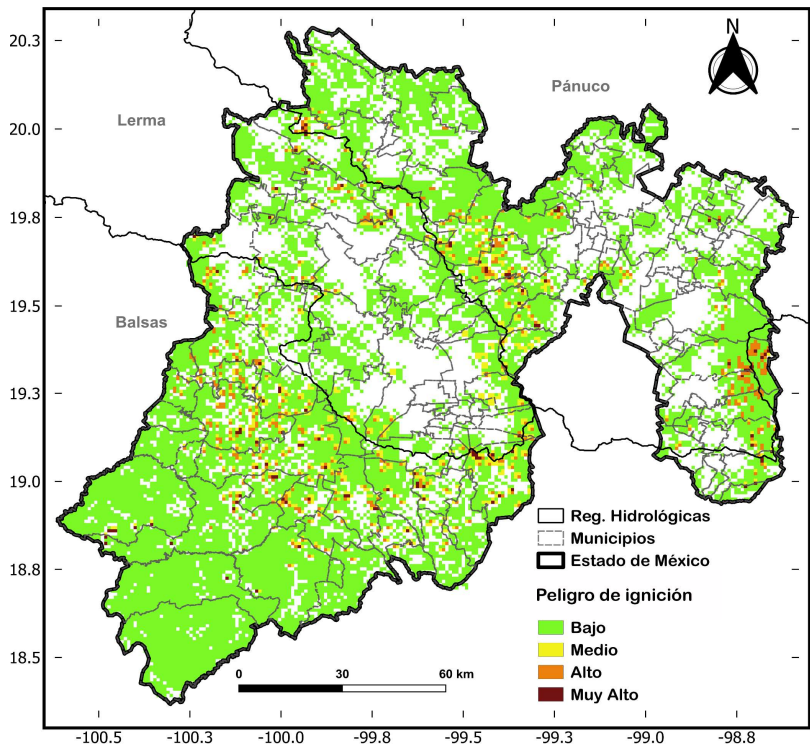




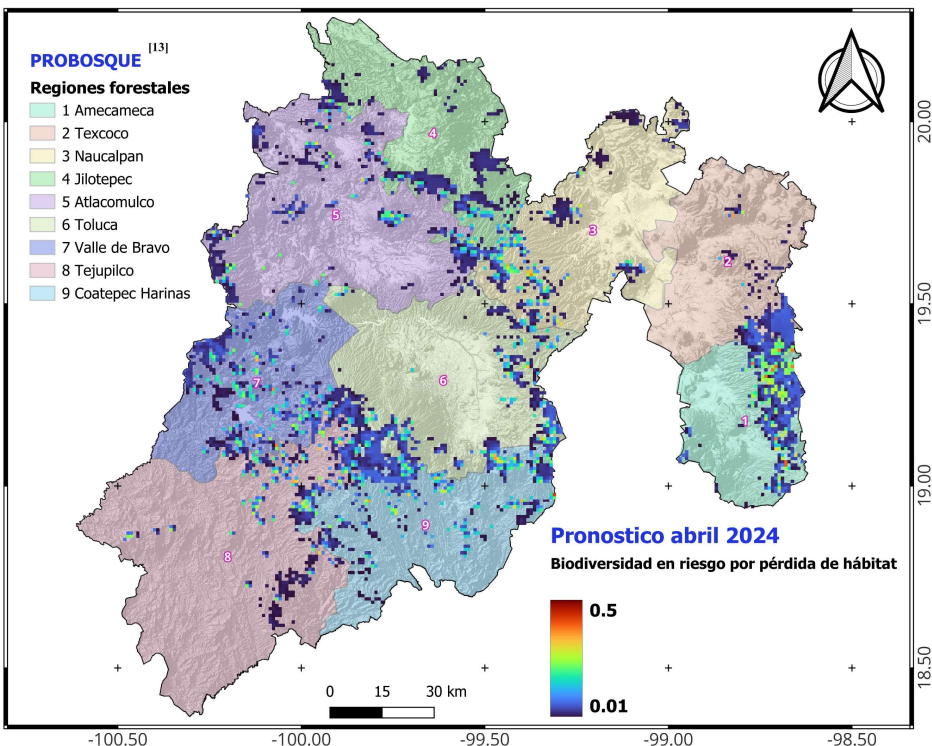
PROBABILIDAD DE IGNICIÓN DE INCENDIOS FORESTALES Y SUS EFECTOS EN LA BIODIVERSIDAD
Y RECURSOS HÍDRICOS DEL ESTADO DE MÉXICO

