

Repensando la gestión de incendios forestales en Suramérica: un enfoque integrado en la era del cambio climático

Rethinking forest fire management in South America: an integrated approach in the era of climate change

El 2024 comenzó con una serie de incendios forestales en Suramérica que han alcanzado escalas y cifras de mortalidad sin precedentes en el continente, con efectos particularmente devastadores en Chile, Colombia y Argentina que, a finales de febrero, se extendieron al noreste de Venezuela y al estado septentrional de Roraima en Brasil. La destrucción de hábitats, la pérdida de biodiversidad, la emisión de grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), y las consecuencias directas sobre las poblaciones locales por la pérdida de sus hogares y medios de vida, son evidentes. La combinación de varios factores críticos, globales y regionales, incluido el impacto del fenómeno climático de El Niño, catalizan el avance inexorable del cambio climático, exacerbando tanto la frecuencia como la intensidad de estos eventos catastróficos.

El cambio climático, un proceso a largo plazo, incrementa la temperatura global y modifica los patrones de precipitación, alargando las temporadas secas y provocando sequías más extremas, lo que, en consecuencia, lleva a un aumento de la cantidad e intensidad de los incendios forestales. Esta alteración climática afecta la resiliencia de los ecosistemas dado que los bosques de zonas templadas y tropicales enfrentan no solo alteraciones en sus condiciones ambientales, sino también cambios en la composición de las especies, la estructura de los ecosistemas y los procesos ecológicos de regeneración natural, que incrementan su vulnerabilidad frente a las perturbaciones (Stevens-Rumann *et al.*, 2018).

En contraste, El Niño, un fenómeno de variabilidad climática a corto plazo, provoca alteraciones regionales y locales en las precipitaciones, tormentas más intensas en algunas regiones y sequías en otras. Esto altera los ciclos de crecimiento y las tasas de evapotranspiración de la vegetación, que resulta en muchos casos en una desecación de material vegetal vivo y muerto, y facilita las condiciones óptimas para la ignición del mismo (Macías-Fauria *et al.*, 2011). Así como el cambio climático altera las condiciones base de los ecosistemas, aumentando su propensión a los incendios en el largo plazo, el fenómeno del Niño actúa como un catalizador a corto plazo que facilita la iniciación y propagación de aún un mayor número de incendios forestales.

El clima es condicionante pero hay, además, ciertas actividades humanas que inciden fuertemente sobre la ocurrencia de incendios; entre estas cabe mencionar el incremento de actividades ilícitas que fomentan la deforestación y el cambio de los usos del suelo, particularmente en la Amazonia. En las últimas tres décadas, la aparición de incendios en esa región se ha correlacionado con la pérdida de bosques por la agricultura, la ganadería y los cultivos ilegales, así como el acaparamiento de tierras (Armenteras & Retana, 2012a). El uso de fuego asociado a estas actividades ha desembocado en la alteración de los regímenes de incendios, con una tendencia que indica un aumento en el inicio del 2024. Se estima que las emisiones de los incendios forestales pueden llegar a superar las causadas por la deforestación y llegar a alcanzar los 6,0 pg para el año 2050 (Brando *et al.*, 2020).

Asimismo, el fuego no sólo tiene un papel crucial en los procesos de deforestación sino que causa degradación, especialmente en bosques tropicales del continente, donde un único evento puede desencadenar su transformación a bosques degradados u otros tipos de coberturas, incrementando exponencialmente la vulnerabilidad de estos ecosistemas a futuras perturbaciones (Armenteras *et al.*, 2021a). El impacto de estos incendios

sobre la biodiversidad es también significativo, pues resulta en cambios dramáticos en la composición y estructura de los bosques, así como en la pérdida de especies de flora y fauna que, incapaces de adaptarse o sobrevivir a estos eventos, se ven inmersas en una cascada de efectos de reducción de los procesos ecológicos e.g. la dispersión de semillas, la depredación y la coexistencia, entre otros (**Doherty et al.**, 2022; **Armenteras et al.**, 2021b; **González et al.**, 2022). El aumento de incendios nos lleva, en cualquier caso, a la necesidad de entender cómo estos afectan a las especies y cómo estas responden a las nuevas condiciones que enfrentan. Investigar estos aspectos ayuda no sólo a preservar la biodiversidad sino a mitigar y a adaptarnos al cambio climático mediante la gestión y procesos de restauración de hábitats que promuevan la resiliencia de los ecosistemas.

