



La crisis ecológica de los bosques de oyamel ante el aumento de los incendios

MILAGROS GARCÍA JUÁREZ¹, JONÁS ÁLVAREZ LOPEZTELLO^{1,*}, ARMANDO SUNNY², JOEL PEDRAZA MANDUJANO¹,
YURIANA GÓMEZ ORTIZ¹ Y HUBLESTER DOMÍNGUEZ VEGA¹

¹Universidad Intercultural del Estado de México, Libramiento Francisco Villa s/n, 52060, San Felipe del Progreso, Estado de México, México.

²Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias, Centro de Investigación en Ciencias Biológicas Aplicadas, Instituto Literario 100, 50000, Toluca, Estado de México, México.

*jonas.alvarez@uiem.edu.mx

Resumen: Los incendios forestales en los bosques de oyamel en México, agravados por el cambio climático y las actividades humanas, están afectando su biodiversidad y su capacidad para filtrar agua y capturar carbono. Estos bosques son esenciales para la mariposa monarca y también para la economía local al proveer recursos y sustento a muchas personas. La fragmentación del hábitat y el aumento en la frecuencia de los incendios intensifican su deterioro. Ante este escenario, es urgente aplicar un manejo integral, restaurar las áreas degradadas y establecer políticas de conservación efectivas que aseguren la protección de estos ecosistemas clave para el futuro.

Palabras clave: Biodiversidad, clima, ecosistemas, fragmentación, resiliencia.



Gobierno de
México

Ciencia y Tecnología

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación





Importancia ecológica y económica de los bosques de oyamel:

Los bosques de oyamel (*Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. & Cham.) son esenciales tanto para el equilibrio de la naturaleza como para la vida cotidiana de las personas que viven cerca de ellos. Crecen en zonas montañosas elevadas, donde el clima es fresco y húmedo. En estos lugares, la temperatura suele mantenerse entre los 10 y los 18 grados, y el ambiente conserva mucha humedad. Estas condiciones permiten que la vegetación se regenere de forma natural y ayudan a que el agua de lluvia se filtre hacia el subsuelo, alimentando los manantiales y acuíferos (Figura 1). Gracias a este proceso, estos bosques contribuyen al suministro de agua de más de 12 millones de personas, incluidas grandes ciudades (Araiza-Olivare 2020). Además, los bosques de oyamel son aliados importantes contra el cambio climático. Al igual que otros bosques templados de México, almacenan enormes cantidades de carbono, alrededor de 2.1 gigatoneladas, lo que ayuda a reducir la cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera (CONAFOR 2021). Cuando estos bosques se destruyen por talas o incendios, ese carbono se libera, empeorando el calentamiento global. Por eso, su conservación es fundamental (Sáenz-Romero *et al.* 2012).

Desde el punto de vista económico, los bosques de oyamel son una pieza clave para la vida de más de 400 comunidades rurales. Muchas familias obtienen parte importante de sus ingresos de productos del bosque que no requieren talar árboles, como hongos, frutos, resinas y plantas medicinales. En conjunto, estos recursos generan más de 100 millones de pesos al año (Sáenz-Romero *et al.* 2012). La madera de oyamel también

tiene un papel importante en distintas industrias, lo que fortalece la economía forestal de México. Gracias a esta actividad se generan más de 300,000 empleos en el país y se aporta una cantidad considerable a la economía nacional, superior a los 3,000 millones de dólares del Producto Interno Bruto (SEMARNAT 2020).

