

I



Incendios de cobertura vegetal, biodiversidad y gobernanza

Por Álvaro del Campo Parra-Lara*, Efraím Parra Muñoz**, Hernando Uribe Castro***

Introducción

El aumento en la frecuencia e intensidad de los Incendios de Cobertura Vegetal (ICV) en todo el mundo ha generado un impacto profundo sobre la biodiversidad, exacerbado por el cambio climático y las actividades humanas. Los ICV han dejado de ser fenómenos naturales aislados para convertirse en una amenaza constante, con consecuencias devastadoras para los ecosistemas y las especies que los habitan. En el caso de Colombia, los incendios forestales representan un desafío cada vez mayor, ya que afectan no solo áreas de importancia ecológica crítica, como la Amazonía y los páramos, sino también comunidades humanas que dependen directamente de estos ecosistemas. Este fenómeno ha subrayado la urgente necesidad de contar con modelos de gobernanza que sean eficaces en la respuesta a emergencias y estén orientados hacia la prevención y la conservación de la biodiversidad a largo plazo.

La gobernanza de los ICV, sin embargo, enfrenta importantes obstáculos. A pesar de que Colombia cuenta con un marco normativo sólido y una estructura institucional que define claramente las responsabilidades en la gestión del riesgo, existe una desconexión entre la normativa y su aplicación en el terreno. La complejidad de los incendios, que

* Director de la Fundación para el Desarrollo Sostenible Regional 2050.

** Investigador del Instituto de Estudios para la Sostenibilidad, Universidad Autónoma de Occidente.

*** Investigador del Instituto de Estudios para la Sostenibilidad, Universidad Autónoma de Occidente.

se originan en factores tanto naturales como antrópicos, y su carácter transfronterizo, requiere de una coordinación efectiva entre distintos niveles de gobierno y actores sociales. No obstante, los esfuerzos actuales tienden a ser reactivos y fragmentados, lo que impide una respuesta eficiente y limita el alcance de las acciones de conservación.

El objetivo de este texto es analizar la importancia de una gobernanza integral y participativa para mitigar los incendios forestales, destacando la necesidad de articular políticas públicas que involucren a todos los actores sociales, especialmente a las comunidades locales, quienes juegan un rol fundamental en la gestión del fuego. En la primera sección, se aborda el contexto de los ICV en Colombia, incluyendo su evolución histórica y los principales factores que contribuyen a su aumento. En la segunda sección, se discuten los impactos de los incendios en la biodiversidad, desde la pérdida de hábitat hasta los efectos en las especies más vulnerables. La tercera sección explora los modelos actuales de gobernanza en la gestión de los ICV, resaltando sus limitaciones y los desafíos que enfrenta el país. Finalmente, se propone un enfoque de gobernanza más inclusivo y basado en la corresponsabilidad, que permita prevenir y mitigar los incendios de manera efectiva, protegiendo así la biodiversidad y los ecosistemas estratégicos.

Desmitificando los incendios forestales

Los Incendios Forestales, o de Cobertura Vegetal (ICV)¹, son eventos con una percepción social absolutamente negativa para la naturaleza y la sociedad. Por supuesto, razones no faltan: su frecuencia, dimensiones e impactos son aprovechados mediáticamente dada su visibilidad y huella (humos, cenizas, vegetación arrasada, viviendas e infraestructura

1 Es más apropiado hablar de incendios de cobertura vegetal y no de incendios forestales considerando que el fuego puede afectar no solo bosques sino otras coberturas vegetales naturales (selvas, pastizales de sabana, palmares, entre otros) y cultivadas (plantaciones agroindustriales y forestales y cultivos agrícolas)

calcinada, personas, animales silvestres y domésticos muertos o quemados); es el infierno en tiempo presente. No obstante, hay que señalar que los ICV han formado parte de la historia natural de nuestro planeta, incluso podría decirse que ha presentado, y continúa presentando, las condiciones apropiadas para el fuego: cubiertas vegetales, atmósfera rica en oxígeno, climas con periodos secos o de menores precipitaciones y tormentas eléctricas asociadas, lo mismo que una actividad volcánica permanente y extendida².

