



## 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.

Jesica Jazmín Bravo Velasco<sup>1</sup>; Iris Liliana Carbajal Ramírez<sup>2</sup>; Bianca Gallardo Arce<sup>2</sup>; Julio César Morales Hernández<sup>3</sup>; Bartolo Cruz Romero<sup>4</sup>

Recibido: 4 de febrero del 2020 / Enviado a evaluar: 20 de abril del 2020 / Aceptado: 15 de diciembre del 2020

**Resumen.** Los incendios hacen referencia a fuegos de grandes proporciones que se desarrolla sin control, el cual puede provocar daños materiales, interrupción de los procesos de producción, pérdida de vidas humanas y afectación al ambiente. Este trabajo se ha realizado con el objetivo de analizar los datos obtenidos mediante los sistemas de información geográfica con los incendios forestales de la Región Costa-Sierra Occidental. La metodología se dividió en tres procesos; 1) detección de los puntos de calor con imágenes satelitales AVHRR y MODIS, 2) caracterización del sitio en el cual se localizan los puntos de calor, su publicación, distribución de la información y 3) relacionarlo con los sistemas atmosféricos presentes al momento del incendio forestal. Comparando los registros de incendios de los años 2015 al 2018, se observó que el 2015 presentó el menor número de incendios registrados, mientras que el 2018 fue mayor el registro de incendios afectando principalmente al bosque pino-encino.

**Palabras clave:** Puntos de calor; vegetación; incendios; desastre natural; fuego.

[en] The use of Geographical Information Systems for the analysis and interpretation of thermal anomalies of the Costa-Sierra Occidental Region of Jalisco.

**Abstract.** Large-scale fires that develop without control can cause material damage, interruption of production processes, loss of human life and impact on the environment. This investigation has been carried out with the objective of analyzing the data obtained through the geographic information systems with the forest fires of the Costa-Sierra Occidental Region. The methodology was divided into three processes. Firstly, is the detection of heat points with satellite images AVHRR and MODIS. Secondly, comes the characterization of the site where the heat points are located, their publication, and distribution

<sup>1</sup> Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, México.

<sup>2</sup> Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, México.

<sup>3</sup> Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, Unidad de Meteorología, México.  
E-mail: cesarbemarena@gmail.com

<sup>4</sup> Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, Unidad de Meteorología, México.

of the information and lastly relate it to the atmospheric systems present at the time of the fire. Comparing the records of fires from 2015 to 2018, it was noted that 2015 had the lowest number of fires, while in 2018 the fires were mainly affecting the pine-oak forest, followed by the medium semi-evergreen seasonal forest.

**Keywords:** Heat points; vegetation; fires; natural disaster; fire.

[fr] L'utilisation des systèmes d'information géographique pour l'analyse et l'interprétation des anomalies thermiques dans la région ouest de la Sierra-Costa de Jalisco, Mexique.

**Résumé.** Les incendies se réfèrent à des incendies de grandes proportions qui se développent sans contrôle, ce qui peut causer des dommages matériels, une perturbation des processus de production, des pertes de vies humaines et des dommages environnementaux. Ce travail a été réalisé dans le but d'analyser les données obtenues grâce aux systèmes d'information géographique avec les incendies de forêt dans la région de l'ouest de la Costa-Sierra. La méthodologie a été divisée en trois processus; 1) détection des points de chaleur avec les images satellites AVHRR et MODIS, 2) caractérisation du site où se trouvent les points de chaleur, leur publication, diffusion des informations et 3) relation avec les systèmes atmosphériques présents au moment de l'incendie forestier. En comparant les registres des incendies de 2015 à 2018, il a été observé que 2015 présentait le plus petit nombre d'incendies enregistrés tandis que 2018 était le registre d'incendies le plus élevé affectant principalement la forêt de pins et de chênes.

**Mots clés:** Points de chaleur; végétation; incendies; catastrophe naturelle; incendie.

**Cómo citar.** Bravo Velasco, J.J., Carbajal Ramírez, I.L., Gallardo Arce, B., Morales Hernández J.C. y 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.

**Sumario.** 1. Introducción. 2. Materiales y métodos. 2.1. Área de estudio. 2.2. Obtención de datos. 3. Resultados. 3.1. Asociación de los Incendios Forestales con los Sistemas Atmosféricos. 4. Conclusiones. 5. Referencias bibliográficas.

## 1. Introducción

Los sistemas de información geográfica (SIG) son un conjunto de herramientas que integran el hardware, software, datos digitales y usuario, que capturan, almacenan, manipulan, procesan y visualizan información de datos de tipo espacial usados para tomar decisiones acerca de un espacio. En un análisis del territorio, los SIG pueden generar información de fenómenos geográficos diciendo que existe, dónde se localiza, qué y cómo ha evolucionado y cómo se distribuye (Arancibia 2008; Sosa-Pedroza and Martínez-Zúñiga 2009).

La integración de varias tecnologías ha permitido definir fuentes de información específica para la evaluación y monitoreo de los incendios forestales. Como es el caso del programa de detección de puntos de calor mediante técnicas de percepción remota, usando imágenes MODIS administrada por CONABIO (Comisión Nacional de Biodiversidad), este sistema genera un informe diario donde se mapean los puntos de calor (Flores-Garnica, 2014). Los puntos de calor representan fuentes que tienen una

emisión suficientemente fuerte de calor para ser detectada por el sensor del satélite. Cada punto representa un área de 1km<sup>2</sup> aproximadamente, equivalente a 10 hectáreas en superficie. Estas fuentes o puntos de calor pueden provenir de incendios, quemas agrícolas, suelo caliente por el sol, volcanes activos, entre otros (MMARN, 2010).

Un incendio forestal es la propagación libre y no programada del fuego sobre la vegetación en los bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas (CENAPRED, 2008). Para que se produzca un incendio forestal se requieren de tres elementos el calor, oxígeno y combustibles estos son conocidos como el triángulo del fuego (Comisión Nacional Forestal, 2010).

