

FRONTERAS DEL FUEGO

UN PANORAMA
DEL FUEGO EN LA
REGIÓN AMAZÓNICA



OTCA

Organización del Tratado
de Cooperación Amazónica

EJECUCIÓN



Implementado por
giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en el Perú
Cooperación Internacional - COSUDE
Hub Regional Lima



SOCIOS ESTRATÉGICOS



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA



FRONTERAS DEL FUEGO

UN PANORAMA
DEL FUEGO EN LA
REGIÓN AMAZÓNICA

SECRETARÍA PERMANENTE DE LA ORGANIZACIÓN DEL TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZÓNICA (SP/OTCA)

Secretario General: Martín Von Hildebrand

Directora Ejecutiva: Vanessa Grazziotin

Directora Administrativa: Edith Paredes

Coordinador de Medio Ambiente: Carlos Salinas

Coordinador Científico del Observatorio Regional Amazónico: Arnaldo Carneiro

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ) GmbH

Proyecto CoRAmazonia

Gustavo Wachtel, Cristian Guerrero Ponce de Leon, Fernando Rodovalho, Fernando Orn, Daya Rodrigues, Maria Júlia Gois

Instituciones Asociadas

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) – Brasil

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Grupo de Pesquisa Expossoma e Saúde do Trabalhador – eXsat, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo

Laboratório de Aplicações de Satélites Ambientais (LASA) – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Grupo Banco Mundial – Amazônia Viva

Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM)

Coordinación Técnica y Ejecutiva

Fernando Rodovalho – Proyecto CoRAmazonia / Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Editores

Fernando Rodovalho – Editor principal

Ane Alencar – Coeditora

Christian Niel Berlinck – Coeditor

Apoyo Editorial

Revisión editorial y traducción al inglés: Vitor dos Santos Ribeiro

Traducción al español: Dafne Velasco

Diseño y diagramación: Karen Martinez / W5

Créditos Visuales

Foto de portada – Mayangdi Inzaulgarat

© OTCA, 2025

Organización del Tratado de Cooperación Amazónica – OTCA

SEPN 510, Bloque A, 3er piso – Asa Norte, Brasília, DF, Brasil

CEP 70.570-521. Tel. +55 61 3248-4119 / 4132

Citar como:

Rodovalho, F., Alencar, A., & Berlinck, C. N. (Orgs.). (2025). Fronteras del fuego: Un panorama del fuego en la región amazónica. Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) & Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

How to cite:

Rodovalho, F., Alencar, A., & Berlinck, C. N. (Eds.). (2025). Frontiers of Fire: An Overview of Fire in the Amazon Region. Amazon Cooperation Treaty Organization (ACTO/OTCA) & Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

ISBN 9 788561 873493

Declaración de responsabilidad

Este documento constituye una compilación técnico-informativa sobre un tema prioritario para la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), elaborada con el propósito de aportar y enriquecer el debate regional. Las opiniones, análisis e interpretaciones aquí presentadas son de exclusiva responsabilidad de sus autores. Su contenido no refleja necesariamente la posición oficial de la OTCA ni de sus Países Miembros. La información incluida ha sido sometida a una supervisión técnica que respalda su credibilidad.

PRÓLOGO - FRONTERAS DEL FUEGO **07**

INTRODUCCIÓN **11**

| | | |
|----------|----------|-----------------------------------------------------------------------|
| CAPÍTULO | 1 | LA AMAZONÍA 13 |
| | 2 | EL FUEGO 17 |
| | 3 | EL FUEGO EN LA REGIÓN AMAZÓNICA 29 |
| | 4 | CLIMA Y FUEGO 61 |
| | 5 | LA CUENTA DEL FUEGO 69 |
| | 6 | FUEGO Y SALUD 83 |
| | 7 | MANEJO INTEGRAL DEL FUEGO 89 |
| | 8 | RECOMENDACIONES E INSPIRACIONES 97 |
| EPÍLOGO | | COOPERACIÓN AMAZÓNICA PARA EL MANEJO INTEGRAL DEL FUEGO 117 |
| | | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 122 |

ÍNDICE





PRÓLOGO

FRONTERAS DEL FUEGO

Con gran satisfacción, aunque también con un profundo sentido de urgencia, presento la publicación *Fronteras del Fuego*, fruto del esfuerzo colectivo de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica y de sus colaboradores. Esta obra arroja luz sobre uno de los mayores desafíos de nuestra región: los incendios forestales, un fenómeno que amenaza no solo la integridad de la selva, sino que también la memoria ancestral y la propia continuidad de la vida en la Amazonía.