Impacto de los incendios forestales en los bosques de oyamel en México:

Los incendios forestales representan una de las mayores amenazas para los bosques de México, y los bosques de oyamel no son la excepción (Figura 2). Cuando ocurre un incendio, no solo se pierde vegetación: también se reduce la biodiversidad, se alteran los ciclos naturales del agua y los nutrientes, y se dificulta que el bosque vuelva a crecer por sí solo. Estos daños afectan a numerosas especies de plantas y animales, incluidas aquellas que solo existen en estas zonas (Ávila-Flores *et al.* 2010). En México, la superficie afectada por incendios ha aumentado alrededor de un 30 % desde el año 2000, lo que significa la pérdida anual de unas 300,000 hectáreas, sobre todo en bosques templados (CONAFOR 2020). En 2021, los bosques de oyamel cubrían unas 172,410 hectáreas (INEGI 2021), pero su extensión ha disminuido de manera notable en los últimos años debido al aumento y la intensidad de los incendios. Este incremento está estrechamente relacionado con la actividad humana y con los efectos del cambio climático, que ha elevado la temperatura global en 1.1 °C desde la era preindustrial (IPCC 2021). Condiciones como olas de calor, sequías, vientos fuertes y baja humedad hacen que el entorno sea más propenso al fuego. Incluso pequeños descuidos, como fogatas mal apagadas o basura que actúa como lupa bajo el



Figura 1. Bosque de oyamel conservado en la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca en la Sierra Chincua del estado de Michoacán (Fotografía: Milagros García Juárez).

sol, pueden desencadenar incendios en un ambiente tan seco.

Las cifras muestran que la mayoría de los incendios en México están vinculados directamente a actividades humanas: se estima que alrededor del 70 % se originan por descuidos como colillas de cigarro, quemas agrícolas o fogatas mal apagadas (INECC 2020). En 2022, se registraron más de 6,000 incendios forestales en el país, afectando unas 150,000 hectáreas, muchas

de ellas en zonas especialmente ricas en biodiversidad (CONAFOR 2021). Como consecuencia, los bosques de oyamel han perdido superficie y calidad ambiental en las últimas décadas (Brower *et al.* 2012). El futuro tampoco es alentador: diversos estudios proyectan que, en las próximas décadas, los incendios serán más frecuentes e intensos debido al calentamiento global (IPCC 2021). Para mediados de siglo, por ejemplo, se espera que las olas de calor extremo sean hasta



Figura 2. Impacto de los incendios forestales sobre los bosques de oyamel (Fotografía: Daylan Ruperto Castillo).

cinco veces más comunes (IPCC 2021). Este patrón genera un ciclo destructivo en el que cada incendio deja al bosque más vulnerable para el siguiente. Un ejemplo reciente ocurrió en 2022, cuando un incendio en el Eje Neovolcánico arrasó más de 10,000 hectáreas, un nivel de daño que antes solo se veía muy ocasionalmente (CONAFOR 2021). Los bosques de oyamel, en particular, son muy sensibles a estos cambios: el aumento de la temperatura, la disminución de la

humedad, las sequías y la proliferación de plagas vinculadas al calor dificultan su regeneración. Todo esto amenaza los servicios ambientales que estos bosques brindan, como la regulación del agua, la captura de carbono y el mantenimiento de hábitats esenciales, entre ellos los utilizados por la mariposa monarca (*Danaus plexippus* Linnaeus, 1758).

Factores detrás de la disminución de los bosques de oyamel: El cambio climático está



modificando las condiciones que los bosques de oyamel necesitan para sobrevivir. El aumento de la temperatura y la reducción de la humedad provocan que el suelo y la vegetación se sequen con mayor rapidez, lo que genera estrés en los árboles. El oyamel requiere ambientes frescos y húmedos para crecer; cuando estas condiciones se pierden, su resistencia disminuye y se vuelve más vulnerable al ataque de plagas y enfermedades (Sáenz-Romero *et al.* 2012). A estos desafíos ambientales se suma la reducción de su hábitat. La expansión agrícola, ganadera y urbana ha desplazado grandes extensiones de bosques de oyamel, hasta el punto de que hoy ocupan menos del 0.1 % del territorio nacional, unas 160,000 hectáreas, concentradas principalmente en el Eje Neovolcánico, en los estados de Michoacán, Estado de México, Puebla y Tlaxcala (Figura 3) (CONAFOR 2021). La tala ilegal y la transformación del bosque en otros usos del suelo han fragmentado su paisaje natural, dividiéndolo en pequeños parches aislados. Esta fragmentación dificulta la regeneración, pues los árboles jóvenes tienen menos espacio para establecerse y las poblaciones pierden conectividad, lo que limita su capacidad de adaptación.

