

Respuestas a preguntas del Comité Ciudadano

Enrique J. Jardel Peláez
Profesor-investigador titular C
Departamento de Ecología y Recursos Naturales
Centro Universitario de la Costa Sur
Universidad de Guadalajara

Dando seguimiento a la presentación del Programa de Manejo del Fuego del Bosque La Primavera (de aquí en adelante PMF-BLP) que hice el 5 de mayo de este año, por este medio amplío la respuesta a varias preguntas sobre las cuales, por razones del tiempo dedicado a dicha presentación, no hubo oportunidad de profundizar. Incluí algunas referencias bibliográficas que pueden ser de interés para las y los integrantes del comité.

Manfred Meiners, presidente del Comité Ciudadano, me envió las siguientes preguntas o temas sobre los cuales quedaron dudas e inquietudes:

- 1) Referentes buenas prácticas en México, marco normativo federal y proceso, plazos, fechas e instancias para aprobar el Programa de Manejo de Fuego en Jalisco.*
- 2) ¿Cómo se consideran integrar el manejo de fuego en la interfaz urbana-forestal en la zona de Amortiguamiento del PLAN de Manejo? ¿Cómo serían las “áreas de protección de viviendas pegadas (sic) al bosque”?*
- 3) Antecedentes históricos del “régimen natural” del Bosque, plan de implementación por zonas y sus proyecciones aplicando el programa.*

Adicionalmente, incluyo una nota sobre el efecto de incendios sobre los suelos, una cuestión sobre la cual se manifestaron inquietudes y no hubo tiempo para profundizar en el tema.

1. Prácticas de manejo del fuego y marco normativo en México, y proceso de aprobación del PMF-BLP

La primera pregunta se refiere a tres cuestiones relacionadas, por lo cual subdividí mi respuesta considerando cada una por separado:

a. Buenas prácticas de manejo del fuego en México.

En México se ha utilizado el fuego como herramienta de manejo desde hace mucho tiempo en la agricultura tradicional con ciclo de barbecho (peyorativamente llamada “agricultura de tumba-roza-quema), en la silvicultura de bosques de pino y, más recientemente, en el manejo de áreas naturales protegidas (ANP).

El uso del fuego en la agricultura tradicional con ciclo de barbecho ha sido reconocido por diversos estudios científicos como una práctica racional desde el punto de vista agronómico y ecológico,¹ además de ser una práctica permitida en el marco de la Norma Oficial Mexicana que regula el uso del fuego en terrenos forestales y de uso agropecuario (NOM-015 Semarnat/Sagarpa 2007). La quema sirve para preparar el terreno de cultivo después de un periodo de barbecho (descanso) de varios años; favorece la movilización de nutrientes retenidos en la vegetación y la incorporación de carbón y materia orgánica (la combustión es parcial y no consume toda la biomasa), mejorando la fertilidad del suelo y la productividad del cultivo; además el fuego elimina plantas competidoras (“malezas”) e insectos parásitos (“plagas”). La quema produce efectos de fertilización y control de plantas competidoras y parásitos de los cultivos, sin necesidad de aplicar agroquímicos contaminantes (fertilizantes de síntesis química, herbicidas e insecticidas). Esta ha sido una buena práctica que ha persistido desde el origen de la agricultura, a pesar de haber sido muchas veces vilipendiada, prohibida y criminalizada. Se dice que es una de las principales causas de incendios, pero generalmente no lo es, ya que el fuego se mantiene bajo control dentro de la parcela. La causa real de incendios es la quema deliberada para favorecer cambios de cobertura y uso del suelo en frentes de deforestación; esto ocurre en el caso de la expansión de pastizales para la ganadería y cultivos comerciales como aguacate o agave en el caso de Jalisco.² Los efectos benéficos se pierden cuando se reduce o elimina el ciclo de barbecho, como es el caso de las zonas de uso agropecuario circundantes al BLP, donde quemar solo sirve para empobrecer aún más los suelos con la volatilización de nutrientes que produce el fuego.

Aunque parezca contradictorio, otra buena práctica de uso del fuego ha sido la quema de agostaderos cerriles (terrenos de apacentamiento de ganado bajo coberturas forestales y pastizales naturales); la quema favorece el rebrote de plantas forrajeras, elimina parásitos del ganado (como la garrapata) y reduce el peligro de incendios severos al controlar la acumulación de combustibles, además de que produce rebrotes verdes que, por su humedad, tienen un efecto retardante de la propagación del fuego (producen el efecto que se espera de las “líneas negras” que se hacen como medida de prevención física de incendios). La quema es una práctica utilizada y recomendada para el manejo de agostaderos cerriles, la restauración de pastizales naturales (por ejemplo, ha sido utilizada en la Reserva de la Biosfera de Janos, Sonora) y es utilizada también para el manejo de sabanas tropicales en áreas naturales protegidas (por ejemplo, Parque Nacional Kruger en Sudáfrica). La quema de agostaderos ha sido también criminalizada, convirtiéndose en una práctica clandestina y una causa de incendios, cuando podría ser una herramienta de manejo para proteger áreas boscosas contra incendios destructivos.

¹ Nigh, R., y S.A.W. Diemont. 2013. The Maya milpa: fire and the legacy of living soil. *Frontiers in Ecology and Environment* 11 (On line issue): e45-e54, doi: 10.1890/120344.

² Balcázar M., O.E. 2011. Patrones geoecológicos de incendios forestales en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Tesis. Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Guadalajara-CUCSUR. Autlán, Jal.

En silvicultura, se hacen quemas para controlar la acumulación de residuos de corta y reducir el peligro de incendios, y como tratamiento de sitio para favorecer el establecimiento de la regeneración natural o de plantaciones.³ En México se realizan quemas como parte de los tratamientos silvícolas planificados y autorizados legalmente en distintas partes del país. Personalmente he constatado el uso de quemas prescritas en bosques manejados para la producción de madera en distintos predios que cuentan con certificación de buenas prácticas de manejo en Sierra Norte de Oaxaca y Durango. En la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán se han hecho ensayos de quemas prescritas en terrenos de su zona de amortiguamiento dedicadas a la producción sostenible de madera.

Actualmente varias áreas naturales protegidas de México cuentan con programas de manejo del fuego vigentes o en proceso de elaboración, como son las reservas de la biosfera de El Triunfo y La Encrucijada (Chiapas), Janos (Sonora), Maderas del Carmen (Coahuila) o Sierra de Manantlán (Jalisco-Colima). En todas estas se han hecho ensayos de quemas prescritas con objetivos de mitigar el peligro de incendios y de manejo de hábitat para la conservación de biodiversidad. En Manantlán hemos hecho quemas experimentales desde el año 2000 y en los dos últimos años se han hecho quemas de superficies relativamente grandes (115 ha en 2020 y 130 ha en 2021), con buenos resultados. El mantenimiento o restauración del régimen de incendios superficiales de baja severidad, es parte de las estrategias de conservación de hábitats y biodiversidad en distintas áreas naturales protegidas de México y otras partes del mundo.