Desde tiempos inmemoriales, el fuego forma parte de la historia de la selva. Para los pueblos indígenas, este nunca ha sido solamente una herramienta: es un ser, una fuerza viva, profundamente integrada a la vida cotidiana, a la espiritualidad y al manejo de la tierra. El fuego abre las chacras, cocina los alimentos, endurece los utensilios, protege los cultivos con el humo y colabora en la caza y pesca. En muchas culturas, participa en rituales de sanación, se convoca en las danzas y cantos, y se presenta como mediador entre los seres humanos y el territorio.

Sin embargo, ese uso siempre estuvo guiado por un profundo respeto y por reglas transmitidas a través del conocimiento tradicional. Quemar únicamente en determinados períodos del año, elegir áreas específicas, manejar el viento, esperar las lluvias: cada técnica muestra que el fuego, cuando se utiliza con sabiduría, no destruye, sino que sostiene la vida. Esa es la pedagogía de la selva que los pueblos amazónicos han preservado durante siglos.



No obstante, ese equilibrio se está rompiendo. El cambio climático prolonga los veranos, intensifica los vientos y eleva las temperaturas. En esas condiciones, el fuego se escapa fácilmente de las chacras y los campos, transformándose en incendios de grandes proporciones. Cuando eso ocurre, deja de ser un aliado para convertirse en un enemigo: un fuego descontrolado que destruye bosques, amenaza la salud, desorganiza los ritmos de la vida y debilita los ecosistemas. Esa frontera — entre el fuego manejado y el fuego devastador — es la que necesitamos comprender y enfrentar.

Esa frontera, sin embargo, no es únicamente ecológica: es también simbólica y espiritual. Las tradiciones amazónicas nos recuerdan que la humanidad ya ha vivido cinco mundos anteriores, destruidos por el agua o por el fuego, siempre como consecuencia del comportamiento egoísta de sus habitantes. El mito de Yuruparí, guardián de la selva y de las reglas del equilibrio, muestra cómo la desobediencia a las normas de cuidado de la naturaleza trae consigo la catástrofe. Cuando los hombres, cegados por la arrogancia, deciden matarlo, el propio Yuruparí anuncia que solo con fuego podrían lograrlo. Esa narrativa ancestral revela una enseñanza profunda: el fuego es la amenaza suprema para la vida de la selva cuando el ser humano rompe el pacto de respeto y reciprocidad.

Hoy, esa profecía parece resonar en nuestros días. Las llamas que avanzan sobre la Amazonía expresan una

ruptura ética y colectiva. Cada hectárea de bosque consumido por el fuego libera toneladas de carbono a la atmósfera, acelera el colapso climático e interrumpe los ríos voladores que llevan la lluvia a gran parte de América del Sur. Cada árbol quemado es también un fragmento de la memoria cultural y espiritual de los pueblos amazónicos que se pierde. El fuego descontrolado no reconoce fronteras políticas: se expande como símbolo del desequilibrio que amenaza al planeta entero.

Por eso, la respuesta no puede ser aislada. Ningún país puede enfrentar este desafío solo. El fuego exige cooperación, integración de políticas, movilización de recursos y, sobre todo, la construcción de un propósito común. La OTCA, como espacio colectivo de los ocho países amazónicos, tiene la misión de fortalecer redes como la Red Amazónica de Manejo Integral del Fuego (RAMIF), apoyar el intercambio de prácticas sostenibles, capacitar gobiernos y comunidades, y promover acciones conjuntas que combinen ciencia, innovación y, de manera central, el conocimiento tradicional.

La Amazonía es resiliente. Su mayor fuerza radica en la diversidad de sus culturas y en la vitalidad de los sistemas de conocimiento que los pueblos indígenas, comunidades tradicionales y poblaciones locales han acumulado a lo largo de siglos. Pero esa resiliencia no es infinita. La acumulación de presiones — deforestación, degradación, alteraciones en el régimen de lluvias y aumento de temperaturas —

coloca al bioma en una situación crítica. Los incendios recurrentes son una señal de alerta: muestran que nos acercamos peligrosamente al punto de no retorno, en el que el bosque ya no será capaz de regenerarse.

