Protección contra Incendios forestales se desarrolló en un documento central denominado "Programa Estratégico Forestal 2025" que fue el documento que dio impulso a la CONAFOR para consolidarse¹. Este se desarrolla bajo una estrategia amplia denominada "Manejo del Fuego" y que se basa en tres ejes rectores: prevención, control y combate (Del Ángel, 2012)².

En materia de prevención se habla de tres tipos de prevención:

1. *Prevención cultural*, que se basa en crear conciencia forestal y proporcionar información sobre los IF, cómo ocurren y qué hacer en caso de presenciar un incendio forestal, se apoya en informes, manuales, guías, pláticas, cursos de capacitación y jornadas informativas. Va dirigida especialmente a comunidades campesinas y empresas que se relacionan con actividades económicas relacionadas con el manejo de recursos forestales y el uso del fuego, es decir propietarios forestales (CONAFOR, 2010, 2013; Del Ángel, 2012; CENAPRED, 2014).
2. *Prevención física*, se basa principalmente en realizar brechas cortafuego, es decir la eliminación y control de material combustible que pueden dejar prácticas agrícolas y otras actividades forestales, lo que permite cortar la continuidad horizontal, evitando la propagación del incendio.
3. *Prevención legal* (aspectos jurídicos) que abarca leyes y señalan las sanciones para quienes provoquen incendios por negligencia y considera las regulaciones para manejo legal del fuego en actividades agrícolas, forestales y culturales (CONAFOR, 2010, 2013; Del Ángel, 2012; CENAPRED, 2014). Las regulaciones en materia de incendios forestales están consagradas en la *Ley General de Desarrollo Sustentable* la cual fue oficial a partir del 2003 y cuyo seguimiento es responsabilidad de la SERMARNAT y la CONAFOR.

Las actividades de detección consisten en localizar, recopilar y proveer información detallada sobre el incendio y las condiciones físicas de la zona, para después, proceder al combate. El personal de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

vanced Very High Resolution Radiometer) sensor on board NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) series satellites, which are received free of charge and in real time at CONABIO's satellite receiving station. Starting in 2001, hot spot detection from Modis (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) sensors aboard NASA's Aqua and Terra satellites was incorporated (Bravo et al. 2020; Ressler & Cruz, 2012; Vega-Nieva et al. 2019). SEMARNAT employs a Fire Danger Index (IMP) proposed by the Canadian Natural Resources Canadian Fire Danger Assessment System (CFFDRS), which is part of the Spatial Fire Management System (SEMI). This index is evaluated by 5 sub-indices that, in turn, evaluate the variables that may affect the occurrence of a forest fire such as meteorological characteristics, fuel moisture to identify areas with a high probability of fire. However, there are no available resources or current data on this project.

Fire danger risk maps have also been developed based on the calculation of the dryness index, meteorological index, fire risk, expected number of fires per zone. These are evaluated daily by CONABIO and the SMN.

With the above information, the fire is fought, which depends to a large extent on local and municipal organization. Firefighting actions can be direct or indirect, depending on characteristics such as point of origin, cause of the fire, extension, evolution, endangered assets, weather conditions, fire behavior, time of day (due to sun exposure and wind behavior), fuel characteristics, topography, speed of spread and personnel safety. Thus, in small and superficial fires where smoke is not very invasive, direct firefighting which consists of cooling the fuel with water, chemical products or earth and making firebreaks is used (CONAFOR, 2010, 2013; CENAPRED, 2014).

When the fire is of greater magnitude or the orographic conditions are adverse, it is fought indirectly by making gaps at a distance to proceed to the burning of the intermediate fuel so that the fire is extinguished (when one fire meets another, both are extinguished, this is called "backfire"). If the fire has become too dangerous, the secondary fire is started by air or with motorized pumps (CONAFOR, 2010, 2013; CENAPRED, 2014).

Finally, the fire is extinguished by cutting the burning vegetation and covering it with soil; in areas

(SEMARNAT) se encarga de la detección, también participan los guardabosques, así como el personal de la Marina. La detección puede ser terrestre, por medio de torres de detección o unidades móviles que se ubican en territorios con alto valor socioeconómico o con alto riesgo de ocurrencia (CENAPRED, 2014). La detección aérea se realiza mediante expediciones que son programadas de manera limitada a lugares de alta ocurrencia y que han presentado incendios recientes.

En 1999, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) implementaron un sistema para la detección de puntos de calor utilizando imágenes diurnas y nocturnas del sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) a bordo de los satélites de la serie NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), que se reciben gratuitamente y en tiempo real en la estación de recepción satelital de CONABIO. A partir del 2001 se incorporó la detección de puntos de calor de los sensores Modis (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), a bordo de los satélites Aqua y Terra de la NASA (Bravo et al. 2020; Ressler & Cruz, 2012; Vega-Nieva et al. 2019). La SEMARNAT emplea un Índice de Peligro de Incendios (IMP) propuesto por el Sistema Canadiense de Evaluación de Peligro de Incendios Canadiense de Natural Resources (CFFDRS), el cual forma parte del Sistema Espacial de Manejo de Incendios (SEMI). Este índice se evalúa por 5 subíndices que, a su vez, evalúan las variables que pueden incidir en la ocurrencia de un Incendio Forestal como las características meteorológicas, humedad del combustible para identificar zonas con alta probabilidad de incendio. Sin embargo, no hay recursos disponibles, ni datos actuales sobre este proyecto.

También se han desarrollado mapas de riesgo de peligro de incendios que se basan en el cálculo del índice de sequedad, índice meteorológico, riesgo de incendios, número de incendios esperado por zonas. Estos son evaluados a diario por la CONABIO y el SMN.

Con la información anterior se procede al combate del incendio, lo que depende en buena medida de la organización local y municipal. Las acciones para combatirlo pueden ser directas e indirectas, las cuales están en función de características como punto

with steep slopes, burned logs are placed in the direction of the slope to prevent the fire from advancing. Another method is to suffocate with water via air, but it depends on the availability of water and the mobile (specifically helicopters) (CONAFOR, 2010, 2013; CENAPRED, 2014).

Changes in federal administration have constantly affected the work programs of the institutions in charge of this area. FF prevention and combat practices are used differently in each municipality, depending on their local organization. For example, there are areas where there is no field monitoring, unless it is a high-risk area reported by satellite monitoring or by a report from the population. It is necessary to have terrestrial or local field monitoring in view of the changing manifestations of this phenomenon, since satellite monitoring only provides an approximation of how and where the phenomenon occurs, which is not completely accurate due to technical difficulties, since the hot spots are not always fires.

Despite fire prevention actions, fires occur in different areas of the country, and Potosí is not an exception.

Forest fires in San Luis Potosí

The state of San Luis Potosí is characterized by having a low incidence of forest fires at the national level; however, it is one of the states with the highest impacts on shrublands (León, 2014). According to the 2010-2017 historical series issued by CONAFOR, 417 fires occurred in that period; 163 fires occurred in the Huasteca potosina, 146 in the Central zone, 113 in the Middle zone and 55 in the Altiplano (Figures 1 and 2).