Los registros de carbón vegetal fósil indican que los máximos picos de ICV de origen natural se presentaron hace aproximadamente 420 millones de años (Bowman *et al.*, 2009), con picos posteriores coincidentes con las dispersiones humanas modernas desde África hacia Asia, Australia, Europa y América (entre 70 000 y 120 000 años), manteniéndose, más o menos bajos hasta 1750 debido, posiblemente, a los efectos de la “Pequeña Edad de Hielo” (mediados del siglo XVII y finales del siglo XIX³). Durante el periodo comprendido entre 1750 y 1870 tuvieron un incremento casi exponencial debido al empleo del fuego para la adecuación del suelo forestal a usos agrícolas y ganaderos, especialmente en las colonias de los imperios europeos en África, Asia y América tropical, pero entre 1870 y 1970 tendieron de nuevo a disminuir a pesar del incremento significativo de la población mundial.

A partir de 1970, se evidencia una nueva tendencia al incremento del fenómeno debido a la combinación de causas, en su mayoría antrópicas, incluyendo el uso del fuego como instrumento en conflictos sociales relacionadas con el uso y tenencia de la tierra en distintos continentes (Haas *et al.*, 2024), así como a diversas expresiones de apropiación social

2 En la actualidad, se considera que existen cerca de 1 350 volcanes activos en todo el planeta, la mayor parte de ellos concentrados en el llamado “cinturón de fuego del Pacífico”.

3 Este periodo es de mayor referencia en la literatura, ya que no hay acuerdo sobre el periodo de tiempo, alcance e impacto global de este evento climático.

del uso de las tierras, resultado de los procesos de modernización productiva (desarrollo de plantaciones agroindustriales de caña de azúcar, soja, palma de aceite, entre otros), la expansión de la ganadería bovina extensiva, la minería ilegal y legal y la adecuación de áreas forestales para la ampliación de la frontera urbana o establecimiento de nuevos asentamientos humanos⁴. Por ello, diversos autores han planteado la hipótesis que, por ejemplo, en países de América Latina, “la estructura productiva y la política agraria (...) influyeron sobre los regímenes de incendios actuales” (Picado y Cruz, 2014, p. 109).

Los ICV han jugado un papel determinante para la evolución de especies, principalmente vegetales, constituyendo una de las principales fuerzas moldeadoras de la estructura, composición y distribución geográfica de los ecosistemas con coberturas vegetales del mundo (Bond y Keeley, 2005). Como consecuencia, los ecosistemas terrestres han desarrollado un complejo sistema de interrelaciones entre el clima, el suelo y la vegetación, que hace posible la presencia o ausencia natural de fuego, dando lugar a los regímenes naturales de sensibilidad, dependencia o independencia al fuego (Hardesty *et al.*, 2005; Keeley, 2009), los cuales, infortunadamente, presentan un alto grado de transformación o antropización (The Natural Conservancy, 2004; Cochrane, 2009)⁵. Hoy, podríamos afirmar que los ICV son fenómenos de origen

-
- 4 El informe *MAAP #164: Amazon Tipping Point – Where Are We?* (Finer y Mamani, 2022) estima que el área original de la selva amazónica, antes de las colonizaciones europeas, era aproximadamente de 647 millones de hectáreas (61.4 % Brasil, 12 % Perú, 7 % Colombia, 6 % Venezuela, 5 % Bolivia y el restante 8 % distribuido entre Ecuador, Guyana, Surinam y Guyana Francesa). Para el 2021, de esa área se había perdido aproximadamente 86.5 millones de hectáreas (13 %) distribuidas por país de la siguiente manera: Brasil 69.5 millones, Perú 4.7 millones, Colombia 4 millones, Bolivia 3.8 millones, Venezuela 1.4 millones y, entre Ecuador, Guyana, Surinam y Guyana francesa, 1.9 millones.
 - 5 La evaluación preliminar del estado y tendencias del régimen natural del fuego en ecorregiones críticas para la conservación de la biodiversidad se concluyó que apenas en el 16 % del área de estas ecorregiones el fuego ocurre dentro de límites ecológicamente aceptables (The Natural Conservancy, 2004).