Los incendios forestales se puede clasificar en tres formas: 1) Los incendios superficiales ocurren cuando el fuego se propaga en forma horizontal sobre la superficie; 2) Incendios subterráneos se ocasionan cuando un incendio superficial se propaga bajo el suelo; 3) Incendios de copa o aéreos son los más destructivos, peligrosos y difíciles de controlar puesto que el fuego consume toda la vegetación (Comisión Nacional Forestal, 2010; Esparza, F. (s.f.); Plana et al., 2016).

Los incendios forestales tienen un papel global importante en los sistemas ecológicos y climáticos, pueden tener un efecto positivo en el ambiente, puesto que ayuda a mantener la biodiversidad. Pero cuando se utiliza el fuego de forma irresponsable o se produce por alguna negligencia, puede convertirse en un incendio forestal de consecuencias devastadoras para el medio ambiente, incluso para la salud y seguridad de las personas (Comisión Nacional Forestal, 2010; Ressler, et al., 2012), siendo también responsable de gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera (principalmente dióxido de carbono), lo que repercute en el calentamiento de la atmósfera y en la alteración del sistema climático global (van der Werf et al. 2004), además de ser causantes de la degradación del bosque tropical, con impactos múltiples en la estructura del bosque, biodiversidad y el ciclo de nutrientes presentes en el suelo (Cochrane, 2003).

En México, como en muchas otras regiones, se ha intensificado la preocupación por el aumento significativo y fuerza de los incendios forestales, ya que tienen influencias tanto ecológicas, económicas como paisajísticas (Díaz-Hormazábal & González, 2016). La temporada en la cual se producen incendios forestales en México es de enero a junio, en la zona centro, norte, noreste, sur y sureste del país (CENAPRED, 2016).

De acuerdo con las condiciones climáticas y meteorológicas, cada año en México se presentan incendios forestales de diversas magnitudes ocasionadas principalmente por factores antropogénicos (Comisión Nacional Forestal, 2010; Ressler, et al., 2012). El estado de Jalisco es la cuarta entidad federativa con mayor número de incendios en México y el 7° en superficie con 24 mil 397 hectáreas de bosque afectados, reportándose en 2012 la cantidad de 610 incendios forestales a lo largo del Estado (INEGI, 2013).

Al ser el proceso más económico, se utiliza el fuego para la quema de desechos agropecuarios; no obstante, la falta de coordinación y el poco cuidado hacen que el fuego se propague de tal manera que se formen los incendios en las zonas forestales colindantes a las parcelas (CONAFOR, 2008). En Jalisco, solo en el 2013, las cifras

de incendios forestales sobrepasó los 690, afectando a más de 45,600 hectáreas (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, 2018).

En la actualidad, las investigaciones sobre los incendios forestales han cobrado importancia en todo el mundo (Juárez-Orozco, 2008). En la Región Costa-Sierra Occidental al ser una zona con gran diversidad de bosque pino-encino, no existen estudios sobre incendios forestales en la zona de estudio, por lo tanto, se realizó este presente trabajo para contribuir a la creación de bases de datos sobre incendios forestales en la sierra de Jalisco.

## **2. Materiales y métodos**

### **2.1. Área de estudio**

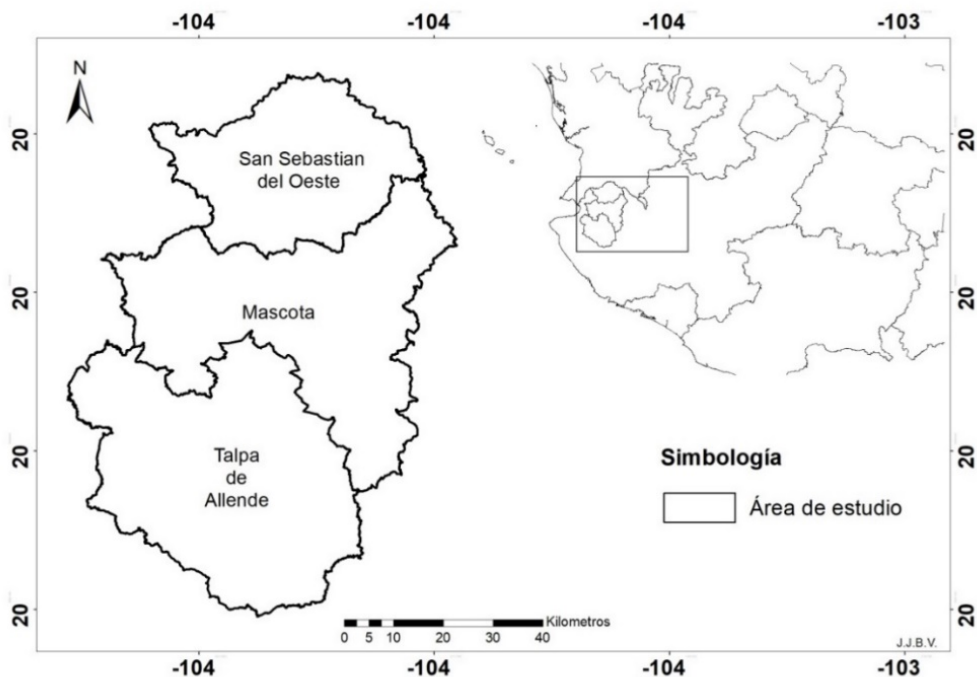
La zona de estudio corresponde a la región Sierra Occidental del estado de Jalisco, la cual contempla los municipios de: San Sebastián del Oeste, Talpa de Allende y Mascota, ver figura 1.

San Sebastián se localiza al oeste del Estado, en las coordenadas 20°39'45'' a los 21° 02' 30'' de latitud norte y de los 104° 35' 00'' a los 104° 51' 00'' de longitud oeste, a una altura de 1,480 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el estado de Nayarit; al sur, el municipio de Mascota; al este, los municipios de Guachinango y Mascota; y al oeste, Puerto Vallarta. Posee una extensión territorial de 1,400.13 km<sup>2</sup>. En San Sebastián predomina un clima húmedo con invierno y primavera secos, y cálidos sin cambio térmico invernal bien definido sin estación invernal definida. La vegetación es bosque templado (Jalisco Gobierno Del Estado).