Abril de 2024
Boletín Num 002

Pronóstico de peligro de ignición
de incendios forestales



Pronóstico de riesgo de la biodiversidad por pérdida de hábitat ante la ocurrencia de incendios forestales



Interpretación del mapa
de peligro de ignición

El mapa muestra los sitios con probabilidad diaria para que ocurra un incendio (resolución espacial de 1 km²). Esta probabilidad se agrupó en 4 rangos que identifican el peligro para que pueda iniciar un incendio en las coberturas de análisis.

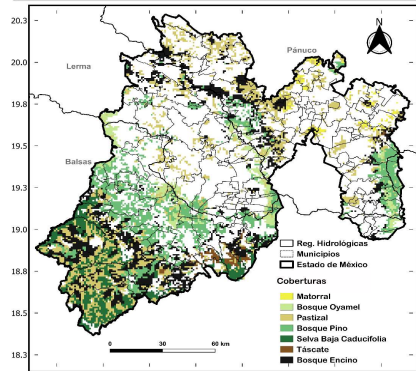
Los rangos se proporcionan en 4 colores de acuerdo a un rango de probabilidad y peligro de ignición, como se describe a continuación:

- verde:** peligro bajo de ignición
probabilidad de ocurrencia menor a 0.25
- amarillo:** peligro mediano de ignición
probabilidad de ocurrencia entre 0.25 y 0.50
- anaranjado:** peligro alto de ignición
probabilidad de ocurrencia entre 0.50 y 0.75
- rojo:** peligro muy alto de ignición
probabilidad de ocurrencia mayor a 0.75

Los sitios identifican, mediante un análisis estadístico, los factores más significativos que en conjunto influyen en la ignición de un incendio forestal y determinan la ocurrencia de este fenómeno. Es decir, se muestran las condiciones ideales para que se inicie un incendio, sobre todo en las zonas de color anaranjado y rojo.

Para que se inicie un incendio en las zonas con mayor peligro, solo falta una chispa. Pero lamentablemente, el ser humano provoca esta chispa en más del 99% de los casos.

Coberturas



Información complementaria

Modelo para obtención del peligro de ignición de incendios forestales

Variables:

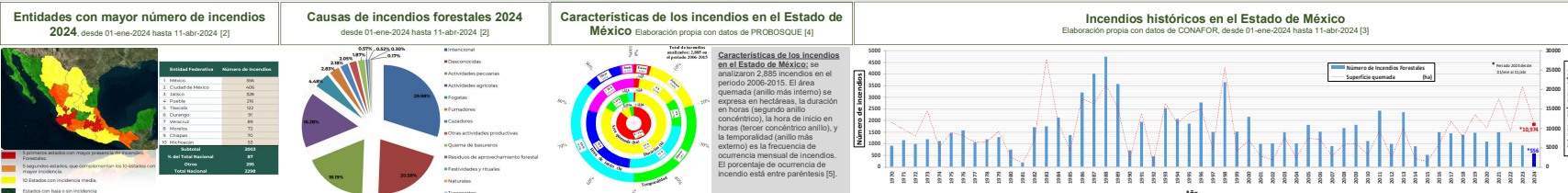
- Estáticas:**
 - Elevación
 - Orientación de laderas
 - Pendiente de laderas
 - Distancia a vías de comunicación (carreteras, trenes)
- Dinámica:**
 - Dias consecutivos con déficit de humedad, estimados con base en el índice de sequía meteorológica SPEI (*Standardized Precipitation Evapotranspiration Index*, por sus siglas en inglés).