La explotación forestal mal manejada también contribuye a esta problemática. Cuando la extracción de madera no se realiza de manera sostenible, altera la estructura del bosque, reduce la disponibilidad de sombra y humedad, y afecta a las especies que dependen de estas condiciones. En ecosistemas ya debilitados, estos cambios abren la puerta a plagas y enfermedades que pueden propagarse con mayor facilidad. Entre los organismos que más afectan a los oyameles

se encuentran el escarabajo descortezador, diversas especies de muérdagos y hongos patógenos. Estos agentes pueden provocar la muerte de los árboles, especialmente en zonas degradadas o que han sufrido estrés por sequía. Además, la presencia de plantas invasoras complica la recuperación del bosque, pues compiten con los oyameles jóvenes por agua, luz y nutrientes. Los animales invasores, por su parte, pueden alterar las cadenas alimenticias y afectar a las especies nativas que dependen de este ecosistema. Sin acciones de conservación y restauración que reduzcan la fragmentación, controlen las plagas y recuperen las condiciones ambientales adecuadas, los bosques de oyamel podrían seguir disminuyendo, poniendo en riesgo los servicios que brindan y la biodiversidad que resguardan.

Consecuencias socioecológicas de la pérdida de bosques de oyamel: La pérdida de los bosques de oyamel no solo afecta a la biodiversidad, sino también a la vida diaria de miles de personas. En muchas regiones rurales, estos bosques son una fuente directa de alimentos, medicinas y recursos esenciales. Más de 400 comunidades dependen de productos forestales no maderables, como hongos comestibles, frutos silvestres, resinas y plantas medicinales, que forman parte importante de su economía familiar. Cuando ocurren incendios, estos recursos desaparecen temporal o permanentemente, dejando a más de 2,000 familias sin una de sus principales fuentes de ingreso (Sáenz-Romero *et al.* 2012).

La pérdida de los bosques también impacta actividades económicas más amplias. La madera de oyamel es utilizada en distintas industrias; por ello, cada incendio afecta no solo a los recolec-