Mascota se encuentra situado al noroeste del estado dentro de las coordenadas que van de los 20° 15' 00'' a los 20° 50' 00'' de latitud norte y de los 104° 22' 20'' y a los 105° 05' 00'' de longitud oeste a una altitud de 1,267 metros sobre el nivel del mar y tiene una extensión territorial de 1,591.63 km<sup>2</sup>. El municipio linda al norte con Puerto Vallarta, San Sebastián del Oeste y Guachinango; al sur con el municipio de Talpa de Allende y Atenguillo, al este con los municipios de Guachinango, Mixtlán y Atenguillo, al oeste con Puerto Vallarta y Talpa de Allende. El clima del municipio de Mascota es húmedo; con invierno y primavera secos, semi-cálido sin estación invernal definida. La vegetación es bosque templado (Jalisco Gobierno del Estado).

Talpa de Allende se asienta en el flanco externo de los declives jaliscienses de la Sierra Madre Occidental y en la parte noroeste se localiza la cabecera municipal. Situado al sudoeste del Estado entre las coordenadas 20° 05' 00'' a 20° 30' 55'' de latitud norte y, de los 104° 42' 30'' a los 105° 13' 25'' de longitud oeste, situándose a una altura de 1,134 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Mascota y Puerto Vallarta; al sur con Tomatlán; al oriente con Atenguillo y Mascota, y al poniente con Cabo Corrientes. El clima de Talpa de Allende se clasifica como húmedo en invierno y otoño; en primavera seco semi-cálido sin estación invernal definida y verano cálido con lluvias intensas. La vegetación es bosque templado (Jalisco Gobierno del Estado).

Figura 1. Zona de estudio: San Sebastián, Mascota y Talpa de Allende.



Fuente: Datos CONABIO, elaboración propia.

Para llevar a cabo la siguiente investigación se realizó una secuencia de procesos:

## 2.2. Obtención de datos

Los datos de teledetección utilizados en este trabajo provienen de series temporales de focos activos o anomalías térmicas detectadas por el sensor (MODIS y AVHRR) en la detección de puntos de calor se utilizan las bandas térmicas que tienen una resolución espacial de 1 km por 1 km en el nadir. El sensor detecta los puntos de calor por píxel. Dentro de este píxel no es posible saber el número de incendios o el tamaño del área afectada. Puede ser que un píxel contenga un incendio muy grande o muchos incendios pequeños (NASA, 2014) y procesadas por CONABIO (Comisión Nacional de Biodiversidad), en el periodo comprendido entre los años 2015-2018.

Se determinó la cobertura vegetal que más ha sido afectada por los incendios forestales (del 2010-2018); la información resultante se cruzó con la capa de vegetación VI del INEGI (2016) desarrollado para Jalisco, y se establecieron así, las distribuciones temporal y espacial de las coberturas involucradas (Figura 2). Se elaboró la cartografía de los puntos de calor asociados a Incendios Forestales en la

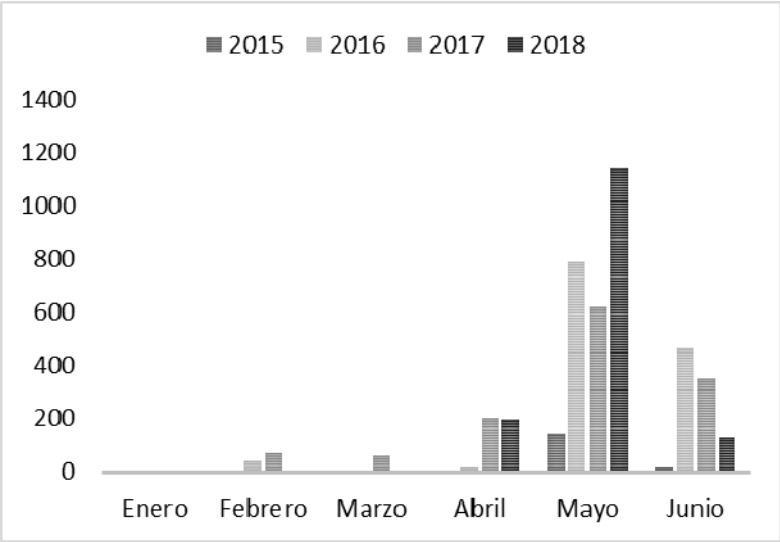
región de estudio, para su interpretación temporal y espacial y posteriormente realizar una relación con los Incendios reportados por CONAFOR.

Finalmente se estableció una posible asociación con los sistemas atmosféricos y datos de focos activos se utilizó la base de datos del NHC y de <https://weather.msfc.nasa.gov/GOES/> para determinar los sistemas presentes al momento del Incendio Forestal.

3. Resultados

En la región de la Sierra Madre Occidental se aprecia que los años con mayores puntos de calor son 2016 y 2018, mientras que el año 2017 mantiene un patrón de acuerdo con la zona. Se logró observar que en el año 2015 existe una reducción en comparación con otros municipios del estado de Jalisco. Para el año 2016 la temporada mostro varios parámetros altos siendo el mes de mayo el más alto en el periodo con un total de 788 puntos de calor, mientras que en el 2018 el mes de mayo supera arriba de los 1,000 registros de puntos de calor (figura 2).

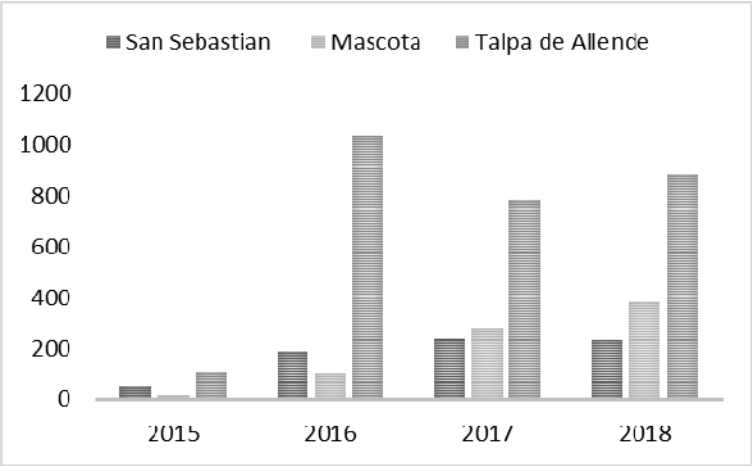
Figura 2. Puntos de calor registrados en los meses que se realzo el estudio.