Las investigaciones y las aplicaciones de técnicas de manejo del fuego en bosques han aumentado marcadamente en los últimos 50 años, tanto en México como en el mundo.⁴

³ Cooper, R. W. 1975. Prescribed burning. *Journal of Forestry* 73(12):776-780.

⁴ La revista *Frontiers in Ecology and Environment*, de la Ecological Society of America, publicó en su número 11, del año 2013, una serie de artículos sobre quemas prescritas con ejemplos de distintos países; este número está disponible en Internet, con acceso abierto (<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/toc/15409309/11/s1>). Sobre quemas prescritas en México, véase:

NOM-015-SENARNAT/SAGARPA. 2007. Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario. *Diario Oficial de la Federación*, 16 de enero de 2009.

Martínez-Hernández, H. C. y Rodríguez Trejo, D. A. 2008. Species diversity after prescribed burns at different intensities and seasons in a high-altitude *Pinus hartwegii* forest. *Interciencia* 33(5): 337-344.

Huffman, M (2009) Integrated fire management in the La Sepultura preserve. (Ph. D. Dissertation. School of Forestry, University of Colorado, Fort Collins, Colorado, USA).

Rodríguez-Trejo, D. A., P. A. Martínez Hernández, H. Ortiz Contla, M. R. Chavarría Sánchez, F. Hernández Santiago. 2011. The present status of fire ecology, traditional use of fire and fire management in Mexico and Central America. *Fire Ecology* 7(1): 40- 56.

Pérez-Salicrup, D. R., Ortiz Mendoza, R., Garduño Mendoza, E., Martínez-Torres, H. L., Ocegüera Salazar, K. A., Quintero Gradilla, S., ... & González Cabán, A. (2018). Coordinación institucional para la realización de quemas prescritas y quemas controladas en México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(49), 252-270.

b. Marco normativo.

En México el marco normativo para el manejo del fuego está establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, y la NOM-015 de uso del fuego (esta última en proceso de actualización).

La sección del marco legal del PMF-BLP, señala lo siguiente:

“La LDFS en su Artículo 7, fracción XLIV, define al Programa de Manejo del Fuego [nacional] como “el instrumento de planeación que define los objetivos y alcances de la prevención, detección, combate, e información relacionada con los incendios forestales, que considera la coordinación y concertación de las entidades públicas de los tres órdenes de gobierno”; su elaboración es atribución del Gobierno Federal, pero la misma ley establece atribuciones para que los gobiernos estatales y municipales puedan elaborar, aplicar y coordinar programas de manejo del fuego “dentro de su ámbito territorial de competencia, de acuerdo con los lineamientos del Programa de Manejo del Fuego y el Sistema Nacional de Protección Civil” (Artículos 10, 11 y 13 de la LDFS).”

“El Artículo 120 de la LDFS establece que “los propietarios y poseedores de los terrenos forestales y preferentemente forestales y sus colindantes... , así como los prestadores de servicios forestales... y los encargados de la administración de las áreas naturales protegidas” estarán obligados a ejecutar trabajos de manejo de combustibles y prevención cultural y realizar el ataque inicial de los incendios forestales, en los términos de los programas de manejo y las autorizaciones correspondientes, así como en los términos de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.”

“El Artículo 49 de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Jalisco, señala que “la prevención, control y combate de los incendios forestales será prioritaria para la conservación de las zonas forestales, así como el desarrollo sustentable del sector.”

El panel 2 del PMF-BLP (págs. 22-23) resume los elementos básicos del marco jurídico del manejo del fuego (ver cuadro siguiente):

Rodríguez-Trejo, D. A., P. Martínez-Muñoz, J.A. Pulido-Luna et al. 2019. Instructivo de Quemadas Prescritas para el Manejo Integral del Fuego en el Municipio de Villaflores y la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas, México. USDA-FS, USAID, FMCN, Biomasa A. C., UACH, Mpio. Villaflores, Gob. Edo. Chi., ANCF, Semarnat, Conanp, Conafor.

Panel 2. Principales leyes, reglamentos y normas oficiales aplicables o relacionadas con el manejo del fuego.	
<i>Instrumento</i>	<i>Aplicación</i>
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	Marco legal de la gestión de tierras forestales (bosques, selvas y matorrales de zonas áridas), incluyendo lo relativo a las atribuciones federales en materia de protección contra incendios, manejo del fuego y restauración. Esta ley establece que la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), es la encargada de coordinar las acciones de prevención, combate y control especializado de incendios forestales y de promover la asistencia de las demás dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, entidades federativas y municipales, en los términos de la distribución de competencias. Señala también que es obligación de los administradores de las Áreas Naturales Protegidas ejecutar trabajos de prevención, combate y control de incendios forestales.
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)	Marco jurídico de la gestión del medio ambiente y el manejo de recursos naturales; incluye los aspectos jurídicos relacionados con el manejo de las áreas naturales protegidas.
Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas	Establece los aspectos reglamentarios específicos, derivados de la LGEEPA, para la gestión de las áreas naturales protegidas. En su artículo 3, Fracción XI se define el programa de manejo como el instrumento rector de planeación y regulación que establece las actividades, acciones y lineamientos básicos para el manejo y la administración del Área Natural Protegida respectiva.
Código Penal Federal	Establece las penas y sanciones legales aplicables a los causantes de incendios en terrenos forestales y áreas naturales protegidas.
Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Jalisco	Marco jurídico en el ámbito estatal para el manejo y conservación de las áreas forestales. En su Artículo 8 señala que son obligaciones del Estado promover y participar, en coordinación con la Federación y los Municipios, en la restauración de los ecosistemas forestales afectados por incendio o cualquier otro desastre natural (VIII) y realizar las acciones tendientes para la prevención de incendios y combate a la extracción ilegal y la tala clandestina de los recursos forestales (XVI). Artículo 10. Son obligaciones de los Municipios participar y coadyuvar en las acciones de prevención y combate de incendios forestales en coordinación con los Gobiernos Federal y Estatal, y participar en la atención, en general, de las emergencias y contingencias forestales, de acuerdo con los programas de protección civil y conformar brigadas para la prevención y combate de incendios forestales, cuando cuenten con superficie forestal (Artículo 10, fracc. III y VII).. Establece las tribuciones del Estado para la concertación y coordinación interinstitucional (Artículos 34 y 36).
Norma Oficial Mexicana NOM-015-Semarnat/Sagarpa-2007 que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuarios.	Establece las especificaciones técnicas de los métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y de uso agropecuario, con el propósito de prevenir y disminuir los incendios forestales. Señala que la CONANP deberá incluir en sus Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas, los métodos de quema y proponer el uso de ellos como herramienta para reducir incendios forestales, manejar ecosistemas adaptados al fuego y proteger ecosistemas sensibles al fuego. El uso del fuego es permitido en ecosistemas adaptados al fuego, cuando el objetivo de la quema sea la prevención de incendios forestales, el manejo de recursos forestales o con fines ambientales y de investigación.

c. Proceso de aprobación del Programa de Manejo del Fuego.