A los factores anteriores debe sumarse la falta de apropiación social del conocimiento y la tardía atención política a la problemática que ha agudizado la frecuencia y la intensidad de estos desastres naturales (**Kurvits et al.**, 2022). Es necesario un control más riguroso de las fuentes de ignición de incendios, pues, aunque algunos son producto de causas naturales y por ello difíciles de prevenir, en Latinoamérica la mayoría resulta de acciones humanas. Las causas, ya sean accidentales, debidas a fallas o mantenimiento deficiente de las líneas eléctricas, o por negligencia, como en las quemaduras agrícolas o de basuras descontroladas, o el descuido con cigarrillos, o bien las provocadas intencionalmente por razones de lucro o venganza, tienen origen antrópico. Es por ello, que más allá del llamado a las autoridades a adaptarnos al cambio climático y a la necesaria mejora en el control y vigilancia de las fuentes de ignición, creemos que es también necesario enfrentar la falta de implementación de acciones efectivas para evitar la degradación y pérdida de los bosques nativos.

En diversos paisajes del continente, la proliferación de plantaciones de especies exóticas como eucaliptos y pinos, y de especies invasoras como el retamo espinoso, de una alta afinidad con el fuego, ha convertido los paisajes en áreas altamente inflamables con alto riesgo de incendios (**Figura 1**). Hoy, es ya imposible negar el papel de este tipo de especies no nativas en el agravado riesgo de incendios en la región. Por otro lado, la expansión urbana hacia zonas de plantación incrementa la vulnerabilidad de las ciudades ante estos desastres. En Chile se ha evidenciado cómo la proximidad de las urbes a áreas forestales incrementa significativamente el peligro para las poblaciones (**Armenteras & de la Barrera**, 2023). Estos retos señalan la necesidad en muchos de nuestros países de repensar la gestión de la vegetación y las estrategias de planificación territorial para mitigar los riesgos asociados a incendios, que, combinados con condiciones climáticas extremas y el persistente número de fuentes de ignición, facilitan la combustión del material inflamable y complican enormemente la extinción del fuego por parte de los organismos de emergencia (**Kurvits et al.**, 2022). Además, en muchos casos estamos viendo incendios recurrentes en áreas donde en el pasado no se hizo el adecuado manejo posterior a los eventos y se dejó acumular una mayor cantidad de combustible, con lo que se retroalimentó el riesgo de nuevos incendios (**Figura 2**). Recordemos que el combustible de un incendio forestal incluye todo material inflamable en el bosque, o sea, cualquier material orgánico que pueda arder, como hojas secas, ramas, madera muerta, pero también vegetación viva, como arbustos y árboles. Los combustibles finos, como las hojas secas, pueden encenderse rápidamente, propagando el fuego a gran velocidad. Por otro lado, los combustibles gruesos, como troncos caídos, son los que sostienen el fuego durante horas o incluso días. Lo más importante es que existen acciones que se pueden implementar para manejar las cargas y la continuidad del combustible en zonas de alto riesgo mediante diferentes mecanismos adaptados a la necesidad de cada ecosistema (remoción manual, quemaduras prescritas, barreras cortafuego, barreras verdes, etc.).

Agregando a lo anterior, estamos viendo que los métodos tradicionales de supresión de incendios ya no son suficientes para proteger los ecosistemas y las comunidades de sus efectos devastadores, esto debido en gran parte a su creciente frecuencia e intensidad. Si a esto se le suma la simultaneidad de incendios, y algunas veces la ocurrencia de megaincendios, la capacidad para atender las emergencias de muchos países se ve