Evitar ese colapso exige valentía política, recursos financieros consistentes, fortalecimiento de la cooperación técnica y, sobre todo, un pacto ético que involucre gobiernos, sociedad civil, comunidad científica y pueblos amazónicos. El diálogo con los guardianes tradicionales de la selva es imprescindible, una vez que no solo sufren directamente los impactos, sino que también conservan claves del conocimiento para la prevención y el manejo equilibrado del fuego. *Fronteras del Fuego* cumple, por lo tanto, un papel que va más allá del diagnóstico. Esta obra revela la dimensión histórica y cultural del fuego, distingue entre el uso milenario regulado y el fuego devastador, analiza los impactos ambientales, sociales y económicos, y presenta caminos de respuesta. Asimismo, ofrece buenas prácticas de prevención, relatos de experiencias comunitarias y destaca la importancia de integrar ciencia y tradición.

Más que un informe técnico, este libro es un instrumento político. Debe orientar políticas nacionales, inspirar la cooperación regional y movilizar la solidaridad internacional. Nos recuerda que aún tenemos la posibilidad de elegir: preservar la Amazonía como un sistema vivo e interdependiente o sucumbir a las llamas del egoísmo, repitiendo los errores que, según los mitos, ya destruyeron mundos anteriores.

El mito de Yuruparí nos advierte: cuando se rompe el equilibrio, el fuego puede convertirse en el arma de destrucción final. Pero también nos recuerda que existe un camino de retorno, construido a partir de la escucha, el respeto y la sabiduría compartida. Que *Fronteras del Fuego* sea, así, no solo una publicación, sino una convocatoria a la responsabilidad, una invitación a la cooperación y un llamado a la conciencia.

La Amazonía todavía resiste. Nos corresponde a nosotros garantizar que siga siendo selva viva, territorio de culturas, fuente de agua, reguladora del clima, hogar del jaguar y de millones de especies. Que podamos, unidos, transformar conocimiento en acción y asegurar que el fuego vuelva a ser fuerza de vida, y no de destrucción.

Martín von Hildebrand

Secretario-General de la Organización
del Tratado de Cooperación Amazónica





INTRODUCCIÓN

Mucho antes de que fuera visto como una amenaza, el fuego fue un aliado. Domesticado por nuestros ancestros, posibilitó la preparación de alimentos, acercó personas, moldeó paisajes y fertilizó suelos. La Amazonía guarda los vestigios y los saberes de la convivencia milenaria con el fuego: desde su uso para la subsistencia hasta el surgimiento de la tierra negra.

A lo largo de los siglos, esa relación se fue transformando y perdiendo el equilibrio como consecuencia de la forma cada vez más explotadora con la que pasamos a relacionarnos con el ambiente. Hoy, a menudo el fuego representa una amenaza para la selva, la sociobiodiversidad, la salud y la vida. En la Amazonía, los incendios forestales avanzan sin respetar fronteras político-administrativas, lo cual impone un desafío común a todos nosotros — pueblos, comunidades y gobiernos.

A lo largo de esta publicación, presentamos un diagnóstico técnico que también se propone ser un llamado a la reconstrucción de alianzas entre el conocimiento tradicional y la ciencia, entre la sociedad civil y el poder público, entre los pueblos de la selva y las instituciones que actúan en su defensa. Comenzamos con una caracterización de la Amazonía, seguimos con los patrones e impactos del fuego en la región y su correlación con el clima, y, por último, trazamos caminos posibles para enfrentar este desafío colectivo.

El resultado es una propuesta de diálogo para gobiernos, comunidades, organizaciones, investigadores, guardianes — personas que, desde sus distintos lugares, roles, culturas y cosmovisiones, sostienen la convicción de que otra relación con el medio ambiente y con el fuego es posible y, sobre todo, necesaria.





LA AMAZONÍA

capítulo

1

Fernando Rodovalho¹, Bernardo Flores², Dolors Armenteras³

¹Proyecto CoRAmazonía, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

²Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), Observatorio Regional Amazónico (ORA)

³Universidad Nacional de Colombia

Pocos lugares en el mundo concentran tanta vida, complejidad y diversidad cultural como la Amazonía. Con cerca de 7,9 millones de kilómetros cuadrados de extensión, la región alberga una constelación de relaciones interdependientes y vibra en intensas conexiones, flujos y reciprocidades, reuniendo la mayor biodiversidad del planeta. En ella viven aproximadamente 47 millones de personas, entre ellas más de 420 grupos étnicos de pueblos indígenas y comunidades tradicionales, afrodescendientes y ribereñas, lo cual conforma una realidad multiétnica y pluricultural¹. Son pueblos que, desde hace siglos, desarrollan formas de vida integradas a la selva y que, al mismo tiempo, la moldean con sus cosmovisiones y prácticas, en una relación coevolutiva².