En el PMF-BLP se propone el siguiente proceso para su aprobación: (1) elaboración del PMF-BLP (ya se cuenta con un borrador del documento), de acuerdo con los términos de referencia establecidos por el OPD-BLP y el marco legal y normativo vigente; (2) consulta del PMF-BLP con el Comité Científico del OPD-BLP y el Grupo Técnico Operativo de protección contra incendios y manejo del fuego (sus recomendaciones están incorporadas al borrador actual del PMF-BLP); (3) presentación a la Junta de Gobierno del OPD-BLP (ya se hizo y se incorporaron sus observaciones); (4) consulta al Comité Ciudadano del OPD-BLP (se hizo la presentación y esperamos sus observaciones); (5) ajustes al documento del PMF-BLP incorporando observaciones y recomendaciones de las instancias consultadas; (6) revisión final y, en su caso, aprobación del PMF-BLP por la Junta de Gobierno OPD-BLP, en la cual participan las instituciones gubernamentales de los tres órdenes de gobierno con mandato legal y atribuciones en materia de manejo del fuego (Semarnat, Conanp y Conafor en el orden federal, Semadet y el Presidente de la comisión legislativa de Desarrollo Forestal del H. Congreso del Estado en el orden estatal y los Presidentes Municipales de El Arenal, Guadalajara, Tala, Tlajomulco, Tlaquepaque, Tonalá y Zapopan), así como representantes de ejidatarios y propietarios particulares, el Comité Ciudadano y el Comité Científico.

El PMF-BLP es un instrumento de planeación que establece el marco conceptual y las líneas de acción estratégicas para el manejo del fuego en el área protegida. Deliberadamente, el PMF-BLP no incluye acciones específicas de manejo del fuego a escala de predios, porque estas deberán ser acordadas con los dueños y poseedores de los terrenos antes de ser puestas en práctica; el proceso de consulta y toma de acuerdos con ejidos y propietarios particulares, así como con organizaciones de pobladores de las zonas urbanas adyacentes al BLP, deberá realizarse durante los dos primeros años de vigencia del programa (esta tarea fue forzosamente aplazada durante 2020 y lo que va de 2021 por la pandemia y es una actividad que debe ser considerada prioritaria en los próximos meses).

2. Manejo del fuego en la interfaz urbano-forestal

En el BLP un aspecto de primordial importancia para el manejo del fuego es el de los incendios que ocurren en la interfaz urbano-forestal (IUF), el espacio “donde las casas y el bosque se encuentran” o, más técnicamente, como áreas donde hay una mezcla o contacto entre combustibles forestales y combustibles estructurales (Stewart et al. 2007).⁵

Para responder a la pregunta sobre el manejo del fuego en la interfaz urbano-forestal y en la “zona de amortiguamiento” del BLP, es conveniente hacer un par de aclaraciones: una

⁵ Bradley, G.A. 1984. Land use and forest resources: The urban/forest interface. University of Washington Press, Seattle, Washington.

Stewart, S. I., Radeloff, V. C., Hammer, R. B., y Hawbaker, T. J. 2007. Defining the wildland-urban interface. *Journal of Forestry* 105 (4): 201-207.

sobre el concepto de IUF y otra sobre la zona circundante al área protegida. Comenzaré por la segunda.

Se ha hablado de una “zona de amortiguamiento” del BLP y este es, sin duda, un tema muy importante para la conservación de los ecosistemas del área protegida. Las principales amenazas a la integridad ecológica del BLP provienen de su entorno urbano y de las áreas bajo uso agropecuario en sus alrededores; es allí donde se originan la mayor parte de las igniciones que se convierten en incendios forestales, donde están desapareciendo las últimas áreas con cobertura forestal interrumpiendo la conectividad de La Primavera con otros bosques y dónde se genera la “burbuja de calor” de la mancha urbana que afecta al clima regional, además de la contaminación atmosférica que tiene efectos sobre los procesos ecológicos de los bosques. Sin embargo, creo que hay una confusión en el uso del término “zona de amortiguamiento”.

La Primavera es un área de Protección de Flora y Fauna (APFF) y la zonificación establecida en su decreto y Programa de Manejo vigente (CONANP 2000), no incluye como tal una zona de amortiguamiento, aunque se aplican los criterios de zonificación que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas. Estos criterios son aplicables solamente dentro del polígono decretado como ANP; el Reglamento de ANP de la LGEEPA establece una zonificación y sub-zonificación que incluye distintas zonas o sub-zonas de manejo. Para el caso del BLP, la zonificación actual (CONANP 2000) incluye zonas de protección (equivalentes a las zonas núcleo del Reglamento) y zonas de aprovechamiento especial, aprovechamiento sustentable de recursos naturales o de agroecosistemas, recuperación, uso público y uso restringido que, en conjunto, equivalen a la zona de amortiguamiento. Esto es lo que existe de acuerdo con el marco legal vigente, el decreto del BLP y su programa de manejo; ninguno de estos instrumentos considera, ni es aplicable en términos legales, al territorio fuera del polígono decretado del APFF BLP.

Pero el BLP cuenta también con una declaratoria (no un decreto) de reserva de la biosfera reconocida por el Programa MAB-UNESCO. De acuerdo el concepto de reservas de la biosfera del MAB que sustenta esta declaratoria, se reconoce la existencia de zonas núcleo y zonas de amortiguamiento, que corresponden a las zonas de manejo establecidas en el decreto y la legislación mexicana, y que se aplican solamente dentro del polígono del ANP. Pero el concepto de MAB incluye una zona de transición o cooperación, un área circundante a las reservas de la biosfera donde se realizan acciones complementarias de conservación y gestión ambiental.⁶ Considero que lo correcto, en el caso del BLP, es referirse a dicha zona de transición o cooperación para el territorio adyacente o circundante al ANP decretada; legalmente no aplica su designación como “zona de amortiguamiento” si no hay una modificación del decreto y del programa de manejo vigentes.