fundamentalmente antrópico, es decir, que responden a prácticas culturales relacionadas con el uso del fuego con fines productivos (Miller y Davidson-Hunt, 2010), motivaciones económicas y sociales de distinta índole, entre otras, potenciados por condiciones o factores naturales (temperatura, humedad, vientos, características de los combustibles vegetales y más).

Los impactos de los ICV sobre la biodiversidad dependen del régimen natural de fuego del ecosistema, de la intensidad y de la frecuencia o recurrencia con que se presenten y de la tolerancia o grado de sensibilidad de las especies presentes (Ledezma *et al.*, 2018). En principio, los ICV pueden generar afectaciones significativas en ecosistemas sensibles, como las selvas tropicales, pero también desempeñan un papel crucial en el mantenimiento de la estructura, la composición y la dinámica de ecosistemas, como las sabanas tropicales (Berlinck y Batista, 2020). En los incendios de regímenes antropizados, que afectan de manera total la masa vegetal (estructurales), los impactos tienden a ser severos o catastróficos para la mayoría de las especies e individuos locales, dando lugar, incluso, a transiciones o transformaciones hacia otros tipos de vegetación en donde dominen especies adaptadas al fuego. Ejemplos de lo anterior, son los procesos de sabanización⁶, que evidencian los bosques secos y húmedos tropicales, afectando de manera extrema su biodiversidad. Por el contrario, los fuegos de superficie, de sotobosque o de baja intensidad, pueden tener impactos menores e incluso llegar a promover la biodiversidad al favorecer la diversificación de hábitats (Kelly y Brotons, 2017), aunque en ecosistemas altamente fragmentados pueden impactar la biodiversidad local por la pérdida de hábitat para subpoblaciones de muchas especies, la extinción local de subpoblaciones con la consecuente disminución de la diversidad y reserva

6 El éxito de las gramíneas para establecerse y dominar de manera inmediata las áreas afectas por ICV es que poseen el mecanismo fotosintético C₄ que les permite mayor eficiencia en la captura de CO₂ y producir mayores niveles de energía.

genética de la especie y el rompimiento de la conectividad y su impacto en la circulación de la variabilidad genética.

Por otra parte, es preciso señalar que no todas las especies y ecosistemas responden de la misma manera al fuego: mientras algunos se ven beneficiados, otros experimentan efectos negativos en grado variable. Un ejemplo de ello es el contraste entre las sabanas tropicales y las selvas húmedas o muy húmedas. En las primeras, el fuego favorece la regeneración de especies de gramíneas y promueve la diversidad de plantas herbáceas al reducir la vegetación leñosa. En cambio, en las selvas, un ecosistema muy sensible al fuego, los incendios pueden ser devastadores, destruyendo grandes áreas de bosque primario y afectando a la fauna en toda su diversidad.

Al igual que los ecosistemas, las especies pueden ser tolerantes o sensibles al fuego, ya que han evolucionado en el contexto de sus regímenes naturales. La tolerancia, definida como la capacidad para sobrevivir o regenerarse ante el fuego (Pausas *et al.*, 2012), incluye varias estrategias de carácter anatómico⁷, bioquímico⁸ o ecológico⁹ en especies vegetales y conductuales en animales¹⁰.

En términos generales, los incendios tienen impactos profundos sobre la biodiversidad, afectando tanto la supervivencia de las especies como la estructura de los ecosistemas. Uno de los efectos más notables es la reducción del tamaño de las poblaciones locales, especialmente en especies que no están adaptadas al fuego. Este fenómeno pone en peligro

7 El desarrollo de cortezas gruesas aislantes; el rebrote a partir de yemas apicales aéreas o subterráneas y del cuello de la raíz, autopoda de ramas inferiores y raíces profundas tolerantes al calor.