La vegetación amazónica está compuesta predominantemente por densos bosques tropicales húmedos. Sin embargo, también incluye áreas que se inundan al ritmo de las crecidas y bajantes de los grandes ríos, como los igapós, las fértiles várzeas, los campos naturales sobre suelos arenosos y los manglares que bordean su costa atlántica. Esta diversidad de formas y paisajes origina un sistema ecológico único, en el que todo está profundamente interconectado: fauna, flora, agua, clima, personas y culturas funcionan como un solo sistema vivo³.

Además de su riqueza ecológica y cultural, la Amazonía es una pieza clave en el sistema climático del planeta. Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el bosque constituye uno de los principales aliados en el combate a la crisis climática. Almacena miles de millones de toneladas de carbono, ayuda a enfriar la atmósfera, regula las lluvias en gran parte de América del Sur⁴ y contribuye con la estabilización de los patrones de circulación atmosférica a escala global.



Estas influencias se manifiestan en lo que se conoce como “ríos voladores”: flujos de vapor de agua que se originan en el océano Atlántico se mantienen gracias a la evapotranspiración del bosque y viajan miles de kilómetros, llevando humedad a regiones distantes como el centro y el sur de Brasil, el Pantanal y la Cuenca del Plata. Sin la Amazonía, esas áreas serían más secas y menos capaces de sostener actividades como la agricultura y el abastecimiento de agua para uso doméstico, industrial y energético. Incluso territorios lejanos y personas que nunca han puesto un pie en la selva dependen profundamente de su permanencia^{5,3}.

Sin embargo, la selva está bajo amenaza. La deforestación, los incendios forestales, la explotación descontrolada de sus recursos naturales, el avance de la frontera agrícola, la expansión de actividades ilegales — como la minería y la apropiación irregular de tierras —, además de los efectos cada vez más extremos del cambio climático, están empujando a la Amazonía hacia un punto de no retorno. Este punto crítico se refiere al riesgo de una transición irreversible hacia un estado más seco, degradado y fragmentado: un bosque incapaz de mantener los patrones actuales de lluvia, la vida silvestre y los modos de vida tradicionales que dependen de ella^{6,7}.

Fotos tomadas desde abajo hacia arriba:
1 y 2 ©Fernando Martinho | 3 ©Diego Baravalli/Greenpeace | 4 ©Adobe Stock



Las señales ya son visibles. Las grandes sequías de 2005, 2010, 2015-2016 y, más recientemente, de 2023-2024, expusieron una selva cada vez más vulnerable. Los ríos alcanzaron niveles históricamente bajos, se secaron completamente en diversas zonas, comunidades enteras quedaron aisladas y miles de animales acuáticos murieron en lagos sobre calentados⁸. La ciencia muestra que, si no se hace nada para revertir esta tendencia, hasta un 47% de la Amazonía podría colapsar ante múltiples perturbaciones de aquí a 2050, lo cual llevaría al sistema en su conjunto a sobrepasar el punto de no retorno y aumentaría drásticamente el riesgo de colapsos ecológicos en cascada en otros biomas y regiones del planeta^{9,10,7}.

Aun así, existen caminos posibles. El propio IPCC señala que la implementación de políticas públicas eficaces, la restauración ecológica, la protección de los territorios indígenas y un nuevo modelo de desarrollo basado en el uso sostenible del bosque pueden mantener viva, resiliente y en pie a la Amazonía. La selva posee una admirable capacidad de regeneración, siempre que se respeten sus ritmos, sus territorios y la fuerza que brota de sus raíces^{4,3}.

Comprender los riesgos a los que está sometida la Amazonía también exige considerar el papel ambivalente del fuego. Aunque generalmente no forma parte de la dinámica natural del bosque, el fuego se ha convertido en un elemento cada vez más presente en los territorios amazónicos. Cuando alcanza áreas de bosque, especialmente bajo condiciones de sequía o degradación, contribuye al colapso de los ciclos ecológicos, consume recursos naturales esenciales e intensifica la fragmentación del paisaje forestal⁷.

Aun así, el fuego no es únicamente un problema que se debe combatir cuando se descontrola; es una realidad que se necesita comprender y manejar con inteligencia, de manera integrada al conocimiento científico y a los saberes de los pueblos indígenas y las comunidades locales¹¹. Con una gobernanza adecuada y la valorización del conocimiento local, puede convertirse en parte de soluciones sostenibles. En los próximos capítulos veremos con más detalle dónde, cómo y cuándo ocurre el fuego en la región, y por qué se ha convertido en una cuestión central para la Amazonía, considerando su magnitud, sus impactos y su complejidad.