⁶ MAB (Man and Biosphere Program). 1996. Estrategia de Sevilla y Marco Estatutario de la Red Mundial de Reservas de Biosfera. UNESCO, París.

Es en esta zona de transición o cooperación donde la intervención de los Ayuntamientos, con el respaldo del gobierno federal y del gobierno estatal, es fundamental para asegurar la integridad ecológica del área protegida y reducir las presiones de la expansión urbana, las actividades agropecuarias y otros usos del suelo, como la explotación de bancos de material y la construcción de infraestructura. La existencia del OPD-BLP, con la participación de las autoridades municipales, ha creado un espacio para la gestión intermunicipal de una zona de transición y cooperación, pero la responsabilidad de esto recae en los Ayuntamientos y en las dependencias gubernamentales, federales y estatales, con atribuciones en materia de planeación urbana, desarrollo agropecuario y gestión ambiental. Esto es un tema que debe ser discutido para plantear acciones concretas (un buen ejemplo es la protección del Cerro del Tajo), en lugar de referirse solo a ideas vagas sobre una “zona de amortiguamiento” inexistente fuera del polígono del ANP.

El PMF-BLP establece recomendaciones para el área adyacente a los límites del ANP, considerando la interfaz urbano-forestal (IUF) y la interfaz agropecuaria-forestal (IAF). El término interfaz urbano-forestal se refiere a áreas donde centros de población urbanos entran en contacto o se traslapan con terrenos cubiertos por vegetación forestal. Incluye no sólo la mancha urbana, sino además los espacios construidos (edificaciones, residencias e infraestructura) que se encuentran en medio de bosques y otros tipos de vegetación forestal.⁷

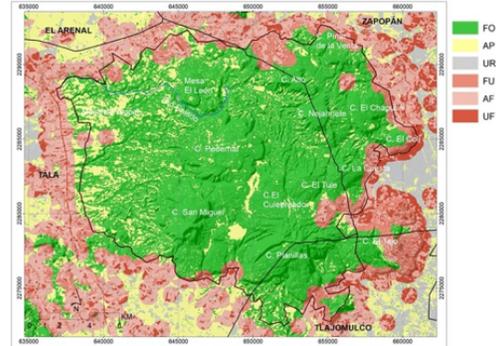
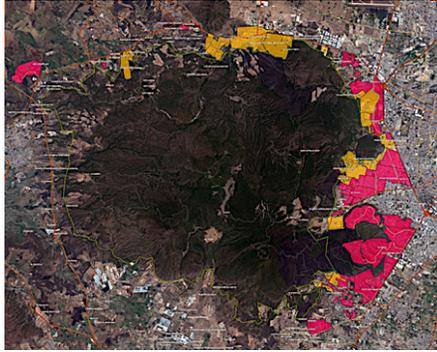
En la IUF pueden iniciarse incendios causados por actividades humanas que afectan a los ecosistemas forestales adyacentes; al mismo tiempo, los incendios que se propagan desde los terrenos forestales pueden causar daños a vidas y propiedades en los centros de población. El tema del manejo del fuego en la IUF ha cobrado especial relevancia en los últimos años y podemos considerar los casos recientes (2019-2020) de incendios destructivos en centros de población de Portugal, Grecia, el sureste de Australia o el oeste de Estados Unidos. En este último país 120 millones de personas viven en la IUF; en la década de 1960 los incendios destruían en promedio 200 edificaciones por año, pero en la década de 2010 las cifras se refieren a 3000-4000 edificaciones destruidas al año por fuegos en la IUF (la cifra fue 4500 casas y negocios incendiados en 2015).⁸ En México los incendios en la IUF comienzan a ser un problema crítico en lugares como los bosques alrededor de Monterrey y Saltillo, la Ciudad de México y, desde luego, el Área Metropolitana de Guadalajara.

⁷ Sobre la IUF véase:

Badia, A., Pallares-Barbera, M., Valldeperas, N., & Gisbert, M. 2019. Wildfires in the wildland-urban interface in Catalonia: Vulnerability analysis based on land use and land cover change. *Science of the total environment*, 673, 184-196.

Radeloff, V. C., Helmers, D. P., Kramer, H. A., Mockrin, M. H., Alexandre, P. M., Bar-Massada, A., ... & Stewart, S. I. 2018. Rapid growth of the US wildland-urban interface raises wildfire risk. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115 (13): 3314-3319.

⁸ Fergusson, G. 2017. *Land on fire*. Timber Press, Portland, Oregon.



A la izquierda se muestra el mapa de colonias y fraccionamientos adyacentes (en amarillo) o cercanos (en rojo) al polígono del BLP del “Programa de atención especial a contingencias de incendios en la interfaz urbano-forestal del APFF La Primavera” (OPD-BLP, 2019; Fig. 63 del PMF-RB). A la derecha, mapa de la IUF (Fig. 65 del PMF-RB); FO, área forestal; AP, área agropecuaria; UR, área urbana; las siguientes categorías indican las superficies de traslape (con un búfer o franja de 500 m): FU, forestal-urbano; AF, agropecuario-forestal, y UF, urbano forestal. Todo el perímetro del área protegida está rodeado por áreas urbanas y de uso agropecuario, donde se han originado numerosos incendios. Dentro del polígono del BLP, 6.9% de la superficie (2,103.8 ha) se encuentran en las categorías FU y UF, y 3% (931 ha) en la categoría AF. En el exterior del BLP (área adyacente que cubre el mapa), 9,143.9 ha corresponden a FU y UF, y 11,727.4 ha a AF; la gestión en estas superficies circundantes al BLP (en conjunto 20,871 ha), que forman parte de su zona de transición o cooperación, es fundamental para la protección del área contra incendios, así como la protección civil contra efectos directos o indirectos de los incendios.

Para el PMF-BLP se utilizó el concepto de IUF para un área comprendida por un búfer de 500 m alrededor del polígono del ANP (ver figura arriba), en la cual se plantean acciones de protección contra incendios. Dos líneas de acción estratégica se relacionan directamente con el manejo del fuego en la IUF del BLP:

- Línea 4: Protección contra incendios forestales a través de la prevención y combate del fuego.
- Línea 5: Mitigación del riesgo de desastres asociados a los efectos directos e indirectos del fuego en la interfaz urbano-forestal.
- Línea 9: Comunicación con el público y educación para el manejo del fuego.