Institutional policies for fire management are established by SEMARNAT, CONAFOR, and Civil Protection. At the state and municipal levels, they are based on the General Law for Integral and Institutional Management of Forest Fires in the State of San Luis Potosí, which specifies the municipalities with the highest risk of FFs based on their climate, orography, and occurrence. The central region includes Santa María del Río, Mexquitic de Carmona and Villa de Reyes. The middle region includes Alaquines, Ciudad del Maíz, San Cirilo de Acosta, Lagunillas and Santa Catarina. In the Huasteca, the municipalities of Aquismón, Cd. Valles, Ébano, El Naranjo, Tancanhuitz, Tamazunchale, Tamasopo, Tamuin and

de origen, causa del incendio, extensión, evolución, bienes en peligro, condiciones meteorológicas, comportamiento del fuego, hora del día (por la exposición al sol y comportamiento del viento), características del combustible, topografía, la velocidad de propagación y seguridad del personal. De manera que en fuegos pequeños y superficiales en los que el humo no es muy invasivo, se procede al combate directo que consiste en enfriar el combustible con agua, productos químicos o tierra y hacer brechas cortafuego (CONAFOR, 2010, 2013; CENAPRED, 2014).

Cuando el incendio es de mayor magnitud o las condiciones orográficas son adversas, se combate de manera indirecta realizando brechas a distancia para proceder a la quema del combustible intermedio haciendo que el fuego se extinga (cuando un incendio se encuentra con otro, ambos se sofocan, a esto se le llama "contrafuego"). Si el fuego se ha tornado demasiado peligroso, se inicia el fuego secundario vía aérea o con motobombas (CONAFOR, 2010, 2013; CENAPRED, 2014).

Finalmente se procede a la extinción del incendio, que consiste en cortar la vegetación encendida y se cubre con tierra, en áreas de pendiente pronunciada se colocan troncos quemados con dirección a la pendiente lo que evita el avance del fuego. Otro método es sofocando con agua vía aérea, pero depende de la disponibilidad de agua y del móvil (helicópteros específicamente) (CONAFOR, 2010, 2013; CENAPRED, 2014).

Los cambios de administración federal han afectado constantemente los programas de trabajo de las instituciones encargadas del ramo. Las prácticas de prevención y combate a IF son empleadas de manera distinta en cada municipio, dependiendo a su organización local. Por ejemplo, hay zonas donde no hay monitoreo en campo, a menos que se trate de una zona de alto riesgo reportada por el monitoreo satelital o por reporte de la población. Tener un monitoreo terrestre o de campo local es necesario ante las cambiantes manifestaciones de este fenómeno, ya que el monitoreo satelital solo proporciona una aproximación de cómo y dónde sucede el fenómeno, que no es completamente certera, debido a las dificultades técnicas, pues los puntos de calor no son siempre incendios.

A pesar de las acciones de prevención de incendios, estos, como se ha señalado, se presentan en

Figure 1. Forest Fires by administrative region in San Luis Potosí. Period 2010-2017

Figura 1. Incendios Forestales por región administrativa en San Luis Potosí. Periodo 2010-2017

Source: Own elaboration based on the annual historical series 2010-2017 (CONAFOR).

(Forest Fires, Administrative Region. Middle zone, Central zone)

Fuente: Elaboración propia con base en la serie histórica anual 2010-2017 (CONAFOR).

Figure 2. Forest Fires in the period 2010-2017. San Luis Potosí.

Figura 2. Incendios Forestales en el periodo 2010-2017. San Luis Potosí.

(Forest fires. Symbology Forest fires, Middle region, Central region)

Elaborated by Geo. Gabriela Alejandra Rodríguez Cardenas

Source: historical series of Forest fires 2010 2017 (CONAFOR)

Geostatistical National Framework.2018)

Xilitla. The Altiplano zone is not included as a focus zone in this Law.

It is important to point out that, although fires caused by anthropogenic activities are reported, those caused by political and economic interests of social actors seeking to change land use and the context of inequality in which these scenarios occur are not categorized. On the other hand, fires have been underestimated for their ecological and cultural function, which has led to authoritarian policies that prohibit their use to eliminate combustible material, which has generated accumulation, especially in abandoned areas and is associated with the abandonment of the countryside. Thus, the regulation of the use of fire, especially in agriculture, must consider the local environment and social, environmental and political factors, as well as the local actors and their perception of it.

Presence of forest fires in the Sierra de Catorce and its surroundings in the period 2010-2019.

The Sierra de Catorce is an orographic unit located in the Altiplano potosino, rich in forest resources (mainly scrub), as well as its adjacent plains and foothills. It is bordered to the west by the municipality of Matehuala, to the north by Villa de la Paz and Cedral, to the northeast by Catorce and to the southeast by Charcas. It is characterized by arid and semi-arid climates with temperatures that during the winter drop to 9 °C and during the summer rise to 40 °C. It presents short rains in summer with an average annual rainfall of 300 to 400 mm, evaporation exceeds precipitation except in the highlands (Flores, Mielles, Flores, & Chapa, 2018).

According to the analysis of susceptibility to forest fires, the Altiplano region has a medium to low degree of susceptibility in the municipalities of Catorce, Matehuala, Villa de Reyes and Villa de Guadalupe, among others (Mojarás, 2018). It is one of the most affected areas by burned surface, mainly in Villa de Guadalupe which, in 1998, was the second municipality with the second largest burned area at the state level and in 2011 it was listed as the first (CONAFOR, 2013).

In the 2010-2013 season, the highest number of fires was observed in the Sierra de Catorce (Figure 3). In Villa de Guadalupe, two fires were identified in 2010,

diferentes zonas del país, de modo que el territorio potosino no es excepción.

Incendios forestales en San Luis Potosí

El estado de San Luis Potosí se caracteriza por tener baja incidencia en incendios forestales a nivel nacional, sin embargo, es uno de los que más impactos tiene en matorrales (León, 2014). De acuerdo con la serie histórica del 2010-2017 emitida por CONAFOR, en ese periodo ocurrieron 417 incendios; en la Huasteca potosina se presentaron 163 incendios, en la zona Centro 146, en la zona media 113 y 55 en el Altiplano (Figuras 1 y 2).