EL FUEGO

**Fernando Rodovalho¹, Ane Alencar²,
Bibiana A. Bilbao³, Christian Niel Berlinck⁴**

¹Proyecto CoRAmazonía, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

²Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) – Brasil

³Departamento de Estudios Ambientales, Universidad Simón Bolívar – Venezuela

⁴Coordenação Geral de Políticas para o Manejo Integrado do Fogo,
Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima – Brasil

El fuego es uno de los habitantes más antiguos del planeta. Surgió hace más de 400 millones de años (en el Silúrico Inferior), cuando las concentraciones de oxígeno (comburente) estaban elevadas y las plantas terrestres permitieron la acumulación de biomasa (combustible). En aquel entonces, los rayos y los volcanes constituyan las principales fuentes de ignición que posibilitaban la combustión. Desde entonces, el fuego ha modelado ecosistemas e influido en la vida sobre la Tierra^{1,2}.

La Amazonía guarda, bajo sus raíces y capas de suelo, la memoria de una relación ancestral con el fuego. En vastas áreas del territorio amazónico existen evidencias de Tierra Negra — suelo enriquecido por sucesivos ciclos de quemas de baja intensidad y acumulación de materia orgánica —, expresión de tecnologías ancestrales de manejo agroecológico y de domesticación de la selva^{3,4,5}. También los acontecimientos de mega incendios del Paleolítico marcaron la historia amazónica⁶.

La mayor parte de la Amazonía está compuesta por bosques tropicales húmedos que evolucionaron prácticamente sin la presencia del fuego y son extremadamente sensibles a él: incluso quemas pequeñas y de baja intensidad pueden causar daños ecológicos duraderos y de lenta recuperación⁷. Aun así, en algunas zonas de la región — como los lavrados, las campinanas abiertas, las sabanas y los campos — el fuego puede desempeñar un papel funcional en el mantenimiento de los ciclos ecológicos cuando se maneja de manera adecuada⁸. Pese a estas diferencias, el fuego se ha convertido en una herramienta presente en todos los tipos de ecosistemas, dejando huellas profundas tanto en el paisaje como en la cultura de los pueblos.





©Rodrigo Falleiro

El fuego siempre ha estado presente en la vida cotidiana, en la medicina tradicional, en los sistemas alimentarios y en la espiritualidad de los pueblos indígenas amazónicos ancestrales: un fuego que da vida, manejado con cuidado y respeto⁹. Su uso está orientado por conocimientos tradicionales transmitidos a lo largo de generaciones, reflejando estrategias de subsistencia y vínculos profundos con las dimensiones espirituales y cosmológicas de los territorios^{10,11,12}.

El fuego también es una herramienta de producción agrícola para los pueblos que colonizaron la Amazonía. La conversión a gran escala de la selva en haciendas agropecuarias, impulsada por la apertura de carreteras, y la práctica de la agricultura de tala y quema solo fueron posibles gracias al uso del fuego^{13,14,15}.

Aunque los incendios forestales sean la manifestación más visible del fuego en el contexto del cambio climático y de los eventos climáticos extremos, su presencia en la Amazonía también expresa relaciones de equilibrio con los territorios, sobre todo cuando

su manejo ocurre de manera tradicional y colectiva. El uso del fuego, regulado por calendarios ecológicos, acuerdos comunitarios y saberes transmitidos entre generaciones, desafía la idea de que el fuego es siempre destructivo¹⁶. Cuando se maneja con responsabilidad, el fuego puede contribuir a la fertilidad del suelo, al control de plagas, a la renovación de la vegetación y a la prevención de incendios forestales de gran magnitud, especialmente en áreas de vegetación no forestal^{17,18,19}.

Aún hoy, el fuego sigue siendo un elemento presente, plural y cotidiano en la vida amazónica. Sus usos se manifiestan en distintos contextos, con diversas tipologías y múltiples propósitos (Tabla 1). Pueblos indígenas, comunidades locales, agricultores, gestores de áreas protegidas e instituciones públicas son algunos de los actores que movilizan el fuego como herramienta. Sin embargo, también existe el uso del fuego de manera depredadora y destructiva. Esta diversidad de finalidades e intenciones revela que el fuego, en sí mismo, no es un villano, sino un agente de transformación cuyo impacto depende de cómo, dónde, cuándo y por qué se utiliza^{17,18,19}.

