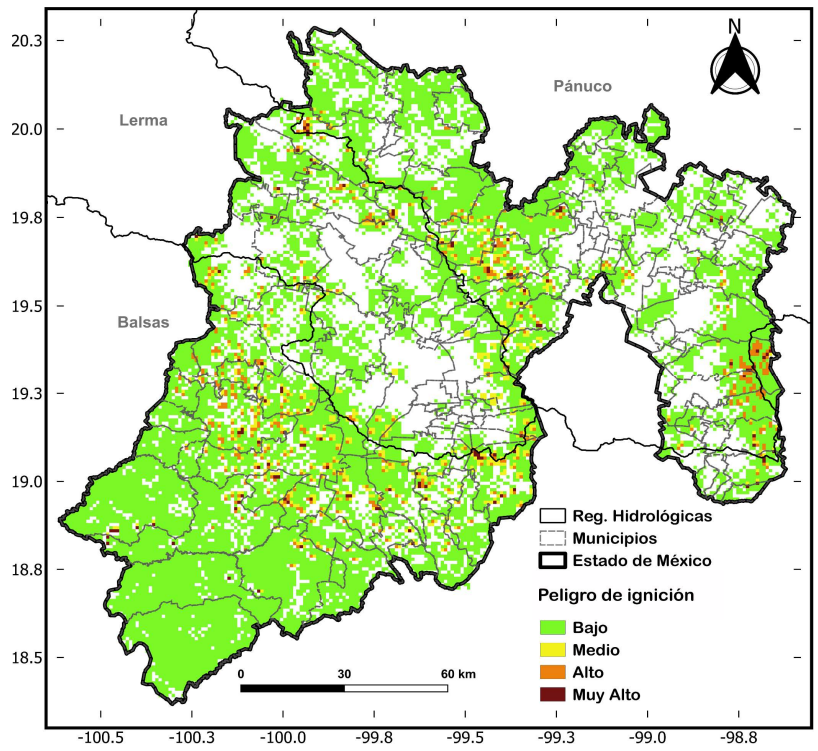
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
INSTITUTO INTERAMERICANO DE TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DEL AGUA
COORDINACIÓN DE PROYECTOS ESTRATÉGICOS
SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE INCENDIOS FORESTALES

IITCA
Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua
Coordinación de Proyectos Estratégicos

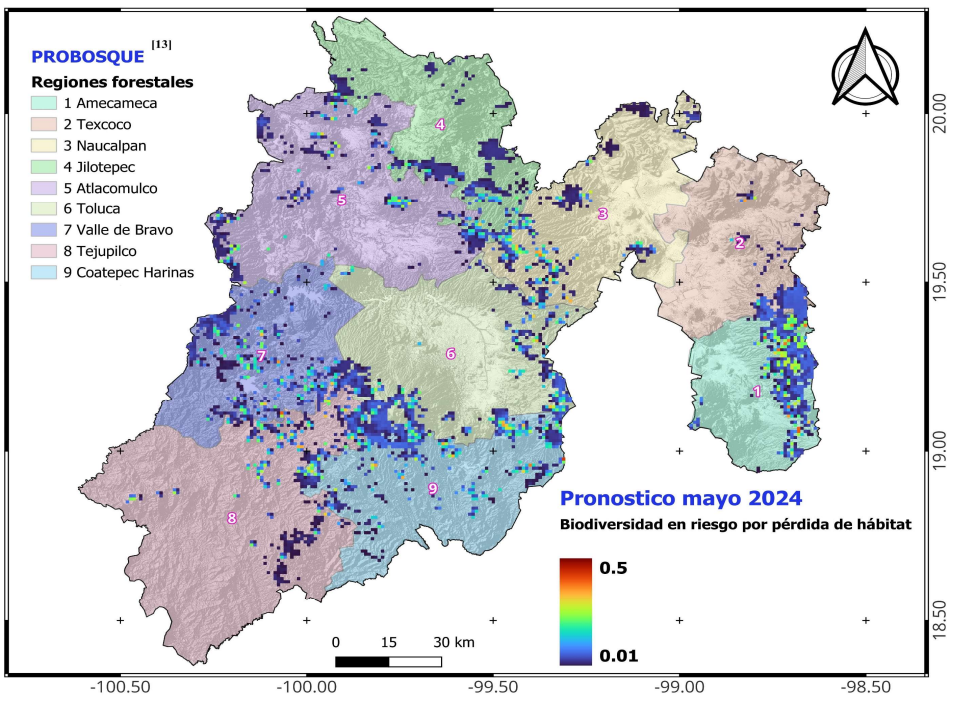
PROBABILIDAD DE IGNICIÓN DE INCENDIOS FORESTALES Y SUS EFECTOS EN LA BIODIVERSIDAD Y RECURSOS HÍDRICOS DEL ESTADO DE MÉXICO