Las políticas institucionales para la atención de los incendios son establecidas por la SEMARNAT, la CONAFOR y Protección Civil. En el ámbito estatal y municipal se basan en la *Ley General del manejo integral e institucional de los incendios forestales en el estado de San Luis Potosí*, en la cual se especifican los municipios con mayor riesgo de IF conforme a sus características climáticas, orografía y ocurrencia. En la región centro se incluyen a Santa María del Río, Mexquitic de Carmona y Villa de Reyes. En la región media se encuentra Alaquines, Ciudad del Maíz, San Cirilo de Acosta, Lagunillas y Santa Catarina. En la Huasteca, los municipios de Aquismón, Cd. Valles, Ébano, El Naranjo, Tancanhuitz, Tamazunchale, Tamasopo, Tamuín y Xilitla. *La zona Altiplano no figura como una zona de atención en esa Ley.*

Es relevante señalar que, si bien, los incendios provocados por las actividades antropogénicas son señalados, no se tiene categorizados aquellos que son provocados por intereses políticos y económicos de actores sociales que buscan el cambio de uso de suelo y el contexto de desigualdad en los que se presentan estos escenarios. Por otro lado, los incendios han sido desestimados por su función ecológica y cultural, lo que ha derivado en políticas autoritarias que prohíben su empleo para eliminar material combustible, lo que ha generado la acumulación, sobre todo en áreas abandonadas y que se asocia al abandono del campo. De manera que la regulación del uso del fuego, sobre todo en la agricultura, debe de considerar el entorno local y los factores sociales, ambientales y políticos, así como los actores locales y su percepción sobre el mismo.

Figure 3. Sierra de Catorce and ejido "La Presa". Forest fires from 2010 to 2017.
Figura 3. Sierra de Catorce y ejido "La Presa". Incendios forestales del 2010 al 2017.

Source: Own elaboration.

Fuente: Elaboración Propia

the first occurred from May 6 to 7 and lasted one day, and was reportedly caused by "smokers", the second occurred on March 10 and was caused by "campfires". In 2011 there were four forest fires, the first from April 18 to 19, the second from May 8 to 9, the third from May 9 to 15, the fourth was on December 15, these fires were caused by "smokers". In 2012 there was a fire from May 8 to 12 whose origin is associated with "natural" causes. In 2013 two fires were reported, the first one occurred from April 15 to 18 and was caused by human activities (bonfires), the second one occurred from April 28 to May 1 and was associated with "natural" causes.

In Matehuala, there was a forest fire from December 18 to 20, 2010 that was associated with the use of campfires. In 2011 there were four forest fires, the first from April 1 to 2 due to a campfire, the second from May 15 to 17 and its cause is identified in agricultural activities, on those same days, in another area, there was another fire caused by the use of campfires, the fourth lasted from May 18 to 29 and was caused by agricultural activities. In 2012, two fires were detected.

Presencia de Incendios forestales en la Sierra de Catorce y sus inmediaciones en el período 2010-2019

La Sierra de Catorce es una unidad orográfica enclavada en el Altiplano potosino, rica en recursos forestales (principalmente de matorral), al igual que sus planicies y pies de monte adyacentes. Colinda al oeste con el municipio de Matehuala, al norte con Villa de la Paz y Cedral, al Noreste con Catorce y al sureste con Charcas. Se caracteriza por tener climas áridos y semiáridos con temperaturas que durante el invierno descienden hasta los 9 °C y durante el verano ascienden hasta los 40 °C. Presenta lluvias cortas en verano con un promedio de precipitación anual de 300 a 400 mm, la evaporación excede a la precipitación excepto en las partes altas de la sierra (Flores, Mielles, Flores, & Chapa, 2018).

De acuerdo con el análisis de susceptibilidad a incendios forestales, la región Altiplano presenta un grado de susceptibilidad de media a baja en los

ted, the first on January 22 and the second from July 14 to 15, both caused by the use of bonfires.

In the municipality of Catorce two fires occurred in 2011, the first from January 27 to 29, the other occurred on December 11, both associated with the use of bonfires. Subsequently, there was a fire on April 28th, the cause of which is said to be an electrical storm.

Of the 19 fires reported in the period 2010-2013 in the Altiplano Potosino (Table 1), 74 % were generated by anthropogenic activities, especially those related to tourism activities (campfires and negligence of a lit cigarette in the middle of the vegetation). Two of the fires reported in 2013 were related to natural phenomena, specifically electrical storms.

On the other hand, the rosetophytic desert scrubland, microphyll and chaparral are the surfaces mostly affected by the occurrence of fires, which represent the dominant vegetation of the region. Scrub is a type of vegetation that does not generate much combustible material (Rodríguez, 2012). CONABIO (1998) classifies it as having low susceptibility and a high degree of recovery, but the occurrence of FF is important because in the areas where this type of vegetation is found, the pink-slash-and-burn method is used, so these areas should be a focus of attention in terms of prevention.

Of the 19 fires that occurred in the study area, four occurred in April and eight in May, which are considered to be the dry season. However, others occur in January and December, which may be associated with tourist activities during the holiday season.

For comparative purposes, hot spot density maps were developed using monthly reports in shapefile format published by CONAFOR for the period 2010 to 2019⁴. The hot spots were transformed to a spatial continuum by means of Kernel density which produces a regionalized map of a cumulative function (density) (Muñoz & Santana, 2018). These maps were generated by means of the "Kernel Density" function of the ArcGIS tool library version 10.6. The average distance was calculated by means of the "Distance Matrix" tool in QGIS.

According to this map, in 2010 there were no hot spots in the municipalities of interest, although there were FFs in Villa de Guadalupe and Matehuala. In 2011, there was a high density of hot spots in Matehuala and a medium density in Villa de Guadalupe,

municipios de Catorce, Matehuala Villa de Reyes y Villa de Guadalupe, entre otros (Mojarás, 2018). Es una de las zonas más afectadas por superficie quemada, principalmente en Villa de Guadalupe que, en 1998, fue el segundo municipio con más superficie quemada a nivel estatal y en 2011 figuró como el primero (CONAFOR, 2013).

En la temporada del 2010 al 2013 se observa el mayor número de incendios en la Sierra de Catorce (Figura 3). En Villa de Guadalupe se identificaron dos incendios en 2010, el primero ocurrió del 6 a 7 de mayo con un día de duración, y se enuncia que fue causado por "fumadores", el segundo se presentó el 10 de marzo y fue provocado por "fogatas". En 2011 se presentaron cuatro incendios forestales, el primero del 18 al 19 de abril, el segundo del 8 al 9 de mayo, el tercero se presentó del 9 al 15 de mayo, el cuarto fue el 15 de diciembre, estos incendios fueron causados por "fumadores". En 2012 se presentó un incendio del 8 al 12 de mayo cuyo origen se asocia con causas "Naturales". En 2013 se reportan dos incendios, el primero ocurre del 15 al 18 de abril con origen en actividades humanas (fogatas), el segundo ocurre del 28 de abril al 1 de mayo y se asocia a causas "naturales".

En Matehuala, se presentó un incendio forestal del 18 al 20 de diciembre del 2010 que se asocia con el uso de fogatas. En el 2011 se presentaron cuatro incendios forestales, el primero del 1 al 2 de abril a causa de una fogata, el segundo del 15 al 17 mayo y su causa se identifica en actividades agrícolas, en esos mismos días, en otra zona, se presentó otro incendio provocado por el uso de fogatas, el cuarto duró del 18 al 29 mayo y fue por causa de actividades agrícolas. En el 2012 se detectaron dos incendios, el primero el 22 de enero y el segundo del 14 al 15 de julio, ambos causados por el uso de fogatas.