TABLA 1. TIPOLOGÍAS DEL FUEGO SEGÚN SUS USOS Y FINALIDADES

| TIPO DE FUEGO | DEFINICIÓN | QUIÉN LO UTILIZA | OBJETIVO PRINCIPAL | CARACTERÍSTICAS CLAVE | IMPACTOS POTENCIALES |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FUEGO CULTURAL | Uso del fuego basado en conocimientos tradicionales y valores culturales para el manejo del paisaje y la preservación de prácticas culturales | • Pueblos indígenas • Comunidades tradicionales, cimarrones/ quilombolas y afrodescendientes | • Manejo de la vegetación • Renovación de áreas • Estímulo a la biodiversidad • Protección cultural, espiritual e infraestructural | • Planificado • Con épocas y lugares definidos • Transmitido entre generaciones • Integra saberes socioecológicos locales | Mantiene mosaicos de vegetación, previene incendios de gran escala, conserva la sociobiodiversidad; bajo riesgo si se aplica adecuadamente |
| FUEGO DE SUBSISTENCIA O PRODUCTIVO | Uso del fuego para apoyar actividades de subsistencia y producción agropecuaria | • Productores familiares • Comunidades rurales • Agricultores y ganaderos | • Preparar chacras • Renovar pasturas • Controlar plagas o eliminar plantas invasoras | • Generalmente estacional • Técnicas sencillas; orientado al consumo propio o producción local • No siempre sigue protocolos ambientales formales | Puede tener bajo impacto si se maneja correctamente, pero con el riesgo de escapar y generar incendios mayores si se planifica mal |
| FUEGO ECOLÓGICO | Uso planificado, técnico, monitoreado y controlado del fuego con fines de conservación o investigación | • Gestores ambientales, administradores de áreas protegidas, pueblos y comunidades tradicionales | • Reducir la ocurrencia de incendios • Proteger ambientes y especies sensibles • Conservar ecosistemas que evolucionaron con el fuego | • Planificado y controlado • Con épocas y lugares definidos • Objetivos ecológicos claros | Bajo impacto negativo y alto impacto positivo sobre el ambiente, el clima y la biodiversidad |
| FUEGO PREDATORIO | Uso intencional del fuego con fines ilegales o destructivos, violando leyes ambientales y afectando ecosistemas | • Usurpadores de tierras • Invasores • Agentes vinculados a actividades ilegales | • Promover la degradación para deforestar, expulsar poblaciones, ocupar ilegalmente tierras o especular con su valor | • Intencionalmente destructivo • Sin control • Frecuentemente asociado a delitos (usurpación, minería ilegal) | Altísimo impacto ambiental, social y económico; destrucción de hábitats, pérdida de biodiversidad, emisiones masivas de carbono y riesgos para la salud |



De lo simbólico a lo práctico, el fuego está siempre presente, atravesando distintas dimensiones de la vida: desde actividades domésticas cotidianas, como cocinar o conservar alimentos, hasta prácticas productivas, como el procesamiento de materiales o el manejo agrícola. También cumple funciones agrosilvopastoriles y ecológicas, especialmente en las quemadas controladas, utilizadas con fines productivos, y en las quemadas prescritas, aplicadas para conservar ecosistemas adaptados al fuego, como fitofisionomías sabánicas y pastizales, y prevenir incendios de gran magnitud. Asimismo, el fuego aparece en contextos de extractivismo, salud y protección, bien como en rituales espirituales, tradiciones orales y espacios de convivencia comunitaria. Finalmente, está presente en usos recreativos y contemporáneos que, aunque comunes, pueden implicar riesgos.

La siguiente tabla organiza estas múltiples dimensiones, ilustrando la diversidad de significados y usos del fuego en la Amazonía.

Fotos de abajo hacia arriba:

1 ©Augusto Dauster/Prevfogo | 2 ©Rodrigo Falleiro | 3 ©Adobe Stock | 4 ©Rodrigo Falleiro

TABLA 2. EJEMPLOS DE USOS DEL FUEGO EN LA AMAZONÍA

Ejemplos de usos del fuego en la Amazonía derivan de las publicaciones referenciadas a lo largo de este capítulo y de relatos orales documentados por los autores en su práctica profesional y experiencia de campo.