8 Liberación de aceites inflamables y exudación de resinas combustibles.

9 Producción de semillas tolerantes al calor, o dependientes de él, para ser liberadas o para germinar

10 Huir, desplazarse y esconderse o enterrarse.

la viabilidad de especies endémicas o aquellas con rangos de distribución restringidos, por ejemplo, los anfibios y reptiles que dependen de microhábitats húmedos que pierden áreas críticas para su supervivencia tras un incendio. Al mismo tiempo, los ICV tienden a favorecer la expansión de especies resistentes o adaptadas, desplazando a aquellas menos adaptadas o sensibles.

Los incendios también facilitan la invasión de especies exóticas, relegando la vegetación nativa. En áreas afectadas por incendios, la composición y estructura de las comunidades vegetales se ven alteradas por nuevas condiciones de suelo y luz que suelen favorecer a especies invasoras que, aprovechando la perturbación, desplazan a la vegetación nativa. Asimismo, los ICV alteran las interacciones biológicas y ecológicas entre las especies, afectando tanto a las relaciones simbióticas como a las dinámicas depredador-presa o interrumpir procesos clave, como la polinización, ya que disminuyen temporalmente las poblaciones de insectos que cumplen esa función. En ecosistemas de sabana, la disminución de polinizadores tras un incendio repercute en la capacidad reproductiva de las plantas dependientes de estos agentes, lo que afecta a toda la comunidad vegetal. De igual forma, mientras algunas especies herbívoras encuentran nuevas oportunidades en áreas quemadas, los depredadores que dependen de la cobertura densa del bosque ven reducidas sus posibilidades de cazar, provocando desequilibrios en la estructura trófica del ecosistema (Zedler *et al.*, 1983; Cochrane, 2003).

Frente al cambio climático en curso y los cambios en los usos del suelo¹¹, se prevé que los ICV presentarán incrementos de un 30 % para 2050 y más de un 50 % para el fin del siglo XXI (UNEP, 2022), lo cual implicará cambios abruptos en su frecuencia, extensión, duración y severidad en los diferentes tipos de cobertura del planeta, tal como se viene evidenciando

11 En el caso colombiano los ICV no solo están ligados a la deforestación para uso ganadero y agrícola, sino también a la ampliación de frontera para cultivos ilícitos,

(Webber y Flannigan, 1997; Bergeron *et al.*, 2004; González *et al.*, 2011) con puntos de no retorno para muchos ecosistemas, aunque todavía existe una amplia incertidumbre sobre la dimensión y distribución geográfica de los efectos del cambio climático sobre los individuos, las especies y los ecosistemas (Hooper, citado por Uribe, 2015).

Gobernanza para los ICV y de la biodiversidad

El aumento en el número y la magnitud de los ICV pone de relieve la necesidad de contar con modelos de gobernanza que sean capaces de abordar, con un enfoque preventivo, los riesgos más allá de las fronteras administrativas. En el caso de los ICV, la gobernanza es desafiante debido a la naturaleza multicausal y la dinámica espacialmente abierta de estos eventos, que no respetan límites geopolíticos ni divisiones administrativas. En este sentido, la complejidad y el impacto potencial de los ICV demanda el desarrollo de visiones y mecanismos que faciliten tanto la coordinación y respuesta inmediata y efectiva de los eventos, como el desarrollo de estrategias de prevención a mediano y largo plazo, a partir de políticas públicas compartidas en la planeación y gestión del territorio, su monitoreo ambiental y el establecimiento de sistemas de alerta temprana y el fortalecimiento de redes de cooperación local y regional para compartir recursos, tecnologías y conocimientos.