En el municipio de Catorce ocurrieron dos incendios en el 2011, el primero del 27 al 29 de enero, el otro ocurrió el 11 de diciembre, ambos se asocian al uso de fogatas. Posteriormente se suscitó un incendio el 28 de abril cuya causa se alude a una tormenta eléctrica.

De los 19 incendios registrados en el periodo 2010-2013 en el Altiplano Potosino (Cuadro 1), 74 % fueron generados por actividades antropogénicas, especialmente aquellas relacionadas con la actividad turística (fogatas y negligencia de un cigarrillo encendido en medio de la vegetación). Dos de los

Table 1. Forest fires in the municipalities comprising the Sierra de Catorce. 2010-2013.
Cuadro 1. Incendios forestales en los municipios que abarcan la Sierra de Catorce. 2010-2013.

Year / Año	Municipality / Municipio	End date / Fecha final	Duration (days) / Duración días	Causes / Causas	Affected Vegetation / Vegetación afectada
2010	Villa de Guadalupe	May/Mayo	1	Smokers / Fumadores	Desert Rosetophytic scrub/ Matorral Desértico Rosetófilo
2010	Villa de Guadalupe	March/Marzo	1	Bonfires/Fogatas	Microphilic Desert scrub
2010	Matehuala	December/ Diciembre	2	Bonfires/Fogatas	Desert Rosetophytic scrub/ Matorral Desértico Rosetófilo
2011	Villa de Guadalupe	March/Marzo	1	Smokers / Fumadores	Desert Rosetophytic scrub/ Matorral Desértico Microfilo
2011	Villa de Guadalupe	April/Abril	1	Smokers / Fumadores	Desert Rosetophytic scrub/ Matorral Desértico Microfilo
2011	Villa de Guadalupe	May/Mayo	6	Bonfires/Fogatas	Chaparral
2011	Villa de Guadalupe	December / Diciembre	1	Smokers / Fumadores	Desert Rosetophytic scrub/ Matorral Desértico Microfilo
2011	Matehuala	April/Abril	1	Bonfires/Fogatas	Microphilic Desert scrub/ Matorral Desértico Microfilo
2011	Matehuala	May /Mayo	2	Smokers / Fumadores	Microphilic Desert scrub/ Matorral Desértico Microfilo
2011	Matehuala	May/Mayo	2	Bonfires/Fogatas	Desert Rosetophytic scrub/ Matorral Desértico Microfilo
2011	Matehuala	May /Mayo	12	Farm Activities/ Actividades agropecuarias	Desert Rosetophytic scrub/ Matorral Desértico Microfilo
2012	Catorce	January/Enero	3	Bonfires/Fogatas	Chaparral
2012	Catorce	December / Diciembre	1	Smokers / Fumadores	Chaparral
2012	Villa de Guadalupe	May /Mayo	5	Natural	Chaparral
2012	Matehuala	January/Enero	1	Smokers / Fumadores	Desert Rosetophytic scrub/ Matorral Desértico Microfilo
2012	Matehuala	June/Junio	2	Bonfires/Fogatas	Microphilic Desert scrub/ Matorral Desértico Microfilo
2013	Catorce	April/Abril	1	Natural	Desert Rosetophytic scrub/ Matorral Desértico Microfilo
2013	Villa de Guadalupe	April/Abril	4	Bonfires/Fogatas	Desert Rosetophytic scrub/ Matorral Desértico Microfilo
2013	Villa de Guadalupe	May / Mayo	1	Natural	Desert Rosetophytic scrub/ Matorral Desértico Microfilo

Source: Own elaboration based on historical series of forest fires 2010-2013 CONAFOR.

Fuente: Elaboración propia con base en serie histórica de incendios forestales 2010-2013. CONAFOR.

which coincides with the presence of FFs; in the eastern part of the Sierra de Catorce there is a medium density in the area where the ejido La Presa is located. In 2012 there is no presence of hot spots in the municipalities of interest, but there is the presence of FFs in the southeastern part of the Sierra de Catorce. In 2013 a high density is identified in the southwest of the sierra, which coincides with the presence of two

incendios reportados en 2013 se relacionan con fenómenos naturales, específicamente con tormentas eléctricas.

Por otra parte, el matorral desértico rosetófilo, microfilo y el chaparral es la superficie mayormente afectada por la ocurrencia de incendios, que representan la vegetación dominante de la región³. El matorral es un tipo de vegetación que no genera mucho

FFs in Villa de Guadalupe, in the vicinity of the ejido La Presa, as well as a fire in the northeast of the sierra, in the municipality of Catorce. From 2014 to 2015 there is no presence of hot spots or FF in the area of interest. In 2016 the presence of hot spots gradually rises throughout the Altiplano, the area studied here appears with a medium to low density, coinciding with the presence of FF reported by CONAFOR (Table 2).

In 2017, the presence of hot spots rises considerably with respect to the previous year, which are concentrated in the municipalities of Villa de Ramos and Santo Domingo. The study area has a low density, with hot spots in the municipalities of interest, but far from the Sierra and its surroundings. In 2018 the presence of hot spots decreases with respect to the previous year, the density of hot spots in the eastern part of the Sierra is medium low and medium the farther east in the municipality of Matehuala. In that same year there are no records of FF, although according to the weekly report, there were 56 in that year. In 2019 the presence of hot spots amounts to 221 and there is a high to medium density of hot spots in the Sierra de Catorce.

Forest fires and local firefighting practices in the ejido La Presa

A total of 28 journalistic notes were reviewed that report 33 FFs in the municipalities that include the Sierra

material combustible (Rodríguez, 2012). La CONABIO (1998) lo califica con baja susceptibilidad, además de que tiene un alto grado de recuperación, pero es importante la ocurrencia de IF porque en las áreas donde se encuentra este tipo de vegetación se emplean el método rosa-tumba-quema, por lo que son zonas, que en materia de prevención deben ser un foco de atención.

Asimismo, se puede observar que, de los 19 incendios ocurridos en el área de estudio, cuatro se presentan en el mes de abril y ocho en el mes de mayo, considerados como meses de la temporada de estiaje. Sin embargo, otros ocurren en los meses de enero y diciembre, que pueden estar asociados a actividades turísticas por el periodo vacacional.

Con fines comparativos se desarrollaron mapas de densidad de puntos de calor, para ello se usaron los reportes mensuales en formato shapefile publicados por la CONAFOR en el periodo 2010 a 2019⁴. Los puntos de calor fueron transformados a un continuo espacial por medio de la densidad de Kernel que produce un mapa regionalizado de una función acumulada (densidad) (Muñoz & Santana, 2018). Estos mapas se generaron por medio de la función "Kernel Density" de la librería de herramientas de ArcGis versión 10.6. Se calculó la distancia promedio por medio de la herramienta "Matriz de Distancia" en QGIS.

Table 2. Hot spots (HSs) in the Altiplano Potosino Region.
Cuadro 2. Puntos de calor (PC) en la Región Altiplano Potosino.