| | | | | | | | | | |
|------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| DOMÉSTICO | 1 | 1.1 PREPARACIÓN DE ALIMENTOS |  | 1.2 CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS |  | 1.3 ILUMINACIÓN Y CALEFACCIÓN DOMÉSTICA |  | 1.4 ELIMINACIÓN DE RESIDUOS |  |
| | | Práctica cotidiana en comunidades de todo el mundo: el uso del fuego en la preparación de alimentos también es una expresión de identidad y de relación entre las personas. | | El ahumado, mediante hogueras de combustión lenta, es un método tradicional para preservar la calidad de los alimentos. | | El fuego se usa para brindar luz y calor, especialmente en zonas sin acceso a la electricidad. | | Práctica común en áreas rurales y periferias urbanas que no cuentan con servicios regulares de recolección ni rellenos sanitarios adecuados; se emplea para eliminar residuos domésticos u orgánicos y, consecuentemente, vectores de enfermedades. | |
| | 2 | 2.1 PRODUCCIÓN DE CERÁMICA Y UTENSILIOS |  | 2.2 PRODUCCIÓN DE CARBÓN |  | 2.3 PROCESAMIENTO DE FIBRAS Y HERRAMIENTAS |  | 2.4 PRODUCCIÓN DE LADRILLOS Y ARCILLA ENDURECIDA |  |
| | | El calor del fuego se usa para ablandar fibras vegetales, lo cual facilita el tejido de cestas, coladores, sogas, etc. También se utiliza para elaborar y endurecer herramientas. | | Uso de hornos abiertos o subterráneos para producir carbón vegetal, práctica milenaria con valor ecológico y potencial de fertilización del suelo. Una tecnología agroecológica ancestral conectada a la Tierra Negra. | | Se emplea el fuego para quemar piezas de cerámica esenciales a la vida doméstica y en rituales culturales. | | Se utiliza el fuego para secar y endurecer ladrillos de arcilla, comúnmente usados en la construcción regional, otorgándoles resistencia y durabilidad. | |



3.1 QUEMA CONTROLADA, ROZA Y LIMPIEZA AGRÍCOLA CON FUEGO

La quema controlada consiste en el uso planificado, monitoreado y regulado del fuego con fines agrosilvopastoriles, en áreas determinadas y bajo condiciones climáticas específicas. El fuego se emplea para eliminar la vegetación y preparar el ambiente y el suelo para la producción agrícola, la silvicultura o la renovación de pasturas, así como para eliminar restos vegetales no deseados y plagas. Esta práctica se planifica según las condiciones del clima y, a menudo, se acompaña de medidas de seguridad como los cortafuegos. Cuando se realiza de manera adecuada, reduce la necesidad de usar fertilizantes y plaguicidas.



4.1 QUEMA EN MOSAICO Y SU FORMA MÁS TÉCNICA, LA QUEMA PRESCRITA

Uso planificado, monitoreado y controlado del fuego con fines de conservación, investigación o manejo ambiental, bajo condiciones específicas y con objetivos previamente definidos, en ecosistemas propensos al fuego, como los campos y las sabanas. La quema prescrita se utiliza para estimular el rebrote, la floración y la fructificación de especies vegetales nativas, así como para favorecer a la fauna, proteger ambientes y especies sensibles, conservar la sociobiodiversidad y reducir o fragmentar el material combustible, previniendo así incendios.



5.1 CAZA

El fuego se usa para abrir caminos, guiar animales y/o atraerlos mediante el rebrote de la vegetación.



5.2 PESCA

El fuego se emplea para abrir y acceder a áreas de pesca y para atraer peces mediante la caída de insectos en la superficie del agua.



5.3 RECOLECCIÓN DE MIEL

El humo calma las abejas durante la cosecha, permitiendo un manejo sostenible de las colmenas sin dañar a los enjambres.

TRADICIONAL Y ESPIRITUAL

7

SALUD Y PROTECCIÓN

6



6.1 LIMPIEZA DE ÁREAS DOMÉSTICAS

Áreas quemadas y hogueras encendidas alrededor de viviendas ayudan a alejar animales venenosos y peligrosos. También ayudan a proteger las estructuras contra incendios forestales.



6.2 CONTROL DE MOSQUITOS E INSECTOS

El humo actúa como repelente natural de insectos. Se eligen hojas específicas, como hojas de andiroba o tabaco, para potenciar su efecto.



6.3 USO MEDICINAL

El fuego se emplea en inhalaciones y preparación de sustancias.



7.1 RITOS ESPIRITUALES Y PROTECCIÓN

Elemento central en rituales de curación, transición y protección espiritual. Se utiliza en defumaciones, oraciones, ceremonias y celebraciones, simbolizando purificación; fuerza vital, ritos de pasaje y conexión con el mundo espiritual.

7.2 HUMO



Inhalar el humo de plantas, especialmente el tabaco, es una práctica tradicional asociada a usos rituales, medicinales y sociales en muchas culturas.