Fuente: Datos de Sistema de Alerta de Incendios, elaboración propia.

El municipio de Talpa de Allende registro un total de 1034 puntos de calor en el año 2016 y 880 en el 2018, mientras que en mascota se presentó como el segundo municipio con más activada forestal en la región con un total de 104 en el 2016 y 381 en el 2018, siendo San Sebastián del Oeste el municipio con menos actividad forestal en la zona. Esto es debido a que gran parte de la actividad económica en la región es fomentada por el turismo, (figura 3).

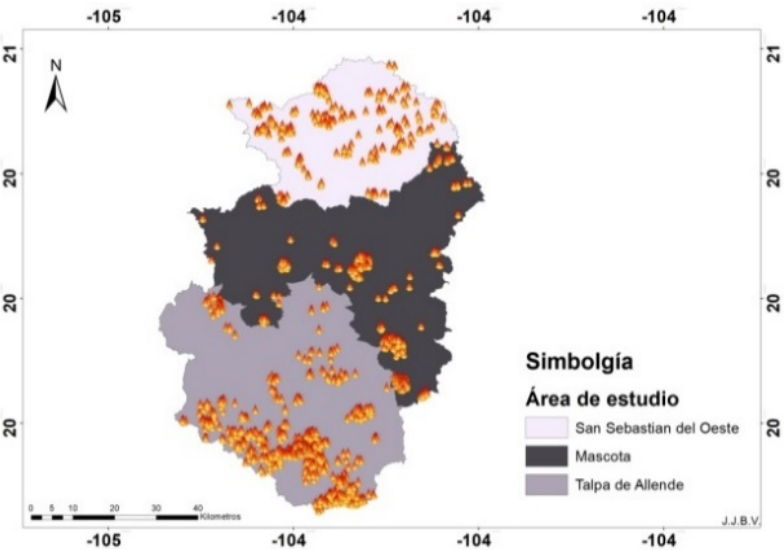
Figura 3. Incendios forestales en los años que se realizó el estudio.



Fuete: Datos de Sistema de Alerta de Incendios, elaboración propia.

En la figura 4 se puede observar que los incendios forestales se encuentran distribuidos en la parte sur de la región de estudio y en la zona norte. Para el año 2015 se tiene registrado 172 puntos de calor distribuidos en los tres municipios.

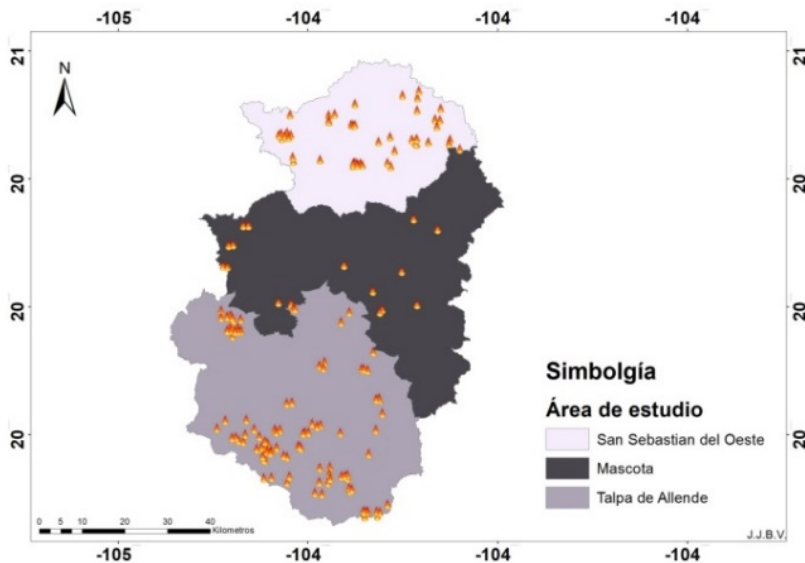
Figura 4. Puntos de calor detectados en la Región Sierra Occidental del año 2015.



Fuente: Datos de Sistema de Alerta de Incendios, elaboración propia.

Para el año 2016 se observa un cambio drástico en comparación con el 2015, adicionalmente a los efectos naturales y antropogénicos que se presentaron en el año 2016 manifestado un déficit de precipitación en el temporal húmedo del 2015 lo que puede ser una de las posibles consecuencias del aumento de incendios, (figura 5).

Figura 5. Puntos de calor detectados en la Región Sierra Occidental del año 2018.



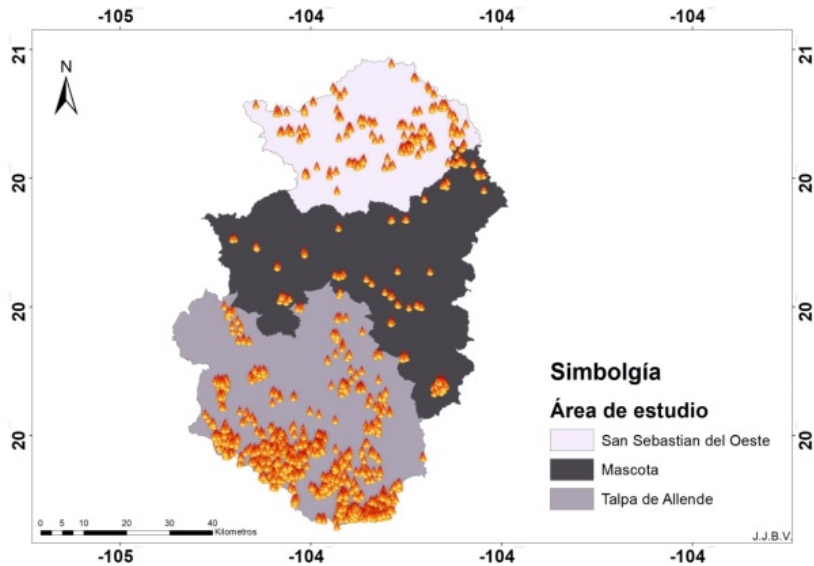
Fuente: Datos de Sistema de Alerta de Incendios, elaboración propia.