Year	Altiplano		Catorce		Matehuala		Villa de Guadalupe	
	FF	HS	FF	HS	FF	HS	FF	HS
2010	3	17	0	0	1	1	2	0
2011	18	77	0	0	4	37	4	4
2012	17	4	2	0	2	0	1	1
2013	14	7	1	0	0	0	2	0
2014	7	7	0	0	0	0	0	2
2015	7	22	0	0	0	0	0	2
2016	0	221	0	4	0	0	0	7
2017	0	249	0	2	0	0	0	6
2018	s/d	67	s/d	1	s/d	s/d	s/d	12
2019	s/d	221	s/d	20	s/d	s/d	s/d	16
Total	66	892	3	27	7	38	9	50

Fuente: Elaboración propia con base en CONABIO (2018) y CONAFOR (2018)

Source: Own elaboration based on CONABIO (2018) and CONAFOR (2018).

de Catorce, three occurred in 2013 and coincide in approximate location with those reported by CONAFOR. One Civil Protection communiqué was identified reporting a forest fire in the vicinity of the Sierra de Catorce, but, according to CONAFOR, there are no reports of forest fires in the area during that year. In 2018, notes report three fires north of Matehuala.

The 2019 notes report the presence of FFs in different municipalities in the study area. In Catorce, one was reported in March in the north of the Sierra de Catorce, in the vicinity of the Proterillos community. Two more fires were also detected to the south of the same municipality, one in March and the other in April, this one in the vicinity of Cueva de las Gallinas. Another fire was reported in the municipality of Charcas in April. These three fires coincide with the presence of hot spots and a burned area of 771 ha.

Most of the FFs reported in the newspapers were located in Matehuala (Figure 4), all in the month of April. Four coincide with the presence of hot spots detected in the vicinity of La Joya, El Guerrero and El Herrero, northeast of Matehuala. In Villa de Guadalupe, only two fires have been reported, one in February in

De acuerdo con ese mapa, en 2010 no hay presencia de puntos de calor en los municipios de interés, a pesar de ello se presentaron IF en Villa de Guadalupe y Matehuala. En 2011 se detecta una densidad de puntos de calor alta en Matehuala y media en Villa de Guadalupe, que coincide con la presencia de IF, en la parte oriental de la Sierra de Catorce se tiene una densidad media en la zona donde se ubica el ejido La Presa. En 2012 no hay presencia de puntos de calor en los municipios de interés, pero si la presencia de IF en la parte sureste de la Sierra de Catorce. En 2013 se identifica una densidad alta en el suroeste de la sierra, que coincide con la presencia de dos IF en Villa de Guadalupe, en las inmediaciones del ejido La Presa, así como un incendio en el noreste de la sierra, en el municipio de Catorce. Del 2014 al 2015 no hay presencia de puntos de calor ni IF en el área de interés. En 2016 asciende gradualmente la presencia de puntos de calor en todo el Altiplano, el área aquí estudiada aparece con una densidad de media a baja, coincidiendo con la presencia de IF reportados por CONAFOR (Cuadro 2).

En 2017, la presencia de puntos de calor se eleva considerablemente con respecto al año anterior, los

Figure 4. Forest fires in the area of influence of the Sierra de Catorce. 2010-2017.
Figura 4. Incendios forestales en la zona de influencia de la Sierra de Catorce. 2010-2017.

Source: own elaboration (symbology hot spots 2019. IF journalist notes, burned area, locations, municipal limits).

Fuente: Elaboración propia

the north of the municipality near Buena Vista, and the second in the community of Ojo de Agua.

Based on the geolocation of the fires reported in the journalistic notes, it can be assumed that there is concordance with those reported by CONAFOR in the 2010-2013 period and those that occurred in 2019, which occurred in the vicinity of Real de Catorce, and Ojo de Agua, both of which are tourist communities. On the other hand, most fires are reported in Matehuala, followed by Villa de Guadalupe, to the northwest and southwest of the Sierra de Catorce.

The ejido La Presa is located southeast of the Sierra de Catorce, north of the municipality of Villa de Guadalupe (Figure 5). The towns that make up the ejido are peasant communities that are dedicated to agriculture and cattle ranching for their own consumption. The socioeconomic and cultural activities of these communities are strongly related to the use of forest resources.

The towns that make up the ejido La Presa are Los Chilares, La Presa and La Presita. Los Chilares has 381 inhabitants, with a high level of marginalization, in La Presita lived 252 inhabitants with a medium level

cuales se concentran en los municipios de Villa de Ramos y Santo Domingo. El área de estudio tiene una densidad baja, presenta puntos de calor en los municipios de interés, pero alejados de la Sierra y sus inmediaciones. En 2018 desciende la presencia de puntos de calor con respecto al año anterior, la densidad de puntos de calor en la parte oriental de la sierra es media baja y media mientras más se aleja al oriente en el municipio de Matehuala. En ese mismo año no existen registros de IF, aunque de acuerdo con el reporte semanal, se presentaron 56 en ese año. En 2019 la presencia de puntos de calor asciende a 221 y se presenta una densidad de puntos de calor de alta a media en la Sierra de Catorce.

Incendios forestales y prácticas locales para su combate en el ejido La Presa

Se revisaron un total de 28 notas periodísticas que reportan 33 IF en los municipios que abarcan la Sierra de Catorce, tres ocurren en el 2013 y coinciden en ubicación aproximada con los reportados por CONAFOR. Se identificó un comunicado de Protección Civil que reporta un incendio forestal en las inmediaciones de la Sierra de Catorce, pero, de acuer-

Figura 5. Location of the ejido La Presa

Figura 5. Localización del ejido La Presa

(symbology, freeway, locations, contour lines)

of marginalization, in La Presa lived 132 people with a high marginalization index (INEGI, 2010).

Although Article 120 of the General Law for Sustainable Forest Development states that forest landowners are responsible for the initial attack on forest fires, interviewees expressed concern about the occurrence of forest fires and the lack of attention from the authorities in general.

In this sense, they point out: *"We are more afraid of a fire than a storm, because the water passes through and helps the harvest to grow better, but with fire our plots, livestock and everything in its path are in danger."*

Despite the fact that the inhabitants of the ejido La Presa are not within the risk area indicated by Muñoz et al. (2005), they state that they move to where the fire occurs to fight it, thus, they point out: *"In 2013 we had to go to put out a fire, there near Ojo de Agua, since there was no response from the authorities and we had to go to put it out with what we found, with shovels, picks and throwing earth at the fire"*. That is, they are improvised volunteers, without protective equipment or specialized tools (Martínez & Pérez, 2018). Furthermore, they indicate: *"It doesn't matter where it happens because then that little dot can spread, so if it is going to be difficult to control it"*.

The testimony of the inhabitants of the ejido La Presa and the newspaper articles analyzed show that the inhabitants of the communities play an active and very important role in firefighting. Several media outlets allude to the community organization to fight fires, but also highlight several cases in which only the local inhabitants go to extinguish the fire without preventive measures or adequate tools to do the job. Ejidatarios are the main actors in local firefighting practices.