Aunque Colombia cuenta con un marco de política pública robusta relacionada con la prevención y control de los ICV y restauración de áreas afectadas y con una arquitectura institucional con roles y responsabilidades claras (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, cuerpos de bomberos, alcaldías, defensa civil, fuerzas militares y de policía y autoridades ambientales regionales y municipales), el manejo del fuego continúa siendo reactivo, enfocado en la perspectiva de emergencias y de espaldas a los actores relacionados con el mismo en los territorios. Profundiza la incapacidad institucional del Estado, la fragmentación institucional, la falta de recursos humanos, logísticos y presupuestales adecuados para las distintas operaciones de la gestión integral (Borja y Mesa,

2021; CGAP-USAID, 2022). Fundamentalmente, la necesidad de innovar el enfoque conceptual hacia otro participativo e, incluso, centrado en la prevención y la corresponsabilidad, con mayor fundamento científico y técnico. Prevenir los ICV resulta más económico que apagarlos y cubrir sus distintos impactos.

El modelo de gobernanza del riesgo de ICV requiere la incorporación real de las comunidades en su sentido amplio y no solo a nivel local, las cuales podrían cumplir un papel central al ser capaz de constituir alarmas tempranas y vigilancia en sectores que históricamente han sido potenciales para la producción de incendios. En ello, las Juntas de Acción Comunal, las comunidades educativas, las agremiaciones de productores y otras formas locales de la organización comunitaria pueden ser claves en la prevención y desarrollo de sistemas de alerta temprana; así mismo, es necesaria una vinculación directa y continua de las comunidades académicas para una mejor comprensión de los ICV y de los fenómenos locales asociados. Por supuesto que ningún modelo de gobernanza del riesgo de ICV podrá impactar significativamente su reducción sin los suficientes recursos financieros, especialmente públicos, y sin el apoyo, la colaboración y la cooperación internacional.

En este contexto, la pregunta es ¿qué hacer para disminuir la probabilidad de ocurrencia de ICV y la consecuente pérdida de biodiversidad? Primero, no hay una ruta única considerando que el fenómeno es multicausal; sin embargo, se podrían señalar algunas líneas de acción:

1. Incorporar la gestión del riesgo de ICV y de protección de la biodiversidad a los instrumentos de planeación y gestión municipal (planes de desarrollo, de ordenamiento territorial y de gestión del riesgo, presupuestos municipales, etc.), basados en información actualizada.
2. Desarrollar procesos de protección efectiva de los ecosistemas mediante el fortalecimiento del sistema nacional de áreas naturales

protegidas tanto públicas como de la sociedad civil, pero con ordenamientos más rigurosos de los usos del suelo, con el fin de conservar una mayor diversidad genética en las especies de flora y fauna¹².

3. Desarrollar modelos de gestión integral del riesgo de ICV de base científico-técnica y participativa, focalizados en la vulnerabilidad y la prevención de eventos y en la adaptación al cambio climático.
4. Desarrollar estrategias orientadas al uso seguro de prácticas culturales ligadas a procesos agropecuarios.
5. Desarrollar sistemas de vigilancia remota y el desarrollo de sistemas de respuesta inmediata a eventos.
6. Fortalecer los esfuerzos investigativos orientados al desarrollo de la línea base de conocimiento nacional/regional/local de la biodiversidad, sobre el registro de especies y sus relaciones funcionales.
7. Desarrollar un marco normativo más exigente de responsabilidad civil y penal en materia de protección de tierras y coberturas vegetales privadas.
8. Diseñar e implementar esquemas para el manejo de combustibles vegetales en áreas de alta recurrencia, incluyendo el uso del fuego en actividades de supresión.
9. Diseñar e implementar estrategias de restauración ecológica en áreas afectadas por ICV, dirigidas a recuperar la biodiversidad y a prevenir el fuego, lo cual debe incluir el control de especies invasoras.

12 Este objetivo requiere cambios en los esquemas de gobernanza y toma de decisiones que garanticen el involucramiento real de comunidades indígenas, afro y campesinas, no solo en la protección de la biodiversidad, sino en los beneficios económicos derivados del uso industrial y comercial del capital genético contenido.