Finalmente, el año 2018 fue el segundo más intenso en el periodo de estudio observándose la dinámica en los municipios, pero se observa un incremento espacio-temporal en el municipio de San Sebastián del Oeste las cuales en relación a lo registrado por CONAFOR puede tener diversos factores, (figura 6).

Una vez terminado el análisis con el uso de los SIG se comparó los resultados en donde se obtuvieron un total de 165 incendios forestales del 2015 al 2018 siendo el año 2016 y 2017 con un total de 40 y 64, para el 2018 se reportaron 39, mientras que el año con menor incendios forestales fue el 2015 con solo 22 incendios forestales en el cual se observa una relación entre lo observado y lo pronosticado, (figura 7).

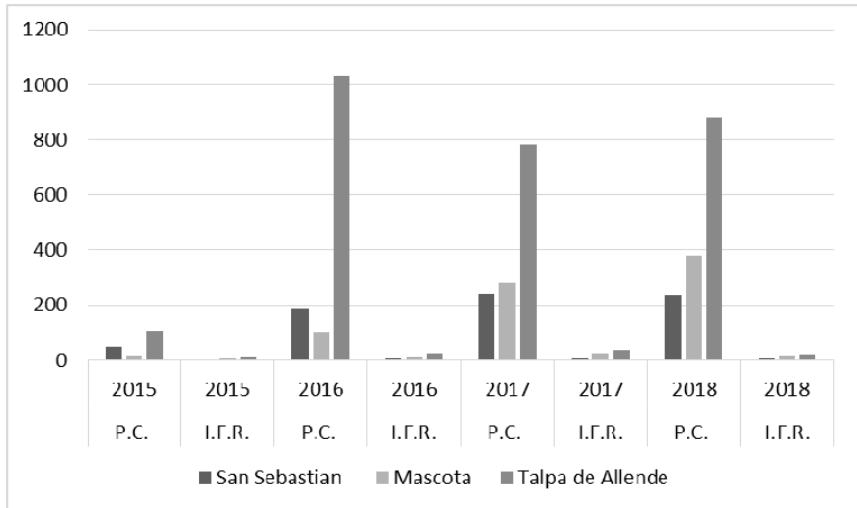


Figura 6. Puntos de calor detectados en la Región Sierra Occidental del año 2016.



Fuente: Datos de Sistema de Alerta de Incendios, elaboración propia.

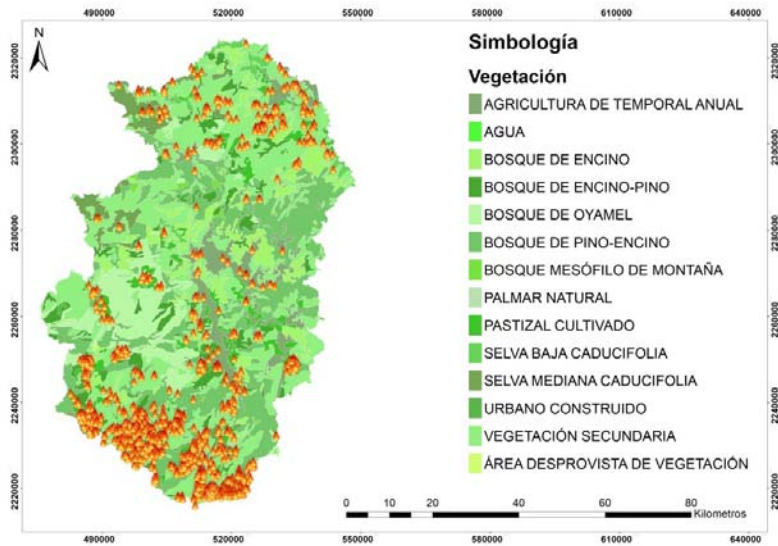
Figura 7. Comparación de puntos de calor (P.C) registrados, con los incendios forestales reportados (I.F.R.).



Fuente: datos de la CONAFOR.

La vegetación más afectada de todos los años fue el bosque de pino-encino el cual está relacionado con la vegetación mayormente utilizada en la deforestación mientras que las zonas urbanas son las que presentaron el menor registro, (figura 8).

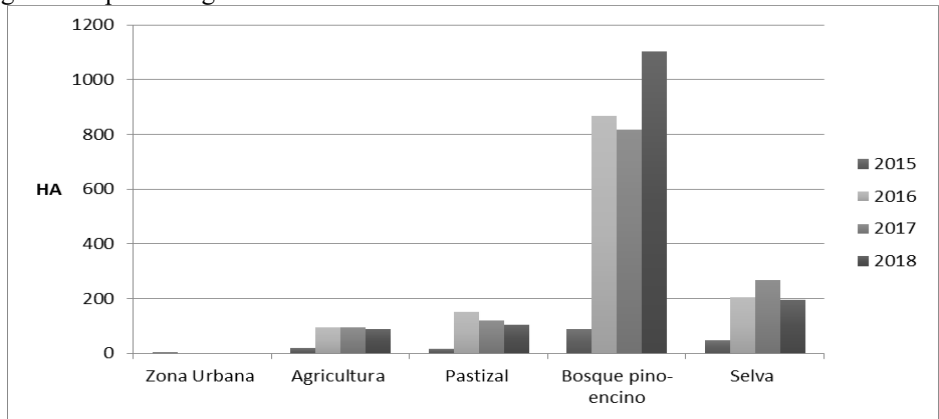
Figura 8. Puntos de calor detectados en la Región Sierra Occidental del año 2016.



Fuente: Elaboración propia.

La zona de agricultura en el año 2015 presento el menor número de incidentes en comparación con el resto de los años de la gráfica mientras que las zonas de bosque y selva presentaron el mayor efecto en la región, (figura 9).