In the Potosí altiplano, because of the lack of attention to firefighting, they are the ones who alert when a forest fire breaks out and fight the fire with whatever they can find in their homes, without any preventive measures. The communities organize themselves, even if they belong to other ejidos and municipalities, to fight forest fires.

Newspaper reports reflect that the occurrence of FFs becomes an important media topic, so that much of the institutional mobilization responds to the coverage of one or another fire.

do con CONAFOR, no se tienen reporte de incendio forestal en la zona durante ese año. En 2018, las notas reportan tres incendios al norte de Matehuala.

Las notas del 2019 reportan la presencia de IF en diferentes municipios que abarcan el área de estudio. En Catorce se reportó uno en el mes de marzo al norte de la Sierra de Catorce, en las inmediaciones de la comunidad Proterillos. También se detectaron dos incendios más al sur del mismo municipio, uno en marzo y otro en abril, este en las inmediaciones de Cueva de las Gallinas. Se reporta otro incendio en el municipio de Charcas durante el mes de abril. Estos tres incendios coinciden con la presencia de puntos de calor y un área quemada de 771 ha.

La mayoría de los IF reportados en los periódicos se localizaron en Matehuala (Figura 4), todos en el mes de abril. Cuatro coinciden con la presencia de puntos de calor detectados en las inmediaciones de las localidades La Joya, El Guerrero y el Herrero, al noreste de Matehuala. En Villa de Guadalupe, solo se reportan dos incendios, uno en febrero al norte del municipio cerca de Buena Vista, el segundo, se presentó en la comunidad de Ojo de Agua.

Con base en la geolocalización de los incendios reportados en las notas periodísticas, se puede asumir que existe concordancia con los reportados por CONAFOR en el periodo 2010-2013 y los ocurridos en 2019, que acontecieron en las inmediaciones de Real de Catorce, y de Ojo de Agua, ambas son comunidades turísticas. Por otra parte, la mayoría de los incendios se reportan en Matehuala, seguido de Villa de Guadalupe, al noroeste y suroeste de la Sierra de Catorce.

El ejido La Presa se encuentra ubicado al sureste de la Sierra de Catorce, al norte del municipio de Villa de Guadalupe (Figura 5). Las poblaciones que integran el ejido son comunidades campesinas que se dedican a la agricultura y la ganadería para el autoconsumo. Las actividades socioeconómicas y culturales de estas comunidades están fuertemente relacionadas al aprovechamiento de los recursos forestales.

Las localidades que conforman el ejido La Presa son Los Chilares, La Presa y La Presita. Los Chilares cuenta con 381 habitantes, con un nivel de marginación alto, en La Presita vivían 252 habitantes con un nivel de marginación medio, en La Presa habita-

Finally, in general, it can be said that fire suppression policies are prioritized over forest prevention and organization policies. In addition, it is argued that the occurrence of fires is associated with the thermo-pluviometric conditions of the region, i.e. that they occur when temperatures are high and humidity (rainfall) is low, which is not necessarily the case, so that most fires are associated with activities related to the use of fire and tend to get out of control.

Conclusions

The state of San Luis Potosí is considered to have a low impact on forest fires, but has a state law that specifies institutional practices in this area. The law defines the areas with the highest risks, but does not indicate spatially where they are located or the total area by municipality that has this condition. The Potosí altiplano do not appear as an area of special attention; it is indicated that this is due to the type of ecosystems, which are identified as highly resilient to fires, but where fire is often used for different forestry and agricultural practices.

In the analysis of fire occurrence in the study area, CONAFOR reports that there were fires from 2010 to 2019, the causes of which are mainly related to tourism activity. On the other hand, in the comparative analysis of the hot spots with the forest fires reported by CONAFOR, taking into account that not all hot spots are fires and that there are fires that CONAFOR does not register, it can be highlighted that most of them coincide in location with those reported. The hot spot analysis shows that the Sierra de Catorce has a high to medium density.

The analysis of newspaper articles shows the presence of FFs in different parts of the study area that were not registered by CONAFOR. It can be deduced that public policies and institutional practices to combat forest fires do not cover areas where they occur in a focused manner, although with different intensity.

On the other hand, communities maintain an active role in forest care and firefighting practices. There is a community organization at the regional level to fight FFs; they travel to the fire site even if it is not exactly close to their locality. Furthermore, these are marginalized and geographically dispersed forest

ban 132 personas con un índice de marginación alto (INEGI, 2010).

Si bien el artículo 120 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable señala que son los propietarios de los terrenos forestales los que deben realizar el ataque inicial de los incendios forestales, los entrevistados manifestaron su preocupación por la ocurrencia de Incendios Forestales y la poca o nula atención de las autoridades en general.

En tal sentido, señalan: *"A nosotros nos da más miedo un incendio que una tormenta, porque el agua pasa y ayuda a que se dé mejor la cosecha, pero con el fuego están en peligro nuestras parcelas, el ganado y todo lo que encuentre a su paso"*.

A pesar de que los habitantes del ejido La Presa no están dentro del área de riesgo que indica Muñoz et al. (2005), manifiestan que se desplazan a donde ocurra el incendio para combatirlo, así, señalan: *"En 2013 tuvimos que ir a apagar un incendio, allá cerca de Ojo de Agua, ya que no hubo respuesta de las autoridades y tuvimos que ir a apagarlo con lo que encontramos, con palas, picos y aventando tierra al fuego"*. Es decir, son voluntarios improvisados, sin equipo de protección ni herramientas especializadas (Martínez & Pérez, 2018). Además, indican: *"No importa en donde ocurra porque luego ese puntito se puede extender, así si va a estar difícil controlarlo"*.

El testimonio de los habitantes del ejido La Presa y las notas periodísticas analizadas, permiten señalar que los habitantes de las comunidades tienen un papel activo y muy importante en las labores de combate de incendios. Diversos medios hacen alusión a la organización comunitaria para combatir el incendio, pero también destacan varios casos en el que solo los habitantes locales acuden a extinguir el incendio sin medidas de prevención, ni herramientas adecuadas para efectuar la labor. Los ejidatarios son los principales actores en las prácticas locales de combate a IF.

En el altiplano potosino, por ser una zona de poca atención en la materia, son ellos quienes alertan cuando se presenta un incendio forestal, combaten al fuego con lo que encuentran en sus casas, sin medidas de prevención. Se identifica un importante trabajo comunitario, es decir, las comunidades se organizan, aunque pertenezcan a otros ejidos y municipios, para combatir los IF.

Las notas periodísticas reflejan que la ocurrencia

communities that depend on forest resources, which is why they are concerned when a fire occurs, because it can destroy everything in its path.

There is a deep gap between the inhabitants' perception of FFs and public policies and institutional practices, which are generally based only on scientific data and do not consider the opinion of the communities. It is therefore important to point out that it is of vital importance to give voice to the localities, since they are the ones who are exposed without protective equipment or precise technical knowledge on how to attack a fire, so as to reduce vulnerability for these populations.

