

El humo de los incendios tiende a asentarse por días sobre las ciudades durante las temporadas de incendios más severas cuando las condiciones atmosféricas son estables, como aquí en Texcoco, estado de México, en 2017.
Foto: Dante Rodríguez-Trejo

Hacia el manejo integral del fuego en la Megalópolis mexicana: un diagnóstico

Dante Arturo Rodríguez-Trejo, Laura Patricia Ponce-Calderón, Hubert Tchikoué, Roberto Martínez-Domínguez, Pedro Martínez-Muñoz y Jorge Alberto Pulido-Luna

“Las prácticas culturales de uso del fuego han sido desarrolladas a través del tiempo, dándole forma al paisaje y manteniendo ecosistemas dependientes del fuego.”

Introducción

Entre 2011 y 2020, se registró un promedio de 3.184 de incendios forestales por año en la región de la Megalópolis alrededor de la ciudad de México (ver Figura 1). Esta cifra representa más del 40% de todos los incendios forestales reportados en el país, en sólo 5% del territorio nacional. En abril de 2019 la ciudad de México se cubrió con humo de los incendios forestales, lo que condujo a concertar acciones para mejorar el manejo del fuego; en este trabajo se presentan los resultados del diagnóstico inicial.

La región abarca casi 10 millones de hectáreas e incluye siete estados: Ciudad de México, Estado de México, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Hidalgo y Querétaro. La región tiene un ambiente muy diverso, que incluye climas cálidos secos, cálidos húmedos y cálidos subhúmedos, así como climas templados y fríos en altitudes que pueden superar los 5.000 metros. Hay una gran variedad de tipos de vegetación y fauna, con varias

especies en peligro de extinción, en 28 áreas naturales protegidas a nivel federal. La región también tiene una alta densidad de población, con una rica diversidad cultural representada por grandes poblaciones rurales e indígenas.

Tres cuartas partes de los incendios forestales afectan a los bosques dominados por pinos y robles, y la principal temporada de incendios va de enero a mayo. Casi la mitad de los incendios de la Megalópolis fueron provocados por actividades agrícolas (45%), registrándose 750 incendios (24%) en espacios naturales protegidos. Aunque el número de incendios ha disminuido, la superficie total afectada aumenta. Sin embargo, la superficie media por incendio sigue siendo muy reducida, de sólo 7,75 hectáreas (ha), una de las más pequeñas del país. Casi todos los incendios tienen menos de 50 ha.

De 2011 a 2020, 19 agencias de la región de la Megalópolis contribuyeron con un total de 552.509 días-persona para la extinción de los incendios, en comparación con un promedio anual en otras regiones mexicanas de 61.390 días-persona. Los principales aportantes de mano de obra para el control de incendios fueron los gobiernos estatales (37%), seguidos de los voluntarios (19%) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (17%). Los gobiernos municipales, el Gobierno del Distrito Federal (11%) y los propietarios de terrenos (10%) también prestaron su apoyo. Los indicadores de eficiencia de la lucha contra incendios en la región son sobresalientes, en comparación con los promedios nacionales: el tiempo medio de detección es de 14 minutos (29% del promedio nacional); el tiempo medio de llegada para controlar el incendio es de 65 minutos (52%); y el tiempo de duración del incendio es de 7 horas y 23 minutos (44%). El presupuesto estimado para la lucha contra incendios en la región fue de 281 dólares americanos por incendio.