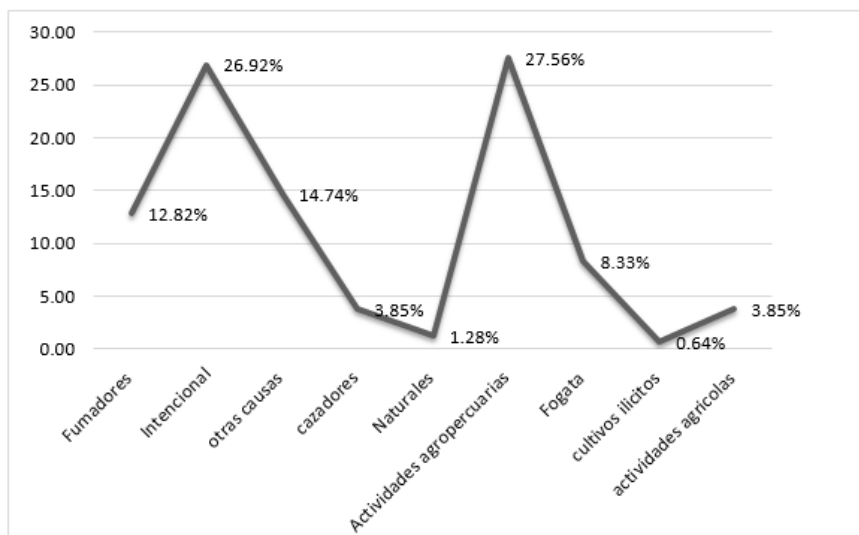
Figura 9. Tipo de Vegetación afectada.



Fuente: Datos de CONAFOR, elaboración propia.

Por último y de acuerdo con lo reportado por las instituciones encargadas del monitoreo, los ejidatarios y las corporaciones de protección civil reportan que el 27.56% es debido a las actividades agropecuarias, en donde Talpa de Allende es quien tiene el mayor número de registros, seguido del 26.92% los cuales son reportados como intencionales, principalmente vandalismo, y por el otro sector los registros con menor porcentaje son: los cultivos ilícitos con un 0.64% y los naturales con el 1.28%, entre las otras causas podemos mencionar a cazadores, actividades agrícolas, fumadores y fogatas, (figura 10).

Figura 10. Principales causas de los incendios forestales en la región de estudio.



Fuente: Datos de CONAFOR, elaboración propia.

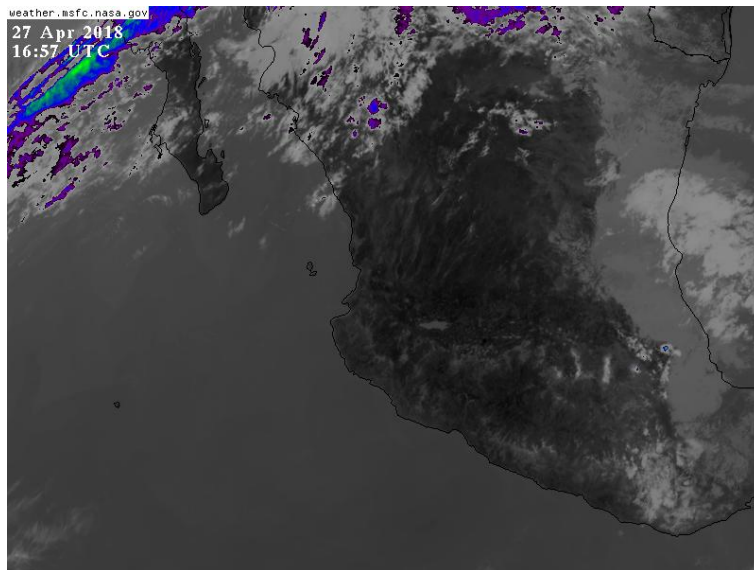
Con esto se puede establecer que los periodos secos observados a inicios de los años comprendidos generalmente de enero a junio son las épocas donde más se presentan registros o reportes en cada uno de los años de las esto concuerda con lo reportado para la zona de Jalisco. Así se puede destacar que aun que se está analizando de manera más específica la dinámica de los incendios en la región, el patrón bimodal, característico del área de la región de estudio es similar a la que presenta la región costa norte de Jalisco (Morales, 2019).

### 3.1. Asociación de los Incendios Forestales con los Sistemas Atmosféricos

De acuerdo con el análisis de secuencia de imágenes GOES, para identificar los sistemas meteorológicos frecuentes asociados a los puntos de calor, por las condiciones previas que favorecieron los incendios, tales como altas temperaturas, bajo nivel de humedad y vientos fuertes, que junto a un descuido causaron el brote de incendios forestales. Los principales sistemas fueron:

Los sistemas de alta presión son una zona donde la presión es mayor que en los alrededores y los vientos giran a favor de las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Están caracterizados por provocar tiempo soleado y ausencia de nubes (figura 11). Debido a la subsidencia, el viento es seco y por tal razón el ambiente soleado propicia el incremento de temperaturas, situación que se torna favorable para la ocurrencia de incendios forestales.

Figura 11. Imagen de Vapor GOES, muestra un sistema de alta presión que muestra tiempo soleado frente a las costas del occidente de México.

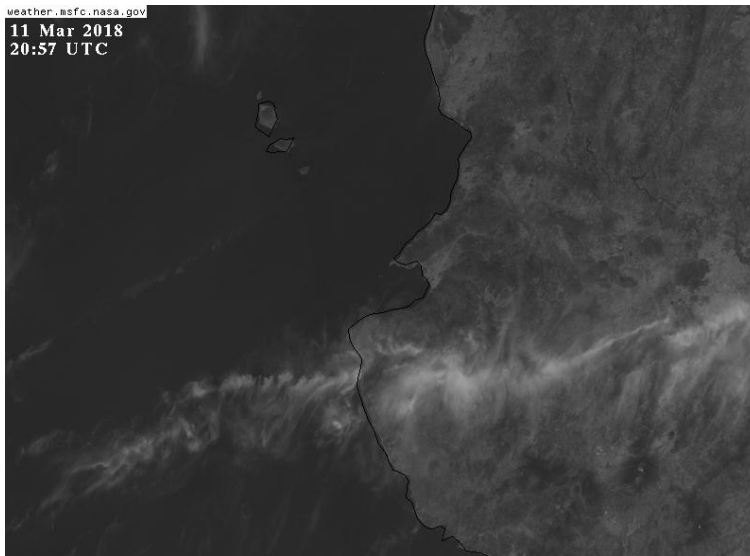


Fuente: MSFC.