En el PMF-BLP se proponen las siguientes metas relacionadas con la IUF y la IAF:

- 4.1. Se aplican medidas de prevención física, cultural y legal que reducen la incidencia de incendios forestales.
- 4.2. Los incendios forestales se combaten y controlan de manera eficiente aplicando un Sistema de Mando de Incidentes basado en la cooperación y la coordinación interinstitucional.
- 5.1. La incidencia de incendios originados en la interfaz urbano-forestal se ha reducido mediante la adopción de medidas de prevención.
- 5.2. Los materiales combustibles, tanto naturales como artificiales, son adecuadamente manejados reduciendo el peligro de incendios en la interfaz urbano-forestal.

5.3. En la interfaz urbano-forestal se están aplicando reglamentos municipales y protocolos para la prevención de incendios y desastres y la respuesta a contingencias.

6.1. Se ha reducido la incidencia de incendios originados por el uso del fuego en cultivos agrícolas y agostaderos.

6.2. En las áreas de producción agropecuaria se aplican buenas prácticas de manejo basadas en técnicas de agricultura orgánica y sistemas silvopastoriles, que reducen el uso del fuego y mejoran la productividad.

Alcanzar estas metas implica realizar acciones de concientización y organización con los pobladores y vecinos, organizaciones de colonos y productores agropecuarios, así como con las autoridades municipales.

Las principales medidas de prevención de incendios en la IUF son las siguientes:

- *Prevención cultural* de incendios: comunicación de los riesgos de incendios en la IUF y de las medidas de prevención que deben adoptarse para evitar que el fuego se propague de zonas urbanas e infraestructura al bosque, así como de las medidas de protección civil en caso de incendios.
- *Prevención legal* de incendios: aplicación de la ley a quienes causan incendios, sean deliberada o accidentalmente; elaboración y aplicación de reglamentos de construcción y medidas de prevención física de incendios en la IUF.
- *Prevención física* de incendios en la IUF:
 - Restringir el uso del fuego en espacios abiertos dentro de terrenos forestales o próximos a estos, especialmente durante la temporada de riesgo.
 - Realizar actividades de control mecánico de combustibles forestales en sitios adyacentes a construcciones y vías de comunicación, en una franja de 25-30 m (corta y extracción de material leñoso caído, chaponeo o roza de la vegetación herbácea y arbustiva, poda de ramas bajas de árboles, construcción y mantenimiento de guardarrayas).
 - Eliminar basureros, acumulaciones de residuos sólidos o desechos de jardinería, y otro material combustible, en los bordes entre la zona urbana y el bosque. Prohibir la quema de residuos y adoptar medidas adecuadas de disposición de desechos sólidos urbanos y de compostaje de desechos de jardinería y cultivos agrícolas.
 - Mantener alrededor de las casas contiguas a terrenos forestales una franja de al menos 5 m de “espacio defendible” sin vegetación inflamable y utilizando en pisos material no combustible como arena, grava, ladrillo o concreto.
 - Limpieza y remoción regular de desechos inflamables en techos, canalones o cunetas, y otras estructuras en las construcciones y alrededor de estas.
 - Uso de material no combustible en cercados, bardas, paredes, puertas, techos y recubrimientos en construcciones adyacentes al bosque.

- Contar con medios de extinción del fuego en viviendas, fraccionamientos o colonias de la IUF.

Estas y otras medidas han sido recomendadas en la IUF en otros países.⁹ El OPD-BLP ha iniciado un diagnóstico y la propuesta de acciones en la IUF, como parte de su programa de trabajo. En 2019 se elaboró el “Programa de Atención Especial Bosque La Primavera” para atender la prevención de incendios en la interfaz urbano-forestal, mediante el manejo de combustibles con brechas cortafuego, líneas negras y regulación de la disposición de desechos de jardines y áreas verdes.

Otro aspecto importante es la prevención de los riesgos de picos de escurrimiento de agua y sedimentos desde sitios incendiados hacia zonas urbanas. En el PMF-BLP se señala que debe contarse también con protocolos para la protección civil en caso de incendios accidentales o de fenómenos naturales extremos que pueden ser causa de desastres.

Para la protección contra incendios en la IUF y el manejo del fuego en las áreas circundantes al BLP bajo uso agropecuario, así como en los remanentes de vegetación forestal que constituyen corredores biológicos, el concepto de zona de transición o cooperación de las reservas de la biosfera de MAB-UNESCO es un marco de referencia fundamental. El OPD-BLP es la base institucional para el desarrollo de una estrategia de gestión de la zona de transición o cooperación; tiene la ventaja de que, por su estructura de gobierno, es la única en la red de reservas de la biosfera en México que tiene una plataforma formal en la cual los ayuntamientos y los gobiernos estatales participan con voz y voto en la toma de decisiones, y junto con representantes de los sectores científico, social y comunitario, pueden debatir y definir acciones concretas fuera de los límites del área protegida.

3. Régimen de incendios

El concepto de régimen de incendios es un elemento central de la teoría y la investigación sobre ecología del fuego y constituye una referencia fundamental para el diseño de prácticas de manejo del fuego. Un régimen de incendios se caracteriza por la amplitud de la variación de largo plazo de la frecuencia o intervalo de retorno, estacionalidad, intensidad (fuerza física), severidad (efectos) y tamaño-patrón espacial de los incendios en un área o unidad de paisaje determinada.

En el marco conceptual del PMF-BLP se explica que, como guía para el manejo del fuego, podemos considerar tres tipos de regímenes de incendios en función de los métodos que se utilizan para su determinación: régimen histórico (RHI), régimen potencial (RPI) y régimen actual (RAI):

El RHI es el que ha sido reconstruido a través de técnicas como la datación de carbón en sedimentos o de cicatrices de fuego en los anillos de crecimiento de árboles, cubriendo periodos de tiempo de varias décadas, siglos o incluso miles de

⁹ Ver por ejemplo: U.S. Department of Agriculture Forest Service “Protecting residences from wildfires”, www.fs.fed.us/psw/publications/documents/gtr-050/nature.html.

años.¹⁰ Estas técnicas permiten conocer la variación de largo plazo de los incendios en el pasado y su relación con fluctuaciones climáticas y factores antropogénicos.

El RPI es el que puede ser inferido para una unidad del paisaje en función de sus condiciones de clima de largo plazo, su geomorfología y la cubierta vegetal actual; es el régimen esperado en función de la influencia de los factores ambientales que controlan la dinámica de incendios a escala del paisaje¹¹. El RPI es una hipótesis acerca del régimen de incendios más probable para un área determinada en función de los factores ambientales y puede ser utilizado como una primera aproximación cuando se carece de información histórica.¹²

El RAI es el que ha sido observado, mediante registros de incendios en campo o por medios de percepción remota, para un periodo de tiempo reciente, del orden de varios años o un par de décadas. Corresponde a la condición presente del régimen de incendios.