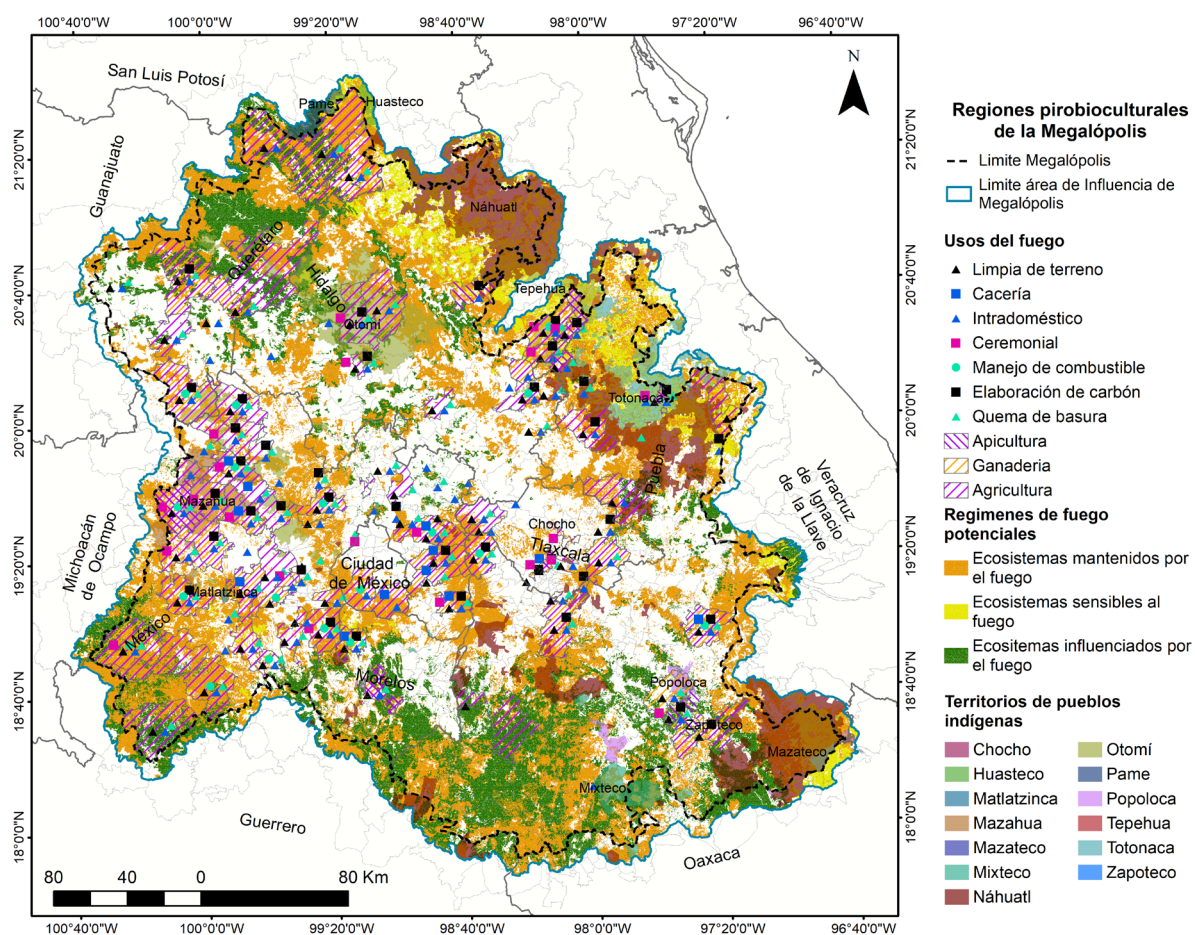


Figura 1. Mapa pirobiocultural de la región de la Megalópolis, incluyendo las relaciones entre la vegetación y el fuego, los usos del fuego y los territorios de las comunidades indígenas. Fuente: UACH-CAME (2021)



Comportamiento controlado del fuego durante una quema prescrita en un bosque de *Pinus hartwegii* (pino de las alturas), al sur de Ciudad de México. Foto: Dante Rodríguez-Trejo