Interacción de variables que determinan el comportamiento de un incendio: cuando existe mayor temperatura y menor precipitación, los combustibles como los pastos y matorrales pierden humedad (los combustibles secos facilitan la propagación de incendios forestales). La velocidad y dirección del viento favorece la deshidratación de combustibles e incide en el comportamiento del fuego. Una pendiente abrupta facilita el aumento de la velocidad del viento y la formación de corrientes de convección. La orientación de una ladera está relacionada con la cantidad de insolación que reciben los combustibles, lo cual se manifiesta en la humedad del ambiente y en el contenido de humedad de estos materiales. La precipitación en las zonas boscosas es la fuente principal de la humedad contenida en el suelo, aire y en los combustibles, por lo cual la temporada de incendios forestales está vinculada fuertemente con la temporada de estiaje. La distancia a las viviendas es un factor humano vinculado con la ocurrencia y propagación de incendios forestales. Cerca de estas vías de comunicación, los fumadores arrojan fósforos o cigarrillos encendidos, se hacen fogatas, existen líneas eléctricas susceptibles a caerse o que rozan los árboles, hay accidentes vehiculares, se generan chispas en vehículos o maquinaria, se da mantenimiento a bordes carreteros y quema de basura [1].

Coberturas de análisis: se consideraron las especies de bosques y demás coberturas vegetales más representativas del Estado de México, las cuales fueron: bosque de encino, bosque de oyamel, bosque de pino, matorrales, pastizales, selva baja caducifolia y tásate.

Modelos de análisis: las variables antes mencionadas se integraron en 6 modelos mensuales de Regresión Logística (enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio). El objetivo consistió identificar zonas con peligro de ignición de incendios forestales en tiempo cuasi real con un nivel de confianza de más del 95%, para participarse al fenómeno y coadyuvar con la mejor forma de mitigar los incendios.

Incendios nacionales y en el Estado de México

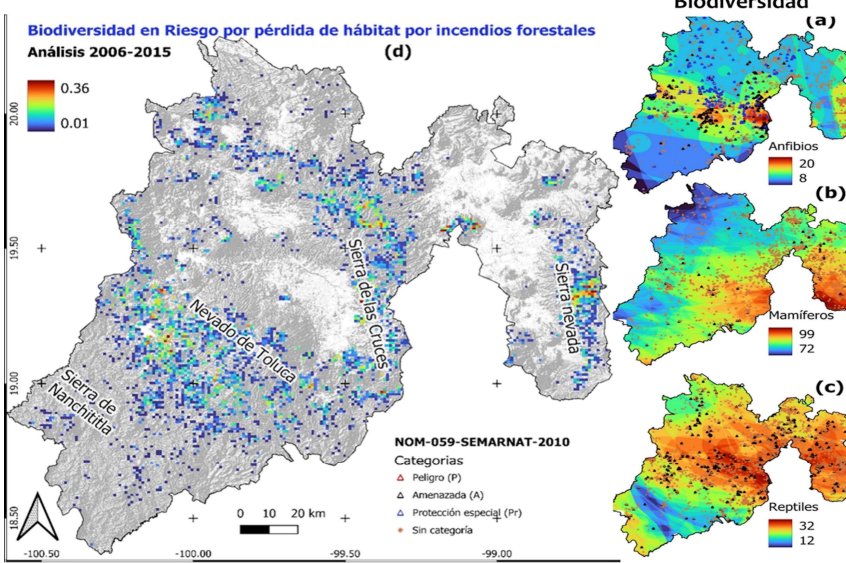


Interpretación de vulnerabilidad de la biodiversidad a la ocurrencia de incendios