La comparación entre el RAI y el RHI ha sido utilizada como referencia para evaluar si las condiciones presentes se desvían de la amplitud de la variación histórica y evaluar si constituyen una alteración del régimen de incendios¹³, y sirve como guía para la toma de decisiones con fines de restauración y manejo del fuego, basando este último en la emulación de los regímenes naturales o históricos de disturbio ecológico.¹⁴ El RPI puede ser utilizado para el mismo propósito cuando se carece de información histórica, así como para simular escenarios futuros en el contexto del cambio climático global y de las transformaciones del paisaje.¹⁵

Los regímenes de incendios son un fenómeno en el cual intervienen interacciones entre distintos factores, circuitos de retroacción entre las variables involucradas, umbrales de

¹⁰ McKenzie, D. 2004. Historia del fuego y su relación con el clima. En: Villers R., L. y López B., J. (Edit.). Incendios forestales en México: Métodos de evaluación. Centro de Ciencias Atmósfera, UNAM. México D.F. pp. 13-28.

¹¹ Falk, D.A.; Miller, C.; McKenzie, D.; Black, A.E. 2007. Cross-scale analysis of fire regimes. *Ecosystems* 10 (5): 809-823.

McKenzie, D., C. Miller y D.A. Falk. 2011. Toward a theory of landscape fire. En: McKenzie, D., C. Miller y D.A. Falk (Eds.) *The landscape ecology of fire*. Springer, Nueva York.

Bradstock, R.A. 2010. A biogeographic model of fire regimes in Australia: current and future implications. *Global Ecol Biogeogr* 19:145-158.

¹² Jardel-Peláez, E.J., D. Pérez-Salicrup, E. Alvarado y J.E. Morfín-Ríos. 2014. Principios y criterios para el manejo del fuego en ecosistemas forestales: guía de campo. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México. 96 Pp. [<http://www.conafor.gob.mx:8080/biblioteca/ver.aspx?articulo=727>]

¹³ Fulé, P.Z. y Covington, W.W. 1996. Changing fire regimes in Mexican Pine Forests. *Journal of Forestry* 94(10): 33-38.

¹⁴ North, M. P., and W. S. Keeton. 2008. Emulating natural disturbance regimes: an emerging approach for sustainable forest management. Pages 341-372 in R. Laforgezza, J. Chen, G. Sanesi, and T. R. Crow, editors. *Patterns and processes in forest landscapes*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.

¹⁵ Jardel-Peláez et al. 2014, *op. cit.*

cambio y respuestas adaptativas, que son características de los sistemas complejos.¹⁶ Pueden ocurrir transiciones y cambios de régimen, así como estados alternativos de los ecosistemas como resultado de la conducta compleja de estos sistemas.¹⁷ La existencia de estados alternativos de los ecosistemas es común en zonas de transición climática y paisajes donde existe un mosaico de ecosistemas pirófilos y pirófobos. Este es el caso de la alterancia de selvas tropicales y sabanas o de bosques de pino y bosques latifoliados. En el PMF-BLP se señala que, como consecuencia de cambios antropogénicos históricos en la vegetación, el cambio climático global y la alteración de los regímenes de incendios por los intentos de supresión del fuego, en el BLP puede estar ocurriendo un proceso de sabanización, esto es, el remplazo de bosques de pino y encino que se han quemado en incendios de alta severidad por formaciones de pastizales con elementos arbóreos y arbustivos dispersos (ver secciones de diagnóstico y pronóstico del PMF-BLP).

En el caso de los bosques de pino y encino de zonas templadas o semicálidas subhúmedas, como el BLP, la caracterización de su clima (estacionalmente seco), las condiciones topográficas (relieve montañoso), el tipo de vegetación (bosques de pinos y encinos) y el potencial de comportamiento del fuego de las camas de combustibles del área (alto potencial de incendios superficiales), permiten inferir un régimen potencial de incendios frecuentes de severidad baja a mixta, de acuerdo con lo predicho en una caracterización a escala nacional de los RPI de ecosistemas terrestres de México.¹⁸ Para determinar el RPI del BLP, utilizamos además del análisis de información sobre clima, geomorfología, vegetación, características del complejo de combustibles y evaluación de su potencial de incendios, otros elementos como la composición florística de la vegetación (predominio de especies de plantas con atributos morfofuncionales que constituyen adaptaciones al régimen de incendios predicho) y las evidencias de observaciones de comportamiento del fuego en incendios recientes (incendios superficiales con antorchamiento de árboles y eventualmente propagación de fuego de copa) y sobre la respuesta post-incendio de la regeneración natural (buena capacidad de regeneración post-incendio en la mayoría de los casos en los que no ha habido intervención humana) y los patrones temporales de acumulación de combustibles superficiales (5-10 años post-incendio para que pueda acumularse una carga de combustibles superficiales capaz de sostener la propagación de incendios intensos).

En el BLP, la reconstrucción del régimen histórico de incendios (RHI) es una tarea de investigación en proceso, aunque se cuenta ya con datos preliminares que confirman el

¹⁶ Puettmann, K.J., C. Messier y K.D. Coatea. 2014. Managing forests as complex adaptive systems. En: Messier, C., K.J. Puettmann y K.D. Coates. 2014. Managing forests as complex adaptive systems. Routledge, Londres, Reino Unido. Pp. 3-16.

¹⁷ Dantas VL, Hirota M, Oliveira RS, Pausas JG. 2016. Disturbance maintains alternative biome states. *Ecol Lett* 19:12-19.

¹⁸ Jardel-Peláez et al. 2014, op. cit.

RPI. Así mismo, se cuenta con suficiente evidencia de estudios dendrocronológicos de la historia de incendios en otros bosques de pino-encino de México.¹⁹

Hablar de un régimen “natural” de incendios resulta ambiguo, especialmente en una región con una larga historia de influencia humana, como es el caso del BLP. Desentrañar que es lo natural (no-humano) de un régimen de incendios es difícil, pero podemos hacer un intento. ¿Qué es lo natural (no-humano) que determina que los ecosistemas del BLP sean propensos a incendios frecuentes de severidad baja a mixta?