Prevención y combate de incendios

La mayor parte de los programas para la protección contra los incendios forestales están coordinados por entes estatales y nacionales de combate de incendios, con objetivos, estrategias y acciones claras. Sin embargo, estos programas se basan en la extinción y sólo incluyen incipientes y limitadas actividades con un énfasis social o ecológico. El objetivo general es reducir el deterioro de los ecosistemas forestales causado por la alteración de los regímenes del fuego, pero no existe un plan u objetivo específico de manejo del fuego para la región. Se hace hincapié en la coordinación institucional, los planes de aplicación y el uso eficaz de los recursos. Cada estado cuenta con un Comité Estatal de Manejo del Fuego o Comité Estatal de Protección contra Incendios Forestales, un Grupo Técnico Operativo y un Equipo Estatal de Manejo de Incidentes para hacer frente a los grandes incendios forestales. Los estados también disponen de centros de manejo del fuego. Los mecanismos de coordinación y apoyo mutuo entre el gobierno federal y los gobiernos locales se establecen mediante acuerdos anuales.

En la región de la Megalópolis, existen 499 brigadas de bomberos forestales con 5.043 miembros, más del 40% de los cuales se encuentran en la Ciudad de México (Tabla 1). La mayor parte del personal de las brigadas es aportado por los propietarios de los bosques y las comunidades, junto con los programas de brigadas rurales apoyados por el gobierno, la CONAFOR y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

(CONANP). Las brigadas de la CONAFOR y la CONANP son minoritarias, pero aportan más experiencia y orientación técnica y operativa, junto con organizaciones estatales como la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural de Ciudad de México y la Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE).

Tabla 1. Número de brigadas contra incendios y número de brigadistas por estado

Estado	Nro. de brigadas	Nro. de brigadistas
Ciudad de México	211	2.197
Estado de México	108	1.102
Puebla	56	569
Querétaro	42	384
Hidalgo	38	328
Morelos	30	314
Tlaxcala	14	149
Total	499	5.043

La región cuenta con 552 torres de vigilancia, 1.546 campamentos contra incendios y 22 vehículos, así como con recursos de radiocomunicación, proporcionados en su mayoría por los gobiernos estatales, la CONAFOR y los municipios. En cuanto a capacitación, 354 personas asistieron a ocho cursos sobre diversos temas; 10% de ellas fueron mujeres. El gasto total de la región para la atención de incendios en el período de diez años (2011-20)

fue de 160,9 millones de dólares: la mayor cantidad se gastó en 2014 (33,2 millones de dólares), y la menor en 2021 (3,7 millones de dólares).

Componentes ecológicos

Cargas de combustibles y comportamiento del fuego. Dada la diversidad de la vegetación y de las perturbaciones, la región presenta una gama de modelos de combustibles, desde hierbas cortas en matorrales secos hasta hierbas altas en pastizales fríos y templados, sabanas tropicales y subtropicales, pasando por vegetación de sotobosque en bosques densos o abiertos. Las cargas de combustibles oscilan entre 0,5 y 92 toneladas por hectárea. En los incendios de superficie, que son los más frecuentes, con poca carga de combustibles, en terreno llano y en ausencia de viento, los incendios avanzan a menos de 1 m/min, con llamas de alturas inferiores a 0,5 m. Por el contrario, con cargas elevadas de combustibles ligeros, tales como hierbas altas, en laderas empinadas con rápidas corrientes ascendentes, los incendios pueden avanzar a razón de 200-400 m/min, con llamas de alturas de 8 m. Durante los incendios de copas, la altura de las llamas pueden superar los 15 m.

Relación entre la vegetación y el fuego. En la región predominan los tipos de vegetación mantenidos por el fuego. Las especies arbóreas se adaptan gracias a su corteza gruesa, su capacidad de autopoda, su serotonía (necesitan el calor del fuego para liberar sus semillas) y su capacidad de rebrotar desde la

base y la copa. Las gramíneas de todas las regiones ecológicas rebrotan rápidamente y muchas florecen tras el incendio (Rodríguez-Trejo 2014). Las alteraciones en los regímenes del fuego (por ejemplo, el aumento de la frecuencia de incendios o la exclusión de los mismos, ambas condiciones que en última instancia pueden provocar incendios catastróficos) pueden facilitar la propagación de especies indeseables, tanto autóctonas como invasoras, incluidos los helechos favorecidos por el fuego, que son muy difíciles de controlar. En los pinares y robledales, estas alteraciones también suelen favorecer la expansión de matorrales de robles autóctonos. Los incendios más frecuentes degradan los bosques convirtiéndolos en pastizales, mientras que los incendios periódicos favorecen a los pinares y robledales y los incendios muy frecuentes favorecen a los pastizales.