Bases de datos de biodiversidad
Se analizó la vulnerabilidad de la biodiversidad (Anfibios, Mamíferos y Reptiles) por pérdida de hábitat ante la ocurrencia de incendios forestales. Se integraron las bases de datos de biodiversidad de la IUCN [1] y CONABIO-SNB [2].
Peligro
Se determinó la frecuencia de incendios ocurridos durante el periodo 2006-2015 [8] y se identificaron pixeles de incendio recurrentes. Se identificaron categorías de riesgo a nivel pixel (1 km).
Exposición
El área de interés se limitó a la distribución de coberturas vegetales [9], dejando fuera aquellos incendios ocurridos en zonas agrícolas y asentamientos humanos.
Vulnerabilidad
Se integró la información espacial y categórica de la IUCN para cada grupo (anfibios, mamíferos y reptiles). Se enfatizó en las categorías: en Peligro de extinción, Amenazada y bajo Protección especial. Se determinó la riqueza de especies en el territorio nacional, es decir, la diversidad alfa. Los resultados se delimitaron espacialmente al Estado de México.

- REFERENCIAS:**
- [1] Vilchis-Francés, A. Y., Díaz-Delgado, C., Magaña-Lora, D., Bá, K. M., & Gómez-Alboreo, M. A. (2015). Modelado espacial para peligro de incendios forestales con predicción diaria en la cuenca del río Balsas. *Agrociencia*, 49(7), 803-820. [https://www.scielo.org/mx/scielo.php?pid=S1405-1160\(2015\)0007&script=abstract](https://www.scielo.org/mx/scielo.php?pid=S1405-1160(2015)0007&script=abstract)
 - [2] CONAFOR (2024a). Reporte Semanal Nacional de Incendios Forestales - Información preliminar del 01 de enero al 07 de marzo. Comisión Nacional Forestal. Recuperado el 14 de marzo de 2024, de <https://www.gob.mx/conafor>
 - [3] CONAFOR (2024b). Cuentas Estadísticas de Incendios Forestales. Comisión Nacional Forestal. Recuperado el 14 de marzo de 2024, de <https://www.gob.mx/conafor>
 - [4] PROBOSQUE (2019). Reporte diario de incendios 2006 a 2019. *Protección de Bosques del Estado de México*.
 - [5] Vilchis-Francés, A. Y., Díaz-Delgado, C., Becerril-Piña, R., Mastachi-Losa, C. A., Gómez-Alboreo, M. A., & Bá, K. M. (2021). Daily prediction modeling of forest fire ignition using meteorological drought indices in the Mexican highlands. *Forest-Biosciences and Forestry*, 14(5), 437. <https://doi.org/10.38272/biof.2021.14.5>
 - [6] IUCN (2012). Red List Categories and Criteria, Version 3.1. Second. Switzerland. ISBN 978-2-8317-1435-6. Recuperado de: <https://www.iucnredlist.org/resources/species-data-download>
 - [7] CONABIO-Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNB). Registros de Ejemplares 2024. Recuperado de: <https://www.snib.mexgob.mx/encuestas/encuestas>
 - [8] PROBOSQUE (2016). Base de datos de registro de incendios ocurridos en el Estado de México. Periodo (2006-2015).
 - [9] INEGI (2013). Serie V. Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, México.
 - [10] Mastachi-Losa, C. A., Paredes-Tamayo, J., Becerril-Piña, R., Ruiz-Gómez, M. L., Rangel-Parrón, C., Díaz-Delgado, C. (2024). The houses burning: Assessment of habitat loss due to wildfires in Central Mexico. *Fire*, 17(134). <https://doi.org/10.3390/fire7040134>
 - [11] INEGI (2016). Estadísticas a propósito del día internacional de los bosques. INEGI. Recuperado el 15 de marzo de 2024, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/subtemas/temas/2016/boqueas2016_0.pdf
 - [12] NASA (2021). Impactos Post-Incendio: Recursos Hídricos y Desastres. NASA's Applied Remote Sensing Training Program. Recuperado el 14 de marzo de 2024, de https://www.researchgate.net/publication/352242054_Post_Fire_Science
 - [13] PROBOSQUE (2024). Regiones forestales. Recuperado y modificado el 22 de abril de 2024 de: https://probosque.edomex.gob.mx/actividades_preventivas (acceso 22 de abril 2024)