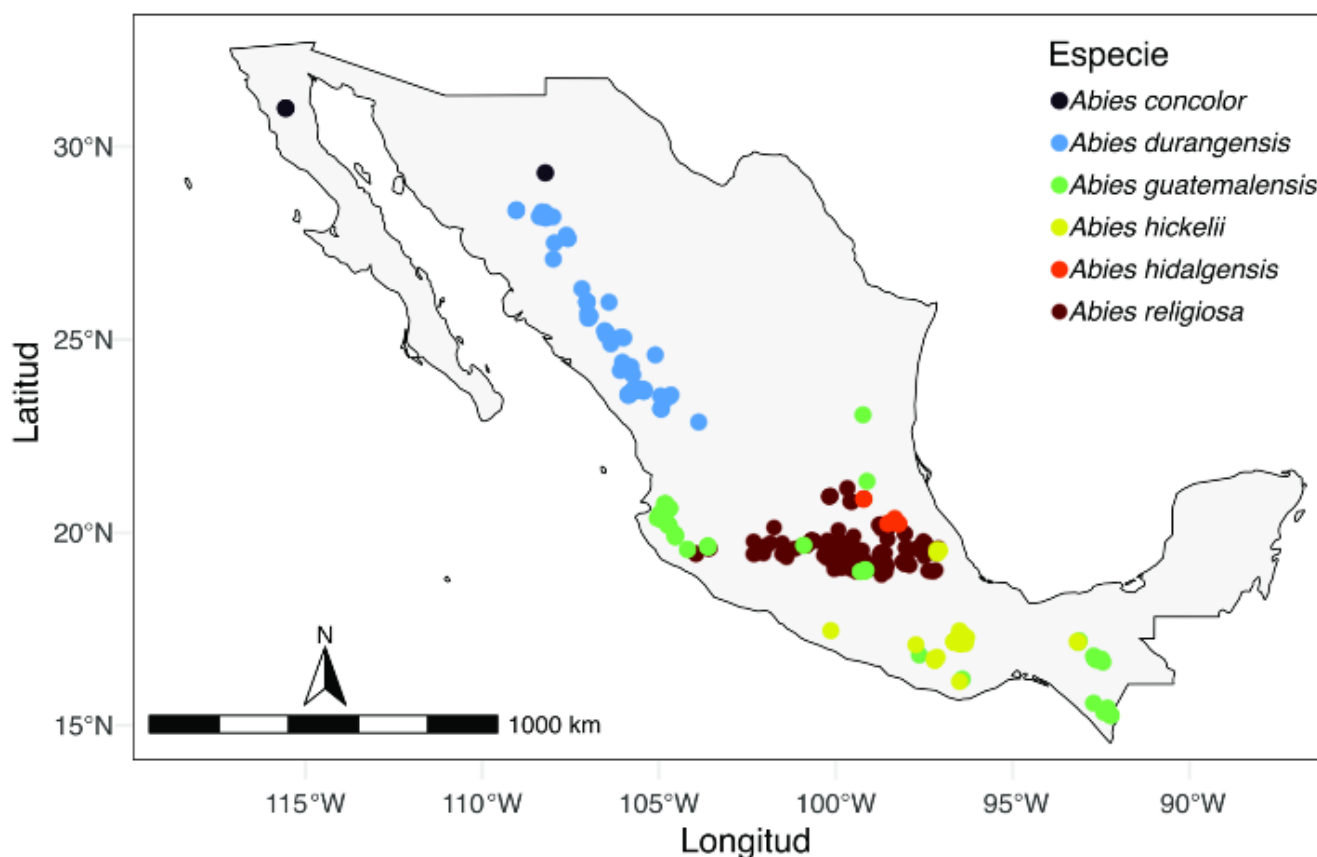


Figura 3. Distribución del género *Abies* Mill. en México (Elaborado por: Armando Sunny).

tores locales, sino también a trabajadores, artesanos y productores que dependen de esta materia prima. La disminución del bosque provoca una reducción en la disponibilidad de madera y otros productos, lo que a su vez afecta a cadenas productivas completas y limita las oportunidades laborales en regiones donde ya existen pocas alternativas económicas. Además, las comunidades que viven cerca de estos bosques enfrentan consecuencias indirectas pero profundas. La degradación del ecosistema reduce la capacidad del bosque para regular el agua y el clima local, lo que puede traducirse en escasez de agua para

consumo y agricultura. Esto agrava problemas como la inseguridad alimentaria, las enfermedades asociadas a la falta de agua limpia y la migración forzada, especialmente entre los sectores más vulnerables.

La afectación ecológica también tiene un peso social importante. La disminución del hábitat de la mariposa monarca, no solo afecta al ecosistema, sino también a actividades económicas y culturales vinculadas a ella, como el ecoturismo, una fuente de ingreso clave para varias comunidades de la zona de volcanes del centro del país. Cuando la mariposa monarca disminuye, también



lo hacen los visitantes, los servicios turísticos y los ingresos locales. En conjunto, la pérdida de los bosques de oyamel genera un efecto dominó que impacta la economía rural, las condiciones de vida y el bienestar de miles de familias. Por eso, su conservación no es solo una tarea ambiental: es una necesidad social.