Los modelos ecológicos de las trayectorias sucesionales en cada tipo de vegetación muestran una mayor frecuencia de incendios en las primeras etapas de la sucesión, seguida de una reducción progresiva de la ocurrencia de incendios. Los bosques nublados, por ejemplo, pueden comenzar como pastizales, luego incluir pinares y robledales, después incorporar liquidámbar, antes de convertirse en un verdadero bosque mesófilo de montaña (Rodríguez-Trejo, 2014, Ponce- Calderón et al. 2021).

Regímenes del fuego. En la región, los regímenes del fuego reflejan el patrón, la frecuencia, la intensidad, la severidad, la época del año y la extensión de los



La quema de los residuos de las cosechas es una práctica común en la región. Foto: Dante Rodríguez-Trejo

incendios forestales. El fuego excesivo suele degradar cualquier tipo de vegetación. La exclusión del fuego conduce a la acumulación de combustible y favorece los incendios forestales catastróficos, una situación que también se ve afectada por el cambio climático. Los regímenes naturales de incendios mantienen la vegetación relacionada con el fuego. Los regímenes de fuego con quemas frecuentes (de 5 a 10 años) y superficiales, de intensidad y gravedad moderadas se dan en pinares y robledales y sus combinaciones, matorrales xerófilos y pastizales. En los matorrales secos, se producen incendios superficiales y pasivos de copas en pastizales dominados por *Dasyllirion lucidum* (Rodríguez-Trejo et al. 2019). Algunos bosques templados fríos tienen un régimen mixto de incendios, con incendios de superficie y de copas relativamente frecuentes y una elevada mortalidad arbórea cada pocas décadas. En la vegetación tropical, la mayoría de las especies arbóreas de los bosques húmedos tropicales y los bosques mesófilos son sensibles al fuego, la mortalidad post-incendio es alta y la sucesión secundaria puede durar muchas décadas.

Efectos medioambientales. Entre los efectos positivos identificados en ecosistemas mantenidos mediante quemas controladas en la zona se encuentran la reducción de la carga de combustibles y del peligro de incendios, la diversificación de los tipos de vegetación, la estabilidad de los ecosistemas, la heterogeneidad medioambiental, la diversidad de especies y del hábitat de la fauna silvestre. En las zonas donde se excluye el fuego se producen efectos ambientales negativos porque se acumulan los combustibles; junto con los efectos del cambio climático, esto incrementa la ocurrencia de incendios forestales más grandes, el peligro para los bomberos, los costos de control de los incendios, la duración de los mismos y la mortalidad de los árboles (67-100% en las zonas más afectadas). Esto, a su vez, provoca erosión, mortalidad de la fauna y emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero. La alta recurrencia de incendios de baja severidad provocados por el hombre también degrada los ecosistemas, sobre todo si ellos están sometidos a sobrepastoreo. Ambas situaciones provocan la acumulación de humo durante largos periodos en la Megalópolis.

Conocimiento cultural del fuego

Este artículo incorpora un componente sociocultural para comprender y analizar el conocimiento cultural del uso del fuego en la región, con el fin de hacer evidentes las experiencias de la gente con éste. La Megalópolis comprende 1.574 localidades urbanas y 20.157 rurales

o indígenas; muchas de estas últimas consideran indispensable el uso del fuego. Esto surge de su visión del fuego como elemento esencial en su forma de vida, así como de un legado intergeneracional que se representa en prácticas sociales y procesos productivos (Ponce-Calderón et al. 2020).