Distribución de anfibios (a), mamíferos (b) y reptiles (c) y categoría de conservación (d) [10]



Importancia del recurso forestal en la producción de recursos hídricos

A nivel mundial, los bosques llegan a producir el 75% del agua dulce utilizada para satisfacer de las necesidades domésticas, agrícolas, industriales y ecológicas. Las cuencas hidrográficas arboladas son fuente primordial de agua potable para un tercio de las ciudades más grandes del mundo. Los bosques, gestionados de forma sostenible, contribuyen en la disminución de la erosión del suelo y acumulación de sedimentos en los cuerpos de agua (humedales, estanques, lagos, arroyos y ríos), ya que detienen o filtran los contaminantes del agua en la hojarasca, lo que permite una disponibilidad regular de agua superficial y subterránea de alta calidad [11].

Efectos de los incendios en los recursos hídricos [12]

- A corto plazo:**
- La erosión y escurrimiento procedente de áreas quemadas transportan sedimentos, residuos y químicos (cenizas, nitratos, y bacterias) hacia arroyos, ríos, lagos y reservorios de agua, afectando la calidad del agua potable.
 - Las operaciones de las plantas de tratamiento de agua pueden interrumpirse, lo que a menudo resulta en el cambio del suministro de agua de origen al agua almacenada u otras fuentes secundarias.
 - Los incendios forestales destruyen bosques/vegetación dejando el suelo quemado químicamente alterado por las altas temperaturas. Entonces el suelo se vuelve estéril y sin poder absorber agua (hidrófobo). Como resultado, las lluvias moderadas a fuertes en un post-incendio pueden provocar crecidas repentinas, flujos de escombros y hasta derrumbes.
 - El riesgo de inundación sigue siendo mayor hasta que se restaure la vegetación y puede tardar hasta 5 años después de un incendio forestal.
 - Con más escombros sueltos y mayor escorrente/erosión, las pendientes empinadas tienen un riesgo elevado de flujos de escombros después de los incendios forestales. Las lluvias con intervalos de recurrencia de 1 a 2 años pueden iniciar la actividad de flujos de escombros.
- A largo plazo:**
- Los incendios pueden alterar las características de las cuencas hidrográficas y patrones de flujo superficial.
 - Los cambios en la química del agua potable pueden forzar cambios en el tratamiento del agua.

Recomendaciones generales para evitar, reducir y mitigar incendios forestales

- Evitar arrojar colillas de cigarrillo aún encendidas.
- Asegurarse que las fogatas estén bien apagadas con agua o tierra al terminar de usarlas.
- No dejar vidrios y botellas que puedan iniciar un incendio por el efecto lupa.
- Hacer uso del fuego responsablemente de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SEMARNAT-SAGARPA-2007, que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario, disponible en: https://www.dof.gob.mx/info_detalle.php?codigo=5654871&fecha=13/06/2022&pgc-tab=0

Equipo de investigación y desarrollo tecnológico



Cómo citar esta obra:
Vilchis-Francés, A.Y., Díaz Delgado, C., Arévalo Mejía, R., Becerril Piña, R., Torres Maya, A., Mastachi Liza, C. A., García Pulido, D., Posadas Bejarano, A., Bá, K. y Esteller, M. V. (2024). Sistema de alerta temprana de incendios para el Estado de México: mes de ABRIL-DEL 2024. Red Lerma, Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua, Universidad Autónoma del Estado de México. Registro Inductor (México): en trámite.

Contacto: Dr. Carlos Díaz Delgado, coordinador de proyectos estratégicos cdiazd@uamex.mx