10. Diseñar y desarrollar estrategias de educación y gestión ambiental del riesgo de ICV y protección de la biodiversidad que sean cultural, social, económica e institucionalmente viables. En este punto, es indispensable conocer la percepción ciudadana sobre el fenómeno y aprovechar el conocimiento que tienen las comunidades en relación con la gestión del fuego y la biodiversidad de sus respectivos entornos.

Conclusiones

La creciente amenaza que representan los incendios de cobertura vegetal para la biodiversidad y los ecosistemas en Colombia demanda una respuesta más articulada y efectiva. Si bien el país cuenta con un marco normativo robusto, es evidente que la gobernanza de los ICV necesita evolucionar hacia un enfoque más participativo e inclusivo. Las comunidades locales, que son las primeras en enfrentar los impactos de los incendios, deben estar en el centro de las estrategias de prevención y gestión, ya que su conocimiento del territorio y sus prácticas tradicionales pueden ser valiosas en la detección temprana y en la mitigación de riesgos.

Es crucial fomentar la investigación científica en torno a los incendios forestales, no solo para entender mejor sus causas y efectos, sino también para desarrollar modelos de gobernanza que integren la voluntad política y la cooperación entre todos los actores involucrados. La colaboración entre gobiernos, comunidades, organizaciones no gubernamentales y el sector privado es esencial para garantizar una gestión eficaz del riesgo y la conservación de la biodiversidad. Solo a través de un enfoque participativo, basado en la corresponsabilidad, se podrán enfrentar los desafíos crecientes que plantean los incendios de cobertura vegetal en un contexto de cambio climático y expansión de actividades humanas.

Referencias

- Artaxo, Paulo; Almeida-Val, Vera; Bilbao, Bibiana; Brando, Paulo; Bustamante, Mercedes; Correa, Sandra *et al.* (2021). Impactos de la deforestación y el cambio climático sobre la biodiversidad, los procesos ecológicos y la adaptación ambiental. En C. Nobre, A. Encalada, E. Anderson *et al.* (Eds.), *Informe de evaluación de Amazonía 2021*. United Nations Sustainable Development Solutions Network.
- Berlinck, Christian y Batista, Eugênia. (2020). Good fire, bad fire: It depends on who burns. *Flora*, 268.
- Bergeron, Yves; Flannigan, Mike; Gauthier, Sylvie; Leduc, Alain y Lefort, Patrick. (2004). Past, current, and future fire frequency in the Canadian boreal forest: Implications for sustainable forest management. *Ambio*, 33(6), 356-360.
- Bond, William y Keeley, Jon. (2005). Fire as a global “herbivore”: The ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(7), 387–394. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.04.025>
- Borja, Sandra y Mesa, María. (2021). *Colombia y su apuesta de manejo integrado del fuego. Meta del taller: elaborar el marco conceptual para la gestión integral del riesgo de incendios forestales*. Unidad Nacional de Gestión del Riesgo.
- Bowman, David; Balch, Jennifer; Artaxo, Paulo; Bond, William; Carlson, Jean; Cochrane, Mark; D’Antonio, Carla *et al.* (2009). Fire in the Earth System. *Science*, 324(5926), 481-284.
- Centro para Gestão de Áreas Protegidas. (2022). *Diagnóstico de Manejo de Fuego en Colombia*
- Universidad estatal de Colorado-USAID. (2021). *Resultados principales del diagnóstico del manejo del fuego en Colombia*.
- Cochrane, Mark. (2003). Fire science for rainforests. *Nature*, (421), 913-919.
- Cochrane Mark. (2009). *Tropical Fire Ecology. Climate Change, Land Use, and Ecosystem Dynamics*. Springer Berlin Heidelberg.
- Feng, Xiao; Merow, Cory; Zhihua, Liu; Roehrdanz, Patrick; Maitner, Brian; Newman, Erica; Boyle, Brad *et al.* (2021). Cómo la desregulación, la

sequía y el aumento de los incendios afectan la biodiversidad amazónica. *Nature*, (597), 516–521.