- La presencia de cubierta vegetal representa *combustible potencial*, que es el primero de los “interruptores” de los incendios,²⁰ como traté de explicarlo en mi presentación. Sólo las áreas desprovistas de vegetación no se queman, porque no hay combustible que alimente al fuego.
- La existencia en el área de una vegetación dominada por pinos, encinos y pastos que forman camas de combustible inflamables, con un potencial alto de propagación de incendios superficiales intensos con antorchamientos y, eventualmente, propagación de fuegos de copa (como se ha documentado en incendios recientes).
- Las condiciones del clima del BLP (clima semicálido subhúmedo, con una estación seca larga), determinan que durante 7 meses al año exista combustible disponible, esto es, lo suficientemente seco para encenderse y mantener la propagación de incendios (este es el segundo “interruptor” del fuego).
- Durante la estación seca, y especialmente entre marzo, abril, mayo y principios de junio, las condiciones del estado del tiempo atmosférico (temperatura media mayor a 25°C, temperaturas máximas mayores a 30°C, humedad relativa del aire menor a 40% con valores mínimos extremos de 4%, ausencia de precipitación significativa y vientos constantes que llegan a presentar ráfagas con más de 30 km hr⁻¹ de velocidad del viento) son favorables para la propagación de incendios (este es el tercer “interruptor” del fuego).
- Relieve montañoso, con pendientes de moderadas a muy fuertes en la mayor parte del área, que favorecen la rápida propagación del fuego cuando asciende a favor de la pendiente de las laderas de montaña.
- Existencia de fuentes de ignición naturales como la caída de rayos. Las descargas eléctricas atmósfera-suelo pueden encender los combustibles forestales aún durante eventos de lluvia; si la precipitación es escasa, no humedece lo suficiente el combustible disponible después de un largo periodo de sequía (como ocurre en mayo o principios de junio); si después de la caída de rayos siguen varios días

¹⁹ Ver por ejemplo: Cerano-Paredes, J., J. Villanueva-Díaz, R. Cervantes-Martínez, P. Z. Fulé, L. Yocom, G. Esquivel-Arriaga y E. J. Jardel-Peláez. Historia de incendios en un bosque de pino de la Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Bosque vol. 36, núm. 1 (2015): 41-52.

²⁰ Bradstock 2010, op. cit. Véase también: Scott A.C., Bowman D.M., Bond W.J., Pyne S.J., Alexander M.E. 2014. Fire on Earth. An introduction. Wiley Blackwell, Chichester.

cálidos y secos, el fuego se propaga. Esto se ha constatado en incendios causados por rayos durante las lluvias invernales (“cabañuelas”) y en la transición de la estación seca con el inicio de las lluvias en otras áreas más húmedas que La Primavera, como la Sierra de Manantlán, y es lo que sucedió en el reciente incendio de Ciudad Cajetes (8-9 de mayo de 2021) en el BLP.

Las evidencias fácticas muestran que los ecosistemas del BLP son propensos a incendios; en ausencia de humanos puede incendiarse frecuentemente porque esta es su naturaleza: hay combustible potencial (vegetación y hojarasca), combustible disponible (una estación seca larga todos los años), estado del tiempo atmosférico favorable para la propagación del fuego, y fuentes de ignición naturales (caída de rayos). Esto es lo que traté de explicar en mi presentación.

Otras evidencias “naturales” de que los incendios han formado parte de la historia del BLP:

- La flora nativa del BLP está compuesta por familias, géneros y especies con atributos morfofuncionales relacionados con adaptaciones a un régimen de incendios frecuentes de severidad baja o mixta. Estas adaptaciones (cortezas gruesas aislantes, producción de conos serótinicos, capacidad de rebrote, tejidos subterráneos de reserva, semillas cuya germinación responde al choque térmico y al humo, etc.), son resultado del proceso evolutivo en ambientes donde el fuego ha sido un factor significativo de selección natural.²¹
- La respuesta de la vegetación del área a los incendios, muestra su capacidad para resistir incendios superficiales de baja severidad sin cambios significativos en su composición y estructura. Cuando se forman claros por efectos del fuego de alta y muy alta severidad, la vegetación se regenera en forma natural (sin intervención humana). Esto es, los bosques de pinos y encinos del BLP son resistentes a incendios de baja severidad y resilientes a incendios de alta severidad.
- La riqueza de especies es mayor en claros abiertos por incendios y en bosque abierto quemado superficialmente, que en sitios donde el fuego ha sido suprimido o excluido por más de 20 años.²² Los bosques de encinos y pinos del BLP tienen características de “ecosistemas abiertos”, mantenidos por el fuego, cuya flora herbácea y arbustiva está compuesta por especies que prosperan en bosques con un dosel relativamente abierto o en claros.²³

²¹ Los ejemplos más obvios de especies de plantas adaptadas al régimen de incendios del BLP, son los árboles más comunes en el área, como los encinos (*Quercus resinosa*, *Q. viminea*, *Q. magnoliifolia*) y *Pinus oocarpa*, así como varias especies de las familias botánicas más abundantes y diversificadas en el área, como las gramíneas, asteráceas y leguminosas, e incluso las orquídeas terrestres.

²² Herrera-Palacios, I.A., E.J. Jardel-Peláez, R. Cuevas-Guzmán y S. Zuloaga-Aguilar (en preparación). Efecto de incendios forestales en las comunidades de plantas del Bosque La primavera, Jalisco, México (Universidad de Guadalajara-CU Costa Sur, Departamento de Ecología y Recursos Naturales).

²³ Véase: Bond, W.J. 2019. Open ecosystems: ecology and evolution beyond the forest edge. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.

Hasta aquí los factores naturales del régimen de incendios del BLP. ¿Cuáles son los factores no naturales, esto es, de origen humano, del régimen actual de incendios del BLP? Para dar respuesta a esto, el diagnóstico del PMF-BLP indica lo siguiente:

- Un bosque rodeado por zonas urbanas, infraestructura de caminos, terrenos de cultivo y pastizales inducidos.
- Numerosas fuentes de ignición en zonas urbanas y zonas agropecuarias adyacentes al bosque. La mayoría de los incendios registrados en el BLP en los últimos 20 años se han originado en su periferia por causas antropogénicas.
- Acumulación de altas cargas de combustibles en sitios donde el fuego ha sido excluido o suprimido por periodos mayores a 10 años; el aumento de la carga de hojarasca y la densidad del dosel arbóreo favorecen incendios intensos con efectos de alta y muy alta severidad (el ejemplo más reciente es el del incendio de Volcanes-Planillas).
- En los sitios donde el fuego ha sido excluido o suprimido, la densa capa de hojarasca y la sombra del dosel arbóreo impiden el desarrollo de la vegetación herbácea y arbustiva; en consecuencia, estos sitios presentan una muy baja riqueza de especies y son hábitats que carecen de recursos para mantener a especies como las aves granívoras, nectarívoras o insectívoras (buena parte de la diversidad de aves del BLP), o como los venados, de las cuales depende la existencia de pumas.
- Establecimiento de plantaciones de pino con una densidad mayor a la de la vegetación natural del área, que son altamente vulnerables a incendios.
- Presencia de especies exóticas invasoras que alteran el complejo de combustibles y el régimen de incendios.
- Los efectos de la mancha urbana (los efectos de la burbuja de calor y la contaminación atmosférica) sobre los patrones y procesos de los ecosistemas del BLP.
- Los efectos del cambio climático global que crean un ambiente más cálido y seco favorable a la propagación de incendios.