El uso del fuego contribuye de muchas maneras al bienestar. Las prácticas culturales de uso del fuego se han estimulado a lo largo del tiempo, dando forma al paisaje y manteniendo los ecosistemas dependientes del fuego. Por ejemplo, las comunidades que realizan quemas agrícolas tienen en cuenta el estado del tiempo, el viento, el terreno y el punto de inicio de la quema, entre otros factores, para reducir el riesgo de propagación del fuego. Estos vínculos entre cultura y fuego en el territorio han creado territorios pirobioculturales, que se basan en los grupos culturales, el uso que se hace del fuego y las relaciones fuego-vegetación.

El papel de los abuelos es crucial. Los ancianos salvaguardan las tradiciones que se mantienen y transmiten a las nuevas generaciones. Esto empieza temprano en la vida, cuando los niños acompañan a sus padres a las parcelas para realizar labores de cultivo. Sin embargo, no hay certeza de que estos conocimientos



Incendio de copa en una plantación de cedro mexicano (*Cupressus lusitanica*), Estado de México. Esta especie tiene una copa baja y un follaje muy inflamable, lo que facilita los incendios de copa. Foto: Dante Rodríguez-Trejo



Los incendios grandes y complejos, como éste cerca del volcán Tláloc que afectó más de 2.500 ha en 2017, pueden suceder durante períodos extremadamente secos. Foto: Dante Rodríguez-Trejo.

sobre el fuego puedan conservarse (Ponce-Calderón et al. 2020).

Incluso dentro de las comunidades indígenas existen opiniones contradictorias sobre los beneficios del fuego. Esto puede deberse a las diferencias intergeneracionales, la migración, la modernización del campo, el uso de agroquímicos y la falta de interés por las actividades rurales. Todos estos factores pueden conducir a una pérdida de conocimientos culturales, incluido el uso del fuego. La negación, exclusión y pérdida de estas prácticas afectan a las formas de vida tradicionales, y la prohibición del fuego puede conducir a la desaparición gradual de éstas.

No se trata sólo de si las comunidades indígenas o rurales utilizan el fuego y cómo lo hacen, sino de si los gobiernos deben intervenir en un sistema cultural en el que el fuego desempeña un papel crucial en los ámbitos doméstico, productivo, ceremonial y ritual. Por ello, el uso del fuego representa un enfoque cultural que históricamente ha permitido a las personas vivir de forma sostenible.

Cada comunidad indígena mantiene prácticas culturales y reclama derechos territoriales a través de usos y costumbres tradicionales, y es necesario generar enfoques alternativos y organizativos para el manejo del fuego que den legitimidad a estos usos (Rodríguez et al. 2015). El uso del fuego por parte de las comunidades no es una causa directa de los incendios forestales, y prohibir su uso ignora el hecho de que el fuego se seguirá utilizando allí donde el derecho de los

pueblos a la territorialidad y la autodeterminación es primordial. Además, prohibir el uso del fuego puede tener consecuencias sociológicas y ecológicas imprevistas.

Al reconocer la diversidad pirobiocultural, será más fácil para los gobiernos establecer un diálogo intercultural y hacer propuestas de manejo del fuego que incluyan los conocimientos, la experiencia y las necesidades de las personas que viven en la zona. Para salvaguardar el conocimiento de los usuarios del fuego y otros, el enfoque debe seguir las leyes nacionales, incluyendo el reglamento sobre el uso del fuego (Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007). También debe incluir consideraciones técnicas y métodos de uso del fuego en bosques y tierras agrícolas, así como reglamentos internos de la comunidad, siendo necesario un enfoque participativo para el manejo del fuego (Bilbao et al. 2019).

Los programas intervencionistas suelen fracasar porque no tienen sentido para las formas de vida de las comunidades. Se necesita un facilitador sociocultural, cuyo objetivo sea dinamizar a la gente de la comunidad para que se organice en torno a problemas compartidos.