Acknowledgments

The first author thanks the research scholarship provided by El Colegio de San Luis, A.C. The two authors are grateful for the fieldwork support provided by the project "Prácticas locales y comunitarias frente a riesgos y desastres hidrometeorológicos en el contexto de la agenda internacional del Cambio Climático" from Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico de El Colegio de San Luis, A.C.

Notas a pie de página

¹ This program was created jointly with the Finnish government, under the international agreement known as the Mexico-Finland Interinstitutional Agreement on Forestry of February 22, 1999. The Finnish representatives approached the Mexican government's forestry authorities, businessmen, the academic sector and non-governmental organizations. The initiative was welcomed and, as a result, financial resources for non-reimbursable technical cooperation were obtained from the Inter-American Development Bank, which, together with those granted by the Finnish government, allowed the company Indufor Oy. to undertake the consultancy work (CONAFOR, 2010; Delgado, 2010). (CONAFOR, 2010; Del Ángel, 2012). However, it would be important to review the role of this Agreement; this article does not have that purpose.

² In March 2005, the International Summit on Sustainable Forest Management and the FOA Forest Committee was held, from which a holistic vision of fire management was derived. This perspective involves conceiving fire from a technical-ecological perspective (prevention, suppression and use), and in accordance with the socioeconomic and cultural needs of rural communities (CONAFOR, 2010).

³ According to the Land use and vegetation chart series VI Scale 1:250 000, (INEGI, 2017) the dominant ecosystem in the study area is the Xerophytic Scrubland, typical of arid and semi-arid areas of the country; it is constituted by shrub, microphyllous and thorny communities.

⁴ Hot spot data can be obtained daily, are freely available and geographically referenced. These are obtained from AVRR and MODIS sensors (Terra and Aqua).

de IF se vuelve un tema mediático importante, de manera que mucha de la movilización institucional responde a la cobertura de uno u otro incendio.

Finalmente, de manera general, se puede decir que se priorizan las políticas de extinción, más que las de prevención y organización forestal. Además, se argumenta que la ocurrencia de incendios está asociada a las condiciones termopluviométricas de la región, es decir que se presentan cuando ocurren altas temperaturas y la humedad (precipitación pluvial) es baja, lo cual no necesariamente es así, de modo que la mayoría de los incendios están asociados a actividades que tienen que ver con el uso de fuego y suelen salirse de control.

Conclusiones

El estado de San Luis Potosí es considerado con bajo impacto en incendios forestales, pero tiene una Ley estatal en donde se especifican las prácticas institucionales en la materia. En ella se definen las zonas con mayores riesgos, sin embargo, no se señala espacialmente en dónde se localizan, ni la superficie total por municipios que tienen esta condición. El altiplano potosino no figura como una zona de atención especial, se señala que es por el tipo de ecosistemas, que se identifica con alta resiliencia a las conflagraciones, pero en donde se suele emplear el fuego para distintas prácticas forestales y agrícolas.

En el análisis de ocurrencia de incendios en la zona de estudio, CONAFOR reporta que hubo presencia de incendios del 2010 al 2019, cuyas causas están relacionadas con la actividad turística principalmente. Por otra parte, en el análisis comparativo de los puntos de calor con los incendios forestales reportados por CONAFOR, tomando en cuenta que no todos los puntos de calor son incendios y que hay incendios que CONAFOR no registra, se puede destacar que en su mayoría coinciden en ubicación con los reportados. El análisis de punto de calor muestra que la Sierra de Catorce presenta densidad que va de alta a media.

El análisis de notas periodísticas muestra la presencia de IF en distintas partes de la zona de estudio y que no fueron registrados por CONAFOR. Con ello se puede deducir que las políticas públicas y prácticas institucionales en atención al combate de incendios forestales no logran abarcar zonas en donde

End of English version

References / Referencias

- Arnaldos, J., Pastor, E., Planas, E., Zarate, L., & Navalón, J. (2004). *Manual de Ingeniería básica para prevención y Extinción de Incendios Forestales* (1st ed.). España: Mundi-prensa.
- Barrios-Calderón R. de J., & Escobar Flores R. E. (2020). *Análisis de la problemática de los incendios forestales y sus implicaciones en la pérdida de cobertura forestal en Cintalapa, Chiapas*. Revista De Geografía Agrícola, (65), 000-000. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2020.65.04>
- Bravo Velasco, J. J., Carbajal Ramírez, I. L., Gallardo Arce, B., Morales Hernández J. C., & Cruz Romero, B. (2020). El uso de los Sistemas de Información Geográficas para el análisis e interpretación de anomalías térmicas de la Región Costa-Sierra Occidental de Jalisco, México. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 40(2), 283-298
- CENAPRED. (2014). *Incendios Forestales*. México, D.F: Ramos Padilla, Violeta. Recuperado de: http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/159FASCCULOINCE_NDIOSFORESTALES.PDF
- Cerdá, A. (1993). Incendios forestales y estabilidad de agregados. *Cuadernos de geografía* (53), 1-16. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=37730>
- CONABIO. (1998). *Susceptibilidad a los incendios de la vegetación natural*. Recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/mapaservidor/incendios/tablas2001/vegetacion.html>
- CONABIO. (2018). *Puntos de calor. Sistema de Alerta de Incendios*. Recuperado de: <http://incendios.conabio.gob.mx/?zoom=5&lat=19.30102&lon=-99.18737&layers=000BFFFFFFFFFFFFTTTTT>
- CONAFOR. (2010). *Incendios forestales. Guía práctica para comunicadores* (3ra ed). México, D.F.
- CONAFOR. (2013). *Incendios forestales en México. Temporada 2013*. México, D.F.
- CONAFOR. (2015). *Inventario Nacional Forestal*. Comisión Nacional Forestal. Recuperado de: <http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/zonificacion>
- CONAFOR (2018). *Serie histórica anual de incendios forestales 2010-2018*. Recuperado de: <https://datos.gob.mx/busca/organization/conafor>
- Cruz-Espíndola, M. Á., Rodríguez Trejo, D. A., Villanueva Morales, A., & Santillán Pérez, J. (2017). Factores sociales de uso del suelo y vegetación asociados a los incendios

estos ocurren de manera focalizada, aunque con diferente intensidad.

Por otro lado, las comunidades mantienen un papel activo en el cuidado forestal y las prácticas de extinción. Existe una organización comunitaria a nivel regional para combatir los IF, se desplazan al sitio del incendio a pesar de que no sea precisamente cerca de su localidad. Además, se trata de comunidades forestales marginadas y con alta dispersión geográfica que dependen de los recursos forestales y por eso su preocupación cuando un incendio ocurre, porque puede acabar con todo a su paso.

Existe una profunda brecha entre la percepción de los habitantes en torno a los IF y las políticas públicas y prácticas institucionales, que generalmente se basan solo en datos científicos y no consideran la opinión de las comunidades. Por lo que es importante señalar que es de vital importancia dar voz a las localidades, pues son ellas las que se exponen sin equipo de protección ni conocimientos técnicos precisos sobre cómo atacar un incendio, de manera que se reduzca la vulnerabilidad para estas poblaciones.