Figura 1. Paisaje cerca de Penco con remanentes de bosques nativos no quemados (arriba). Regeneración posterior al fuego en plantaciones forestales en Vichuquén (abajo). Chile, abril 2022. @D.Armenteras, cortesía Ecolmod

desbordada. En cuanto a los costos, aunque a nivel global y regional se han aumentado los recursos para apagar incendios, paradójicamente el financiamiento para abordar sus causas fundamentales se ha estancado o es insuficiente. Se estima que el costo de gestión por hectárea de paisaje para la prevención de incendios puede ser hasta diez veces menor que lo que se gasta en su extinción, y ni hablar de cuánto cuesta la restauración de ecosistemas que pueden tardar décadas en recuperar su estado previo. La decisión de intervenir inmediatamente o permitir una recuperación natural debe basarse en una evaluación cuidadosa de la capacidad de resiliencia del ecosistema y la magnitud de los daños, y para ello se necesita conocimiento previo. Por ejemplo, cuando el incendio en un ecosistema de páramo es de baja intensidad, usualmente se consume toda la biomasa sobre el suelo, dejando un terreno carbonizado que es recolonizado por brotes de sistemas radiculares que sobreviven y por semillas que resisten el fuego o que llegan después del incendio. Sin embargo, dados los rasgos adaptativos de especies como los eucaliptos y los pinos, que pueden dominar rápidamente un paisaje después de un incendio y aumentar la probabilidad de futuros eventos, es esencial una gestión proactiva.



Figura 2. Consecuencias y regeneración tras incendios en una formación de pinos. Estas fotografías del Cerro del Cable documentan la resiliencia después del fuego evidente en los rebrotes en troncos jóvenes con marcas de incendios recientes y la descomposición de árboles maduros afectados por fuegos anteriores. Este patrón indica la repetición de incendios y sus efectos persistentes en la estructura forestal, reflejando una gestión forestal previa inadecuada y la necesidad de implementar prácticas más eficaces de manejo posteriores al incendio. Febrero 2024 @D.Armenteras, cortesía Ecolmod

Más allá de culpar al cambio climático, la realidad es que sabemos que es posible alterar activamente el comportamiento de los incendios. Para ello se requiere utilizar el mejor conocimiento científico disponible, los mejores pronósticos y alertas tempranas, y, por supuesto, gestionar el paisaje para reducir el combustible potencial que alimenta los incendios. Es por esto que creemos que se necesita con urgencia la implementación de medidas de adaptación y estrategias de gestión del paisaje basado en la ciencia.

Este panorama revela la urgente necesidad de repensar y transformar nuestras estrategias de gestión de incendios hacia un enfoque más holístico e integrado que esté a la altura de los grandes desafíos que nos impone el cambio climático y las realidades ecológicas y sociales contemporáneas. La implementación de las 5 R: revisión y análisis, reducción del riesgo, preparación (*readiness* en inglés), respuesta, y recuperación, se perfila como un marco estratégico clave en este sentido (Kurvits *et al.*, 2022). Este enfoque integral no sólo aboga por una reevaluación profunda de nuestras prácticas actuales de manejo de tierras y planificación urbana, destacando la importancia de adoptar una visión científica moderna que tome en cuenta tanto la deforestación inducida por actividades ilícitas, sino que también enfatice la importancia de reducir los riesgos a través de la promoción de una gestión sostenible del paisaje. La necesidad imperiosa de orientar las inversiones hacia medidas preventivas es hoy una realidad innegable, sobretodo para evitar más repercusiones catastróficas que amenazan a poblaciones vulnerables, especialmente en la intersección entre áreas urbanas y paisajes forestales (Armenteras & de la Barrera, 2023). La preparación de las comunidades mediante la educación sobre los riesgos, la implementación de sistemas de alerta temprana, el reconocimiento de prácticas culturales relacionadas con el fuego, además de planes de evacuación claros y accesibles, son fundamentales. Se requiere, asimismo, una respuesta coordinada entre las diversas agencias

y sectores, así como una recuperación enfocada en la restauración de ecosistemas y el apoyo a las comunidades afectadas, integrando prácticas de manejo sostenible del suelo y reforestación con especies nativas.