Las tierras y las zonas comunes son espacios donde la gente tiene derecho y capacidad para proteger el ambiente, y para que las comunidades indígenas vivan con dignidad. Los usuarios del fuego son herederos de un aprendizaje que se ha transmitido de generación en generación, un conocimiento profundo que puede considerarse un patrimonio cultural. Hay que dar un

papel central a las comunidades y organizaciones locales, porque su vínculo con el fuego forma parte de sus prácticas sociales y construcciones simbólicas.

Marco legal

La Constitución de México establece que “toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar” (Artículo 4, Párrafo 5), y además, que el gobierno garantizará el respeto a este derecho y aplicará leyes que protejan contra el daño ambiental. Tres niveles de gobierno -nacional, estatal y municipal- cuentan con legislación basada en esta disposición legal.

Un complejo conjunto de tratados, acuerdos, estatutos, leyes y reglamentos regula los ecosistemas forestales y el fuego, y determina la participación de las instituciones y otros actores en cada nivel de gobierno. Sin embargo, solo una medida, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable nacional (promulgada en 2018, consolidada en 2021), define el concepto de manejo del fuego; también reconoce el papel del fuego en los ecosistemas. En la Megalópolis, el marco jurídico de los recursos forestales, el fuego y las actividades humanas se maneja bajo siete constituciones políticas locales, nueve códigos y 56 leyes, que en general se estructuran bajo los mismos criterios que en la normatividad federal. Esto significa que la base del manejo del fuego está, en esencia, basada en la supresión de incendios y en la presunción de que el fuego sólo tiene efectos negativos, y no considera las funciones ecológicas y sociales positivas del fuego en los ecosistemas.

Estos instrumentos establecen que, para la protección de los recursos naturales contra incendios, deben existir programas de prevención y combate de incendios, con la participación coordinada de instituciones de los tres niveles de gobierno, así como de pequeños productores, comunidades locales, pueblos indígenas, organizaciones de la sociedad civil, propietarios de tierras y bosques, y la sociedad en general.

Recomendaciones

Lograr un equilibrio entre la reducción de incendios no deseados y la incorporación de quemas prescritas y controladas (culturales) debería potenciar todos los efectos positivos del fuego. En particular, los esfuerzos deberían reducir el peligro de grandes incendios forestales, mantener el ecosistema y reducir los efectos negativos del fuego, incluidas las emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero (Rodríguez-Trejo 2000; 2014).

Además, los instrumentos jurídicos y normativos deberían respetar el derecho de las comunidades rurales y los pueblos indígenas a utilizar el fuego de una forma basada en los conocimientos de su cultura (Ponce-Calderón et al. 2021). Los instrumentos legales que consideran el manejo del fuego deben ser desarrollados de manera integral e intercultural, basados en las ciencias sociales y la ecología, y deben apoyar prácticas que mantengan el papel del fuego en los socio-ecosistemas. Para ello, la inclusión y participación efectiva de las comunidades indígenas -junto con las instituciones responsables de implementar las políticas y acciones de manejo del fuego- son esenciales.

En la región existen capacidades técnicas, información científica, conocimientos culturales y normativas básicas que permiten un efectivo manejo integral del fuego. Sin embargo, se requiere mejorar la coordinación entre funcionarios públicos y técnicos de las diversas agencias de manejo de incendios, conservación y medio ambiente del gobierno federal, estatal y municipal, así como con las comunidades indígenas y rurales y los investigadores. El objetivo debería ser desarrollar conjuntamente una estrategia para los programas de manejo del fuego que incorpore enfoques culturales y ecológicos del mismo.

Agradecimientos

Este artículo es resultado del Diagnóstico realizado para la elaboración de la estrategia y programas de manejo del fuego en la zona forestal de la Megalópolis, proyecto 2021-2024, realizado por la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), bajo la iniciativa y supervisión de la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME) y bajo la supervisión de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Se agradece el apoyo financiero del Fideicomiso 1490 de la CAME, así como a los entrevistados de las comunidades locales y al personal de las organizaciones participantes.