Agradecimientos

La primera autora agradece la beca de investigación proporcionada por El Colegio de San Luis, A.C. Los dos autores agradecen el apoyo para el trabajo de campo proporcionado por el proyecto "Prácticas locales y comunitarias frente a riesgos y desastres hidrometeorológicos en el contexto de la agenda internacional del Cambio Climático" del Fondo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico de El Colegio de San Luis, A.C.

Notas

¹Este programa fue creado en conjunto con el gobierno Finlandés, bajo el acuerdo internacional denominado Acuerdo Interinstitucional en Materia Forestal México-Finlandia del 22 de febrero de 1999. La gestión de los representantes finlandeses fue realizada ante las autoridades forestales del gobierno mexicano, los empresarios, el sector académico y las organizaciones no gubernamentales. La iniciativa fue recibida con beneplácito y en consecuencia se obtuvieron recursos económicos para la cooperación técnica no reembolsables del Banco Interamericano de Desarrollo, que, junto con los otorgados por el gobierno finlandés, permitieron emprender los trabajos de consultoría a cargo de la empresa Indufor Oy. (CONAFOR, 2010; Del Ángel, 2012). Sin embargo, sería importante revisar el papel de ese Acuerdo, este artículo no tiene esa finalidad.

²En marzo de 2005, se realizó la Cumbre Internacional sobre Ordenación Forestal Sostenible y del Comité Forestal FOA, de la cual se derivó una visión holística con respecto al manejo del fuego. Esta perspectiva involucra concebir el fuego desde una perspectiva técnica ecológica (prevención, supresión y uso), y

- forestales en Hidalgo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 8(41), 139-163
- Del Ángel, G. A. (2012). *La comisión Nacional en la Historia y el futuro de la política forestal en México* (1ª ed). México, D.F.: Coyuntura y Ensayo.
- Enciso, A. (2020). (13 de enero). Temen año difícil por incendios forestales. *La Jornada*. Recuperado de: <https://www.jornada.com.mx/ultimas/sociedad/2020/01/13/temen-ano-dificil-por-incendios-forestales-2399.html>
- Espinoza, A., & Gómez Mendoza, L. (2019). Incendios forestales y el fenómeno de sequía: el caso de San Luis Potosí, México. *Tlalli. Revista de Investigación en Geografía*, 1(1), 13-24. doi: <https://doi.org/10.22201/ffyl.26832275e.2019.1.381>
- Flores, J. D., Mieses, M., Flores, J. A., & Chapa, L. (2018). *Programa Estratégico Forestal del estado de San Luis Potosí (2006-2025)*. Recuperado de: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/12/189Programa%20Estrat%3%a9gico%20Forestal%20del%20Estado%20de%20San%20Luis%20Potos%3%ad.pdf>
- Flores-Garnica, J., Reyes-Alvarado, A., & Reyes-Cárdenas, O. (2021). Relación espaciotemporal de puntos de calor con superficies agropecuarias y forestales en San Luis Potosí, México. *Revista Mexicana De Ciencias Forestales*, 12(64). <https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i64.857>
- INEGI. (2010). Censo de población y vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/est/scince/scince2010.aspx>
- León, N. I. (2014). *Evaluación de susceptibilidad a Incendios Forestales en San Luis Potosí, México. Una contribución a la gestión del Riesgo* (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P, México.
- LGDFS (2020). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Cámara de Diputados. Gobierno de México. Última Reforma DOF 13/04/2020
- 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>
- Mojarás-Vega, N. A. (2018). *Mapeado del Riesgo de ocurrencia de incendio por factores humanos* (Tesis de Maestría). acorde con las necesidades socioeconómicas y culturales de las comunidades rurales (CONAFOR, 2010).
- ³De acuerdo con la carta de Uso de suelo y vegetación de la serie VI Escala:1:250 000, (INEGI, 2017) el ecosistema dominante en el área de estudio es el Matorral Xerófilo, propio de zonas áridas y semiáridas del país; está constituido por comunidades arbustivas, microfilas y espinosas
- ⁴Los datos de puntos de calor pueden ser obtenidos diariamente, están disponibles de manera gratuita y cuentan con referencia geográfica. Estos son obtenidos de los sensores AVRR Y MODIS (Terra y Aqua). ⁴Los datos de puntos de calor pueden ser obtenidos diariamente, están disponibles de manera gratuita y cuentan con referencia geográfica. Estos son obtenidos de los sensores AVRR Y MODIS (Terra y Aqua).

Fin de la versión en ingles

- Maestría Institucional de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad Juárez, Durango, México. Recuperado de: <http://www.monitoreoforestal.gob.mx/presenta-conafor-sistema-prediccion-peligro-incendios-forestales-mexico/>
- Muñoz, C., Treviño, E., Verástegui, J., Jiménez, J., & Aguirre, O. (2005). Desarrollo de un modelo espacial para la evaluación del peligro de incendios forestales en la Sierra Madre Oriental de México. *Investigaciones geográficas*. (56), 110-117. Universidad Autónoma Nacional de México, México. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112005000100007
- Muñoz, C., & Santana, R. (2018). Puntos de calor en la Sierra Madre Oriental de San Luis Potosí. *Madera y Bosque*. 24(1), San Luis Potosí, S.L.P., México. Recuperado de: <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2411565>.
- Pausas, J. G. (2012). Incendios forestales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas / Catarata, Madrid, 119 pp.
- Ressl, R., & Cruz, I. (2012). Detección y monitoreo de incendios forestales mediante imágenes de satélite. *Biodiversitas*, 100: 12-13. México: CONABIO.
- Rinaudo, T. (2020) (25 de febrero). Lo que aprendí sobre los incendios forestales Australianos viviendo en el desierto del Sahara. El País. Recuperado de: https://elpais.com/elpais/2020/02/24/3500_millones/1582538056_059040.html
- Rodríguez, D. A. (2012). Génesis de los incendios forestales. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 18 (3), 357-373. Recuperado de: <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.12.091>.
- Vega-Nieva, D. J., Nava-Miranda, M. G., Calleros-Flores, E., López Serrano, P. M., Briseño-Reyes, J.,..., Ressler, R.

- (2019). Temporal patterns of active fire density and its relationship with a satellite fuel greenness index by vegetation type and region in Mexico during 2003–2014. *Fire Ecol.* (15): 1–19
- Vilchis, A., Díaz, C., Gómez, M., Becerril, R., & Mastachi, C. (2018). Modelado de la dinámica de sequías para predicción de Incendios Forestales en el estado de Morelos, México. *Aqua-LAC* 10, (2): 13 – 21.
- Villers, L. (2006). Parámetros ambientales físico-bióticos y modelos para estudiar el comportamiento del fuego. En J. Flores, D., Rodríguez, O., Estrada, & Sánchez, F. *Incendios forestales* (29-37). México.