Los jets de niveles bajos son vientos en forma de chorro a escala local muy asociados al jet subtropical que se localiza en la atmósfera superior. Generan cambios en la velocidad y dirección del viento en forma súbita, porque están relacionados a la topografía local. Es muy importante monitorear este tipo de vientos durante el combate de incendios forestales, es causante de la muerte de los apaga fuegos, por que cambia el sentido de las llamas en forma súbita con la nueva dirección del viento, (figura 12).

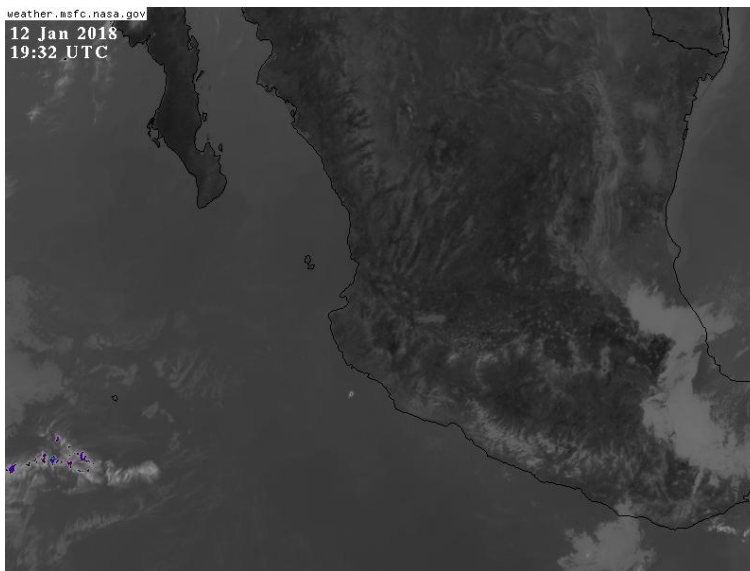
Los jets subtropicales o corrientes en chorro son una corriente de vientos máximos en la altura donde interactúan dos masas de aire de distinta densidad, donde la variación de temperatura crea gradientes de presión, las cuales modifican la fuerza del viento. Una característica muy particular es que son serpenteantes, es decir, tienden a dar vueltas. Este viento vespertino ocurre de forma imprevista, el viento se lleva al fuego en forma de chispas, fuera del área de control de cualquier quema agrícola. Figura 12. Imagen GOES de una imagen de banda visible del 11 de mayo del 2018, de un jet de niveles bajos en la región de estudio durante el temporal de estiaje.

Figura 12. Imagen GOES de una imagen de banda visible del 11 de mayo del 2018, de un jet de niveles bajos en la región de estudio durante el temporal de estiaje.



Fuente: MSFC.

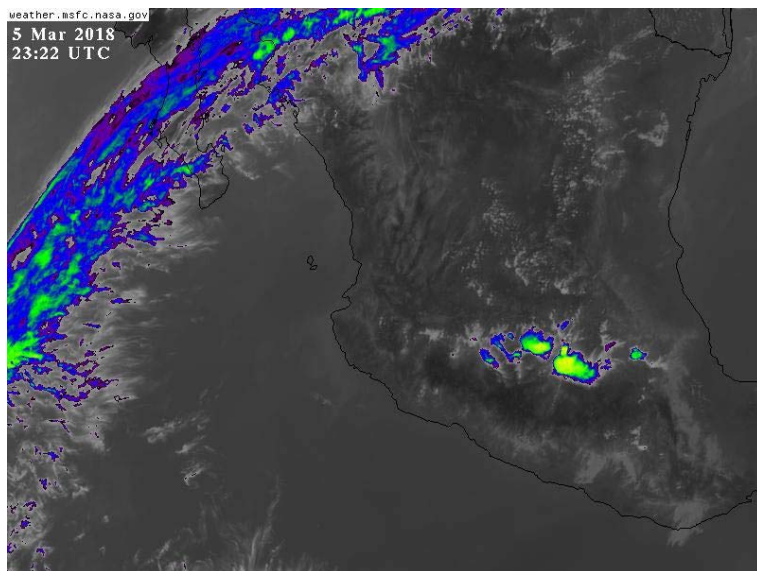
Figura 13. Imagen de Vapor GOES del 12 de enero del 2018 muestra un anticiclón frente a las costas del occidente de México.



Fuente: MSFC.

El anticiclón es prácticamente un sistema de alta presión, pero con valores más altos. El núcleo central presenta generalmente tiempo despejado con fuerte tendencia a la sequía (figura 13).

Figura 14. Imagen de Vapor GOES del 18 de marzo del 2005 de un anticiclón frente a las costas del occidente de México.



Fuente: Unisys.

Este sistema pasaría desapercibido cuando se desplaza por una zona con una velocidad de traslado común, sin embargo, en algunos casos, tal sistema logra mantenerse casi-estacionario, cuando esto ocurre las temperaturas aumentan día con día y se denomina onda de calor, que pueden provocar valores de temperatura extremos; a su vez la humedad relativa registra las máximas caídas que responde a los valores extremos de temperatura, esto coincide con las fuertes sequías (figura 14).

#### 4. Conclusiones

Los puntos de calor son una estimación por medio de los Sistemas de Información Geográficos para lugares en los cuales se tiene nulo o poco acceso, por la falta de recursos, por la dificultad que se presenta para acceder a ellos y/o no contar con el personal suficiente, por ende, se convierte en una herramienta útil.

Lo expuesto a lo largo de este trabajo permite arribar a las siguientes conclusiones: En cuanto al periodo del 2015 al 2018 el número de incendios incremento conforme fue avanzando el tiempo se asume a que es debido principalmente al aumento de actividad agropecuaria. En relación a la pérdida de estiaje, la gran mayoría de incendios se

registraron durante este periodo, sin embargo, se observaron puntos de calor fuera de este periodo. Se cree que estos fueron ocasionados intencionalmente afectado principalmente a las zonas de bosque pino-encino. Por tanto, gran parte de los incendios forestales son ocasionados por actividades antropogénicas, y solo el 1.28% de los incendios forestales son por causas naturales a partir de la caída de los rayos. Talpa de Allende fue el municipio que mostro un mayor porcentaje de incendios forestales durante los años del 2015 al 2018 eso puede ser debido a que es un municipio enfocado a las activadas agropecuarias.