Mayo de 2024
Boletín Num 003

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
probailidad de ocurrencia menor a 0.25

amarillo: peligro mediode ignición
probailidad de ocurrencia entre 0.25 y 0.50

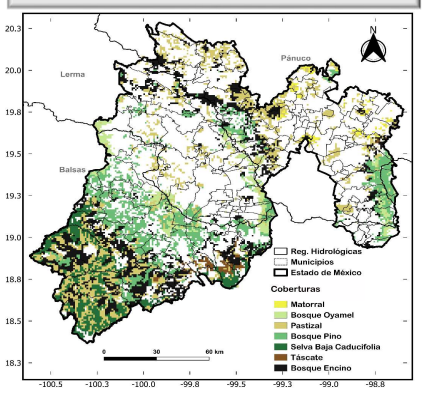
anaranjado: peligro alto de ignición
probailidad de ocurrencia entre 0.50 y 0.75

rojo: peligro muy alto de ignición
probailidad de ocurrencia mayor a 0.75

Los sitios identifican, mediante un análisis estadístico, los factores más significativos que en conjunto infuyen 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:
- Días 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 vialidades es un factor humano vinculado con la ocurrencia y propagación de incendios forestales. Cerca de estas vías de comunicación, los fumadores arrojan fósforos o cigarros 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 táscate.

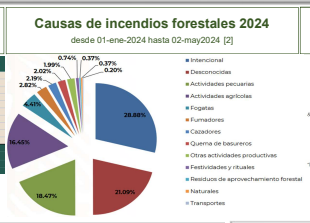
Modelos de análisis: las variables antes mensionadas se integraron en 6 modelos mensuales de Regresión Logística (enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio). El objetivo consistió identificar zonas con peligro de ignición de incendios forestales en tiempo cuasi real con un nivel de confianza de más del 95%, para anticiparse

Incendios nacionales y en el Estado de México

Entidades con mayor número de incendios 2024, desde 01-ene-2024 hasta 02-may-2024 [2]

Entidad Federativa	Número de incendios
1. México	846
2. Ciudad de México	669
3. Jalisco	406
4. Puebla	234
5. Michoacán	168
6. Durango	148
7. Tlaxcala	144
8. Veracruz	117
9. Chiapas	100
10. Chihuahua	100
Subtotal	2014
% del Total Nacional	06
Otros	559
Total Nacional	2573

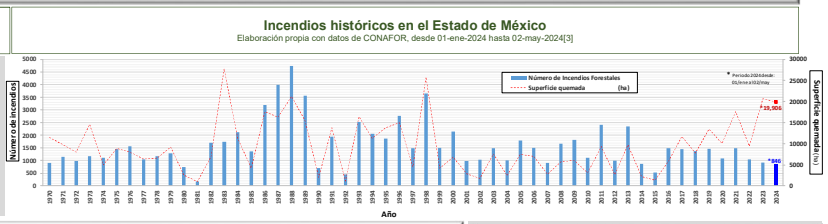
Causas de incendios forestales 2024
desde 01-ene-2024 hasta 02-may2024 [2]



Características de los incendios en el Estado de México Elaboración propia con datos de PROBOSQUE [4]

Características de los incendios en el Estado de México: se analizaron 2,885 incendios en el periodo 2006-2015. El área quemada (anillo más interno) se expresa en hectáreas, la duración en horas (segundo anillo concéntrico), la hora de inicio en horas (tercer concéntrico anillo), y la temporalidad (anillo más externo) es la frecuencia de ocurrencia mensual de incendios. El porcentaje de ocurrencia de incendio está entre paréntesis [5].

Incendios históricos en el Estado de México
Elaboración propia con datos de CONAFOR, desde 01-ene-2024 hasta 02-may-2024[3]



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 2012 [6] y CONABIO-SNIB 2024 [7].