Con lo que hemos visto en la interfaz periurbana, en el futuro ya no se tratará solamente de gestionar incendios en áreas remotas o de proteger los ecosistemas boscosos, especialmente aquellos sensibles al fuego como los del trópico, sino su biodiversidad, los recursos naturales y la salud humana de las poblaciones. Para ello la investigación para el desarrollo y la adopción de modelos de comportamiento del fuego puede mejorar la adopción de decisiones críticas en la gestión de incendios. A ello debe sumarse la promoción del conocimiento y de sistemas de autoprotección entre la población como pasos esenciales en la adaptación a los megaincendios (Armenteras & de la Barrera, 2023), o a los incendios de alta intensidad y de magnitudes gigantescas que ya están ocurriendo en otros lugares (Castellnou & Nebo, 2023). Estas medidas no sólo protegen la interfaz urbano-forestal, sino que apuntan a una gestión estratégica que salvaguarde la infraestructura y a las poblaciones humanas vulnerables.

Solo mediante un compromiso global y local sostenido, que combine el conocimiento de respaldo de la gestión, la implementación de políticas efectivas y la participación comunitaria, podremos mitigar los riesgos asociados a los incendios forestales y avanzar hacia la resiliencia ecológica y social en nuestra región. En este momento crítico, el conocimiento, la prevención, la preparación y la acción concertada son las herramientas más poderosas para enfrentar y superar este desafío.

© **Dolors Armenteras**^{1,*}, **Tania Marisol González**²

¹ Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

² Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

*darmenterasp@unal.edu.co

Referencias

- Armenteras, D. & de la Barrera, F. (2023). Landscape Management Is Urgently Needed to Address the Rise of Megafires in South America. *Community Earth Environment*, 4, 305. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00964-6>
- Armenteras, D., Dávalos, L.M., Barreto, J.S., Miranda, A., Hernández-Moreno, A., Zamorano-Elgueta, C., González-Delgado, T.M., Meza-Elizalde, M.C., Retana, J. (2021). Fire-Induced Loss of the World's Most Biodiverse Forests in Latin America. *Scientific Advances*, 7, 33. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abd3357>
- Armenteras, D., Meza, M.C., González, T.M., Oliveras, I., Balch, J.K., Retana, J. (2021b). Fire Threatens the Diversity and Structure of Tropical Gallery Forests. *Ecosphere*, 12, 1. <https://doi.org/10.1002/ecs2.3347>
- Armenteras, D. & Retana, J. (2012). Dynamics, Patterns and Causes of Fires in Northwestern Amazonia. *PLoS One*, 7, e35288. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035288>
- Brando, P.M., Soares-Filho, B., Rodrigues, L., Assunção, A., Morton, D., Tuchsneider, D., Fernandes, E.C.M.M., Macedo, M.N., Oliveira, U., Coe, M.T. (2020). The Gathering Firestorm in Southern Amazonia. *Scientific Advances*, 6, 1-10. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay1632>
- Castellnou, M. & Nebo, E. (2023) Catalonia: Understanding the Fire-Generation Concept. *Wildfire Quarter* 4, 28-31.
- Doherty, T.S., Geary, W.L., Jolly, C.J., Macdonald, K.J., Miritis, V., Watchorn, D.J., Cherry, M.J., Conner, L.M., González, T.M., Legge, S.M., Ritchie, E.G., Stawski, C., Dickman, C.R. (2022). Fire as a Driver and Mediator of Predator–Prey Interactions. *Biological Reviews*, 97, 1539-1558. <https://doi.org/10.1111/brv.12853>
- González, T.M., González-Trujillo, J.D., Muñoz, A., Armenteras, D. (2022). Effects of Fire History on Animal Communities: A Systematic Review. *Ecology Processes* 11, 11. <https://doi.org/10.1186/s13717-021-00357-7>

- Kurvits, T., Baker, E., Thygesen, K., Sevaldsen, P.** (2022). Spreading like Wildfire: The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires. United Nations Environment Programme.
- Macias Fauria, M., Michaletz, S.T., Johnson, E.A.** (2011). Predicting Climate Change Effects on Wildfires Requires Linking Processes across Scales. *WIREs Climate Change*, 2, 99-112. <https://doi.org/10.1002/wcc.92>
- Stevens-Rumann, C.S., Kemp, K.B., Higuera, P.E., Harvey, B.J., Rother, M.T., Donato, D.C., Morgan, P., Veblen, T.T.** 2018. Evidence for Declining Forest Resilience to Wildfires under Climate Change. *Ecology Letters*, 21, 243-252. <https://doi.org/10.1111/ele.12889>