Proyecciones y soluciones para la conservación del bosque de oyamel: El aumento de los incendios forestales y los efectos del cambio climático plantean un panorama complicado para los bosques de oyamel en las próximas décadas. Se espera que las temperaturas sigan subiendo, lo que hará que los incendios sean más frecuentes y afecten mayores extensiones, poniendo en riesgo el equilibrio de estos ecosistemas. A pesar de este desafío, existen estrategias que pueden ayudar a proteger y recuperar estos bosques. Una de las más importantes es la reforestación y restauración de áreas degradadas. Sin embargo, restaurar un bosque de oyamel no es sencillo, su crecimiento natural es lento y depende de condiciones muy específicas de humedad, sombra y suelo profundo (Sáenz-Romero *et al.* 2016). Otra estrategia innovadora es la migración protegida asistida, que consiste en recolectar semillas de oyamel, cultivarlas en viveros y luego plantarlas en lugares con mayor altitud o donde se predice que las condiciones climáticas serán más favorables en el futuro (Sáenz-Romero *et al.* 2016). Esta técnica busca garantizar que nuevas generaciones de árboles puedan sobrevivir a los cambios en el clima. Además de las acciones directas sobre el bosque, es crucial fortalecer la cooperación entre gobiernos, organizaciones ambientales y comunidades locales. Un

manejo forestal integral, que combine conservación, restauración y uso sostenible de los recursos, puede aumentar la resiliencia del bosque frente al cambio climático, proteger la biodiversidad y mantener los beneficios que estos bosques brindan a la sociedad. Con estas medidas, aunque los desafíos sean grandes, aún es posible proteger los bosques de oyamel y asegurar que continúen cumpliendo su papel ecológico y social en el futuro.

Referencias

- Araiza-Olivares G.A. 2020.** Efectos del cambio climático en la distribución del bosque de oyamel. *Revista Geográfica de América Central* 65(2): 263-282.
<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.65-2.11>
- Ávila-Flores D., Pompa-García M., Antonio-Nemiga X., Rodríguez-Trejo D.A., Vargas-Pérez E., & Santillán-Pérez J. 2010.** Driving factors for forest fire occurrence in Durango state of Mexico: A geospatial perspective. *Chinese Geographical Science* 20(6): 491-497.
<https://doi.org/10.1007/s11769-010-0437-x>
- Brower L.P., Taylor O.R., Williams E.H., Slayback D.A., Zubieta R.R., & Ramírez M.I. 2012.** Decline of monarch butterflies overwintering in Mexico: Is the migratory phenomenon at risk? *Insect Conservation and Diversity* 5(2): 95-100.
<https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2011.00142.x>
- CONAFOR 2020** Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Estadísticas sobre incendios forestales en México. (Consultado: 05 de marzo



2025).

<https://old-snigf.cnf.gob.mx/wp-content/uploads/Incendios/Informes%20anuales/2020%201231%20-%20CIERRE.PDF>

CONAFOR 2021. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Estado de los bosques en México. (Consultado: 09 de marzo 2025).

https://www.conafor.gob.mx/transparencia/docs/2022/Avance_y_Resultados_2021_PNF_2020-2024.pdf

INECC 2020. Estadísticas sobre incendios forestales en México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (Consultado: 09 de marzo 2025).

<https://www.gob.mx/conafor/prensa/situacion-de-incendios-forestales-en-mexico-al-23-de-julio>

INEGI 2021. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII (continuo nacional). (Consultado: 13 de marzo 2025).

<https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807341>

IPCC 2021. Panel Intergubernamental sobre Cam-

bio Climático (IPCC), Cambio climático 2021: La base de la ciencia física. (Consultado: 15 marzo 2025).

<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

Sáenz-Romero C., Lindig-Cisneros R.A., Joyce D.G., Beaulieu J., St Clair J.B., & Jaquish B.C. 2016. Assisted migration of forest populations for adapting trees to climate change. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente* 22(3): 303-323.

<https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2014.10.052>

Sáenz-Romero C., Rehfeldt G.E., Duval P., & Lindig-Cisneros R. 2012. *Abies religiosa* habitat prediction in climatic change scenarios and implications for monarch butterfly conservation in Mexico. *Forest Ecology and Management* 275: 98-106.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.03.004>

SEMARNAT 2020. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Informe sobre la industria forestal y su impacto económico en México. (Consultado: 12 de marzo 2025).

<https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap2.html>

Desde el Herbario CICY, 17: 303-310 (11-diciembre-2025), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 110, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Germán Carnevali, Patricia Rivera Pérez y José Luis Tapia Muñoz. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 11 de diciembre de 2025. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.