Referencias

- Bilbao BA, Mistry J, Millán A and Berardi A. 2019. Sharing multiple perspectives on burning: Towards a participatory and intercultural fire management policy in Venezuela, Brazil, and Guyana. *Fire* 2(3):39 <https://doi.org/10.3390/fire2030039>.
- Ponce-Calderón LP, Álvarez-Gordillo G, Vera-Cortés G, Rodríguez-Fernández I, Rodríguez-Trejo DA and Villanueva-Díaz J. 2020. The birth of the “Sin fuego” people: A case study in Lagunas de Montebello National Park, Chiapas, Mexico. *Nova Scientia* 12(2):1-47. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i25.2414>.
- Ponce-Calderón LP, Rodríguez-Trejo DA, Villanueva-Díaz J, Bilbao BA, Álvarez-Gordillo GDC and Vera-Cortés G. 2021. Historical fire ecology and its effect on vegetation dynamics of the Lagunas de Montebello

National Park, Chiapas, México. *iForest – Biogeosciences and Forestry* 14(6): 548–559. <https://doi.org/10.3832/ifer3682-014>.

Rodríguez-Trejo DA. 2000. *Educación e Incendios Forestales*. Mundi-Prensa, UACH, Mexico.

Rodríguez-Trejo DA. 2014. *Incendios de Vegetación. Su Ecología, Manejo e Historia*. Vol. I. CP, UACH, Semarnat, Conafor, CONANP, PNIP, Mexico.

Rodríguez I, Sarti-Castañeda C and Aguilar-Castro V. (eds.) 2015. *Transformación de Conflictos Socio Ambientales e Interculturalidad. Explorando las Interconexiones*. Grupo Confluencias, Mérida, Venezuela. [https://www.researchgate.net/](https://www.researchgate.net/publication/273694630_Transformacion_de_Conflictos_Socio_Ambientales_e_Interculturalidad_Explorando_las_Interconexiones)

[publication/273694630_Transformacion_de_Conflictos_Socio_Ambientales_e_Interculturalidad_Explorando_las_Interconexiones](https://www.researchgate.net/publication/273694630_Transformacion_de_Conflictos_Socio_Ambientales_e_Interculturalidad_Explorando_las_Interconexiones).

Rodríguez-Trejo DA, Pausas JG, Miranda-Moreno AG. 2019. Plant responses to fire in a Mexican arid shrubland. *Fire Ecology* 15: 11. <https://doi.org/10.1186/s42408-019-0029-9>

UACH-CAMe (Universidad Autónoma Chapingo-Comisión Ambiental de la Megalópolis). 2021. Informe final: Diagnóstico para elaborar la estrategia y los programas de manejo del fuego para el área forestal de la Megalópolis 2021-2024. Universidad Autónoma Chapingo (UACH) and Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAMe), CONAFOR. Mexico. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/721313/A_INFORME_FINAL.pdf.

Afiliación de los autores

Dante Arturo Rodríguez-Trejo, Profesor, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, Mexico (dantearturo@yahoo.com)

Laura Patricia Ponce-Calderón, Investigadora, El Colegio de la Frontera Sur, Chiapas, Mexico (laponce@ecosur.edu.mx)

Hubert Tchikoué, Profesor, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, Mexico (tchikoue@hotmail.com)

Roberto Martínez-Domínguez, Consultor sobre manejo del fuego, Mexico City, Mexico (roberto.martinez570607@gmail.com)

Pedro Martínez-Muñoz, Consultor sobre manejo del fuego, BIOMASA AC, Villaflores, Chiapas, Mexico (pmtz29@hotmail.com)

Jorge Alberto Pulido-Luna, Consultor sobre manejo del fuego, Texcoco, Estado de México, Mexico (jorgepulidoluna@gmail.com)