La vegetación más afectada ha sido el bosque de pino-encino y el pastizal cultivado. Las variables atmosféricas juegan un papel importante en la temporada de estiaje, ya que pueden propiciar que las quemas puedan salirse de control.

El abandono de las actividades tradicionales en el medio rural junto con el aumento de la presión humana sobre el territorio constituye las principales causas de la aparición de los grandes incendios forestales.

Los incendios forestales se comportan mediante patrones lógicos, previsibles y modelizables. El conocimiento de estos patrones por parte de los diferentes agentes implicados permitirá racionalizar el debate sobre los incendios forestales reconduciéndolo hacia aquellos aspectos mejorables en el marco de una política integrada de gestión del riesgo de incendios, que contemple las distintas actividades que se desarrollan en el territorio.

Por este motivo, se debe mejorar el conocimiento y potenciar las medidas de disminución del riesgo de incendios actuando sobre el combustible haciendo especial referente a los costos económicos y a los beneficios obtenidos en relación con el ahorro que se pudiera generar al estar en medio de extinción y prevención convencionales y reducción de daños sobre los terrenos quemados.

Es necesario que las administraciones públicas apoyen la investigación para identificar e investigar que estructuras forestales son menos combustibles y más resilientes frente al fuego y poder ofrecer directrices concretas, prácticas y viables de gestión selvícola que los gestores y los propietarios forestales puedan adoptar.

## 5. Referencias bibliográficas

- Arancibia, M. E. (2008). El Uso de Los Sistemas de Información Geográfica -SIG- En La Planificación Estratégica de Los Recursos Energéticos. Polis (Santiago).7(20).
- Carreón-Arroyo, G., Gómez, A., Chávez, C., Austria, Y., Corzo, M. & Sepúlveda, C. (2006). Percepción social del manejo y prevención de incendios forestales, en seis comunidades de la Selva Lacandona, Chiapas, México. Informe Técnico Final. NATURALIA. Conservation International. PARKSWATCH. México.43.
- Castillo, M., Pedernera, P., & Peña, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. Revista Ambiente & Desarrollo de CIPMA, 19 (3 y 4), 44-53.
- CENAPRED. (2008). Incendios Forestales. Recuperado de: <http://www.cenapred.gob.mx>
- CENAPRED. (2016). Incendios Forestales  
Recuperado de: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/115.pdf>
- Cochrane, M. A. (2003). Fire science for rainforests. Nature. 421, 913-919.

- Comisión Nacional Forestal (2010). Incendios Forestales: Guía práctica para comunicadores. Jalisco, México.
- Díaz-Hormazábal, I., & González, M. E. (2016). Análisis espacio-temporal de los incendios forestales en la region de Maule, Chile. *Bosque*. 147-158.
- Esparza, F. (s.f.). El fuego o combustión. Bomberos de Navarra Nafarroako Suhiltzaileak.
- Flores-Garnica, J.G. (2014). Sistema de información y monitoreo de incendios forestales en México. Recuperado de: [https://www.conafor.gob.mx/innovacion\\_forestal/?p=570](https://www.conafor.gob.mx/innovacion_forestal/?p=570).
- INE. (2000). Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Montes Azules. SEMARNAP. Instituto Nacional de Ecología. México. 256.
- INEGI. (2013). Jalisco cuarto Estado en número de incendios forestales a nivel nacional y el séptimo en superficie siniestrada. Recuperado de: [https://iieg.gob.mx/contenido/GeografiaMedioAmbiente/iteritorial\\_notatecnica\\_04\\_2013.pdf](https://iieg.gob.mx/contenido/GeografiaMedioAmbiente/iteritorial_notatecnica_04_2013.pdf)
- INEGI. (2016). 'Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI (Capa Union)', escala: 1:250 000. Edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- Jalisco Gobierno del Estado. (s.f.). Mascota. Recuperado de <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/mascota>
- Jalisco Gobierno Del Estado. (s.f.). San Sebastián del Oeste. Recuperado de <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/san-sebastian-del-oeste>
- Jalisco Gobierno del Estado. (s.f.). Talpa de Allende. Recuperado de <https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/talpa-de-allende>
- Juárez-Orozco, S. (2008). Forest Fire Risk Model for Michoacan, México. Master in Sciences Degree Thesis. International Institute for Geo-information Science and Earth Observations. Enschede, The Netherlands. 84 pp.
- Ministerio De Medio Ambiente Y Recursos Naturales (MMARN). (2010). Mapas de puntos de calor. Recuperado de: <http://www.marn.gob.sv/mapas-de-puntos-de-calor/>
- NASA. (2014). National Aeronautics and Space Administration. Recuperado de: <http://modis.gsfc.nasa.gov>.
- Plana, E., Font, M., & Serra, M. (2016). Los incendios forestales, guía para comunicadores y periodistas. Proyecto e FIRECOM. Ediciones CTFC. 32.
- Ressl, R., & Cruz, I. (2012). Detección y monitoreo de incendios forestales mediante imágenes de satélite. *CONABIO. Biodiversitas*. 100,12-13.
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial. (2018). Número de Incendios. Recuperado de Comité Estatal de Prevención y Combate de Incendios Forestales y Manejo del Fuego en Jalisco. Recuperado de: <http://siga.jalisco.gob.mx/incendiosforestales/comparativo.htm>
- Sosa-Pedroza, J., & Martínez-Zúñiga, F. (2009). Los Sistemas de Información Geográfica y Su Aplicación En Enlaces de Comunicaciones. *Científica* 13(1), 27-34.
- Van der Werf, G. R., Randerson, J. T., Collatz, G. J., Giglio, L., Kasibhatla, P. S., Arellano, A. F., Olsen, S. C., & Kasischke, E. S. (2004). Continental-scale partitioning of fire emissions during the 1997 to 2001 El Niño/La Niña Period. *Science*. 303, 73-76.