Finer, Matt y Mamani, Nadia. (2022). *Amazon Tipping Point – Where Are We?* MAAP. <https://maaproject.kinsta.cloud/?html2pdf=https://www.maaproject.org/amazon-tipping-point/&media=print>

González, Mauro; Lara, Antonio; Urrutia, Rocío y Bosnich, Juvenal. (2011). Climatic change and its potential impact on forest fire occurrence in south-central Chile (33°–42° S). *Bosque (Valdivia)*, 32(3), 215–219. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002011000300002&script=sci_arttext&lng=en

Hardesty, Jeff; Myers, Ron y Fulks, Wendy. (2005). Fire, ecosystems, and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. *The George Wright Forum*, 22, 78–87.

Jaureguiberry, Pedro. (2012). *Caracteres funcionales, flamabilidad y respuesta al fuego de especies vegetales dominantes en distintas situaciones de uso de la tierra en el centrooeste de Argentina*. Universidad Nacional de Córdoba.

Keeley, Jon. (2009). Fire intensity, fire severity, and burn severity: a brief review and suggested usage. *International Journal of Wildland Fire*, 18(1), 116–126.

Kelly, Luke y Brotons Lluís. (2017). Using fire to promote biodiversity. *Science*, 355(6331), 1264–1265.

Ledesma, Roxana; Kunst, Carlos; Bravo, Sandra; Leiva, María; Lorea Luis; Godoy, José y Navarrete, Víctor. (2018). Developing a prescription for brush control in the Chaco region, effects of combined treatments on the canopy of three native shrub species. *Arid Land Research and Management*, 32(3), 351–366.

Miller, Andrew y Davidson-Hunt, Iain. (2010). Fire, Agency and Scale in the Creation of Aboriginal Cultural Landscapes. *Human Ecology*, 38(3), 401–414. <https://doi.org/10.1007/s10745-010-9325-3>

Myers, Ronald. (2006). *Living with fire. Sustaining ecosystems & livelihoods through integrated fire management*. The Nature Conservancy. <https://www.cbd.int/doc/pa/tools/Living%20with%20Fire.pdf>

Pausas, Juli y Moreira, Bruno. (2012). Flammability as a biological concept. *New Phytologist*, 194(3), 610–613. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04132.x>

- Picado Wilson y Cruz, Carlos. (2014). El bosque seco en llamas. Estructura agraria y ecología política del fuego en Costa Rica. *Revista de Historia*, (70), 109-142.
- Santacruz, Ana. (2020). *Impacto del fuego en la defensa de las plantas: Rasgos funcionales y síntesis de metabolitos secundarios en especies leñosas del Chaco semiárido de Argentina*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de La Plata]. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/93714/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- The Natural Conservancy. (2004). *El Fuego, los Ecosistemas y la Gente: Una evaluación preliminar del fuego como un tema global de conservación*. <https://www.conservationgateway.org/ConservationPractices/FireLandscapes/LANDFIRE/Documents/El%20Fuego%20los%20Ecosistemas%20y%20la%20Gente.pdf>
- Uribe, Eduardo. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Villa, Pedro; Martins, Sebastião; Delgado, Luisa; Oliveira, Silvio y Mota, Norman. (2015). La agroforestería como estrategia para la recuperación y conservación de reservas de carbono en bosques de la Amazonía. *Bosque (Valdivia)*, 36(3), 347-356. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000300002>
- Webber, Martin y Flannigan, Mike. (1997). Canadian boreal forest ecosystem structure and function in a changing climate: Impacts on fire regimes. *Environmental Reviews* 5(3-4): 145-166.
- Zedler, Paul; Gautier, Clayton y McMaster, Gregory. (1983). Vegetation change in response to extreme events: the effects of a short interval between fires in California Chaparral and coastal scrub. *Ecology*, 64(4): 809-818.
- United Nations Environment Programme. (2022). *Spreading like Wildfire – The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires*. UNEP; GRIP-Arendal.