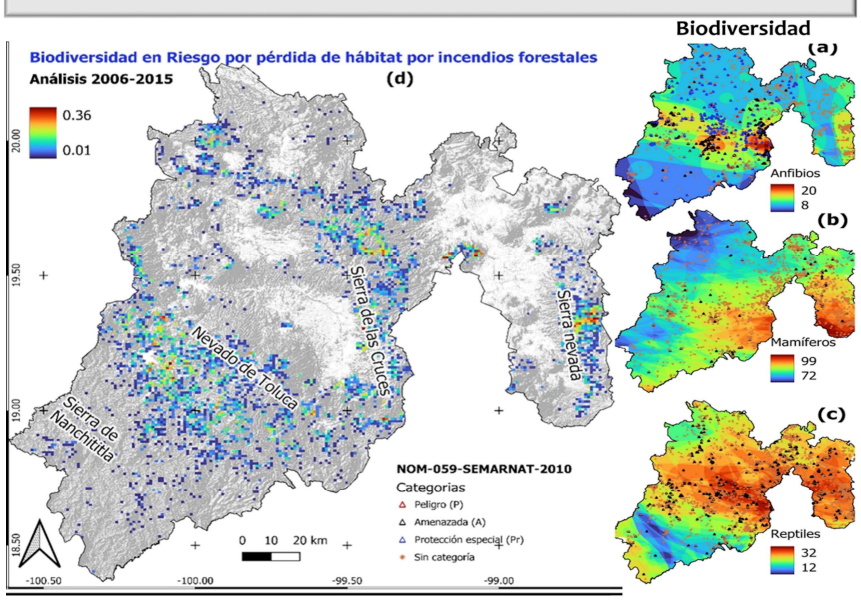
Peligro
Se determinó la frecuencia de incendios ocurridos durante el periodo 2006-2015 [8] y se identificaron pixeles de incendio recurrente. Se identificaron categorías de riesgo a nivel pixel (1 km).

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 para 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.

Riesgo
Se identificaron áreas con riesgo, donde converge el peligro, exposición y vulnerabilidad. Es decir, de forma recurrente se presentan incendios forestales y que además albergan especies con categoría de conservación en la IUCN y NOM-059-SEMARNAT-2010. La cartografía que se presenta no es dinámica, por lo que es una capa estática, cuyo objetivo es hacer visibles las áreas que albergan especies en peligro de extinción, amenazadas, con protección especial y/o endémicas. Donde idealmente deberían tener un plan de manejo y conservación, entorno a la prevención y manejo el fuego, para conservación de la biodiversidad. Los pixeles rojos, naranjas y amarillos indican mayor riesgo a perder biodiversidad por pérdida de habitat ante la ocurrencia de un incendio forestal.

Distribución de anfibios (a), mamíferos (b) y reptiles (c) y categoría de conservación [6] [7]
Mapa de riesgo de la biodiversidad por pérdida de hábitat ante la ocurrencia de incendios forestales (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 satisfacción de las necesidades domésticas, agrícolas, industriales y ecológicas. Las cuencas hidrológicas 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 reservas 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 escorrentía/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 cigarro 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-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007**, que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario, disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5654871&fecha=13/06/2022#gsc.tab=0

REFERENCIAS:

[1] Vilchis-Francés, A. Y., Díaz-Delgado, C., Magaña-Lona, D., Bâ, K. M., & Gómez-Albores, M. Á. (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=S1405-31952015000700008&script=sci_arttext

[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). Cierres Estadísticos 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 2005 a 2019. *Protectora de Bosques del Estado de México*.

[5] Vilchis-Francés, A. Y., Díaz-Delgado, C., Becerril Piña, R., Mastachi Loza, C. A., Gómez-Albores, M. Á., & Bâ, K. M. (2021). Daily prediction modeling of forest fire ignition using meteorological drought indices in the Mexican highlands. *IForest-Biogeosciences and Forestry*, 14(5), 437. https://doi.org/10.3832/ifor3623-014

[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/spatial-data-download

[7] CONABIO-Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNIB). Registros de Ejemplares 2024. Recuperado de: https://www.snib.mx/ejemplares/descarga/

[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-Loza C. A., Paredes Tavares, J., Becerril-Piña R., Ruíz-Gomez M. L., Rangel Patiño C., Díaz-Delgado C. (2024). The houseis burning: Assessment of habitat loss due to wildfires in Central Mexico. Fire. 7(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/saladeprensa/aproposito/2016/bosques2016_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://appliedsciences.nasa.gov/sites/default/files/2021-05/Fire_Part5_Spanish_0.pdf

[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)

Equipo de investigación y desarrollo tecnológico

Dr. Carlos Díaz Delgado
Dra. Aleida Yadira Vilchis Francés
Dr. Ricardo Arévalo Mejía
Era. Rocío Becerril Piña
Er. Adrián Torres Maya
Dr. Carlos Alberto Mastachi Loza
Dr. Daury García Pulido
Mtro. Abad Posadas Bejarano
Dr. Khalidou M. Bâ
Dra. María Vicenta Esteller Alberich

Cómo citar esta obra:
Vilchis-Francés, A.Y, Díaz Delgado, C., Arévalo Mejía, R., Becerril Piña, R., Torres Maya, A., Mastachi Loza, C. A., García Pulido, D., Posadas Bejarano, A., Bâ, 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 Indautor (México): en trámite.

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