El BLP es, por sus características naturales, propenso a incendios frecuentes de severidad baja a mixta, pero los incendios actuales ocurren en condiciones no naturales. Enfrentar el problema con una “mentalidad de plaza sitiada”, bajo el concepto de “reserva-fortaleza” que ha predominado en el manejo de áreas “naturales” protegidas y en el enfoque de supresión de incendios, no es una estrategia viable. La historia demuestra que las plazas sitiadas son tomadas, tarde o temprano, por un enemigo, que viene de fuera (como la expansión urbana de Guadalajara y los incendios provocados en la periferia). Ignorar la dinámica de los ecosistemas y la influencia del medio físico en patrones y procesos ecológicos lleva a tomar decisiones erróneas, bajo una lógica de comando y control, que crea problemas cada vez más grandes y complejos (la “patología del manejo de recursos

naturales”, según Holling y Meffe²⁴). Los incendios en el BLP van a seguir ocurriendo con efectos cada vez peores, a pesar de los esfuerzos de supresión del fuego, de inversiones millonarias en cámaras robóticas de vigilancia que no sirven para nada, o de propuestas absurdas de drones que arrojan chisguetes de agua.

Espero que esto responda las preguntas sobre el régimen de incendios o que por lo menos sirva para reflexionar sobre el tema y buscar en la literatura científica mejores respuestas a las mías y a lo que pude explicar en el PMF-BLP.

4. Efectos del fuego en los suelos

Aunque esto no se incluyó en las preguntas que me envió Manfred Meiners, si fue una pregunta en la sesión del Comité Ciudadano y quiero complementar la breve respuesta que pude dar en los tiempos limitados de una reunión por videoconferencia.

El fuego influye en las propiedades de los suelos e incluso es considerado el séptimo factor en el proceso de formación de suelos (junto con el tiempo, la roca o material parental, el relieve, el clima, la vegetación y la biota del suelo, y la influencia humana).²⁵ El fuego ha sido probablemente un importante factor en la formación de suelos en regiones propensas a incendios alrededor del mundo y ha sido utilizado durante mucho tiempo como una herramienta en la agricultura tradicional para fertilizar los suelos, controlar especies competidoras e insectos parásitos, aunque también esto ha sido una factor de cambio en la vegetación y de aumento en la erosión y las condiciones de aridez.²⁶

Muchas de las propiedades físicas, químicas, mineralógicas y biológicas de los suelos pueden ser afectadas por los incendios forestales, pero sus efectos dependen principalmente de la severidad de dichos incendios asociada a las temperaturas pico y la duración del tiempo de residencia del fuego.²⁷ De acuerdo con el trabajo antes citado de Giacomo Certini (2005), los fuegos de baja a moderada severidad, como los de las quemas prescritas, promueven la renovación de la vegetación y efectos transitorios de aumento del pH y los nutrientes disponibles, sin que ocurran cambios irreversibles en el ecosistema.

En incendios superficiales de baja severidad o en quemas prescritas forestales, al igual que en quemas en la agricultura con ciclo de barbecho, el fuego moviliza nutrientes almacenados en estructuras de las plantas que son refractarias a la descomposición biológica (como pastos fibrosos y hojarasca esclerófila rica en resinas, como la de los pinos y encinos), contribuyendo a la fertilización del suelo; la incorporación de carbón al suelo mejora sus propiedades (por ejemplo véase el caso de suelos manejados en la agricultura

²⁴ Holling, C. S., and G. K. Meffe. 1996. Command and control and the pathology of natural resource management. *Conservation Biology* 10:328-337.

²⁵ Certini G. 2014. Fire as a soil-forming factor. *Ambio* 43: 191-195.

²⁶ Santín C, Doerr SH. 2016. Fire effects on soils; the human dimensión. *Philosophical Transactions Royal Society B* 371; 20150171.

²⁷ Certini G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 143: 1-10.

tradicional, como la *terra preta* en la Amazonía o las tierras oscuras en países nórdicos);²⁸ y ya que la combustión es parcial en esos casos, también hay incorporación de materia orgánica de los restos de plantas y hojarasca quemados.

En incendios de alta severidad los efectos sobre el suelo suelen ser negativos: hidrofobicidad que reduce la infiltración de agua y genera mayor propensión a la erosión, remoción de materia orgánica, pérdida de nutrientes por volatilización, erosión, alteración de la composición de la biota edáfica (microbiana y de invertebrados del suelo), y mayor riesgo de deslizamientos de suelo.²⁹

Los pinos y encinos pueden establecerse y crecer en suelos pobres, de baja fertilidad y relativamente ácidos, pero su desarrollo se ve favorecido por su asociación con micorrizas, plantas asociadas con microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico como leguminosas, betuláceas y algunas rosáceas (y también, probablemente, compuestas y otras familias). Por estas razones, en las acciones de restauración ecológica y la reforestación de áreas incendiadas, es muy importante considerar el papel de plantas herbáceas y arbustivas nativas, que juegan un papel clave en la retención de suelo y la dinámica de nutrientes.³⁰

En resumen, es esencial evitar que en el BLP ocurran incendios que afecten con alta severidad áreas extensas, y la mejor forma de hacerlo en las condiciones de ecosistemas propensos al fuego en un entorno con alta frecuencia de igniciones antropogénicas, es hacer un buen uso del fuego mediante quemas prescritas, como se propone en el PMF-BLP.

En áreas o sitios con problemas de degradación de la cobertura vegetal y donde no ha habido buenos resultados ni con la regeneración natural ni con reforestaciones, es necesario evaluar las condiciones del suelo. Aunque desde hace tiempo en el BLP se ha hablado de los efectos negativos de los incendios, no se ha realizado ningún estudio riguroso sobre el tema y esta es una tarea pendiente.

Finalmente, reitero mi disposición a colaborar con el Comité Ciudadano del OPD-BLP y espero sus comentarios y observaciones para mejorar el Programa de Manejo del Fuego.

²⁸ Santín y Doerr 2016, *op. cit.*

²⁹ Certini 2005, *op. cit.*

³⁰ Gilliam, F. S. 2007. The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest Ecosystems. *BioScience* 57(10): 845-858.