7.3 CONVIVENCIA Y TRADICIÓN ORAL

El fuego reúne personas. Reunirse alrededor del fuego propicia charlas, relatos, cantos y transmisión de saberes de los ancianos. Es un espacio de memoria, convivencia y fortalecimiento de los lazos comunitarios.



7.4 TRANSMISIÓN PRÁCTICA Y APRENDIZAJE CON EL FUEGO Y SU USO

Niños y jóvenes observan el uso del fuego en distintos contextos y aprenden con los mayores cuándo, cómo y por qué utilizarlo, reforzando la autonomía y continuidad de los conocimientos tradicionales.



7.5 SEÑALIZACIÓN CON HUMO

El humo sirve como código visual entre comunidades para anunciar eventos, visitas o cacerías exitosas.



7.6 MARCADO TERRITORIAL

El fuego se usa para marcar límites territoriales, senderos y lugares sagrados. Esas marcas tienen valor simbólico y refuerzan el vínculo entre las personas y su tierra.



8.1 RECREACIÓN Y OCIO

El fuego está presente en actividades lúdicas y recreativas, como fogatas, juegos infantiles, fuegos artificiales y globos de papel seda.

8

RECREATIVO



Con el tiempo, y como consecuencia de formas predadoras y desordenadas de ocupación del territorio, se perdió el equilibrio en la relación con el fuego. Fuera de los contextos tradicionales, el fuego se convirtió en la principal herramienta de manejo de la tierra para la gran mayoría de los productores en la Amazonía: desde pequeños agricultores y colonos provenientes de otras regiones, hasta medianos y grandes estancieros y ganaderos. Se utiliza tanto para expandir las áreas de producción como para manejarlas posteriormente^{20,21,22}.

Es importante recordar que, en Brasil, país que alberga cerca del 60% de la Amazonía, durante las décadas de 1960 y 1970 se promovió la ocupación de la región como política de Estado, con la concesión de tierras y el lema “Integrar para no entregar”²³. El uso de la tierra se demostraba principalmente por medio de la deforestación y el empleo del fuego, aplicado de forma indiscriminada y sin control. Este proceso dio origen a lo que hoy conocemos como el Arco de la Deforestación, que aún persiste como una de las principales fronteras de pérdida forestal y degradación de la Amazonía^{24,25}.

Otros actores relevantes que deben considerarse son los usurpadores de tierras (personas que especulan con el valor de la tierra y la ocupan de manera irregular) quienes utilizan el fuego para provocar incendios intencionales con el fin de degradar la

selva y luego ocupar ilegalmente el área. A diferencia del manejo tradicional, estos actores no respetan los calendarios socioecológicos que orientan el uso sostenible del fuego²⁶, transformando esta práctica en una herramienta predatoria y en uno de los principales motores de la deforestación y la degradación ambiental en la Amazonía²⁷.

La degradación es la pérdida progresiva de la integridad ecológica del bosque que afecta su estructura, biodiversidad y servicios ecosistémicos, incluso cuando la vegetación permanece en pie. Puede ser causada por el uso negligente del fuego, la extracción selectiva de madera, la fragmentación o las sequías extremas²⁸. Por su parte, la deforestación implica la eliminación completa de la cobertura forestal, generalmente con fines agropecuarios, obras de infraestructura o expansión urbana, y suele ir acompañada del fuego como etapa final de la conversión del suelo. Aunque son procesos distintos, la degradación y la deforestación suelen actuar conjuntamente, reforzando ciclos de perturbación ambiental²⁹.

Cuando se combina con los cambios en el uso del suelo y con las alteraciones climáticas, el fuego puede adquirir un carácter con efecto altamente negativo³⁰. Estos procesos modifican los regímenes de fuego, antes poco frecuentes en los bosques húmedos, volviéndolos más recurrentes, intensos e imprevisibles³¹. Como resultado, la Amazonía se vuelve más inflamable, sobre todo en áreas fragmentadas o degradadas, con vegetación seca y acumulación de material combustible³², lo que favorece incendios de gran magnitud, de comportamiento extremo y alta severidad, incluso en lugares donde antes no ocurrían.

En la Tabla 3 se presentan los principales usos predadores del fuego, sus vectores y sus consecuencias en el aumento de la deforestación y la degradación ambiental en la Amazonía.

TABLA 3. USOS PREDATORIOS DEL FUEGO Y SUS VECTORES

FUEGO ILEGAL EN ÁREAS RECIÉN DEFORESTADAS



ESPECULACIÓN DE TIERRAS

El uso del fuego en la usurpación de tierras funciona como una estrategia de ocupación ilegal, orientada a la apropiación de tierras públicas o territorios colectivos. La práctica consiste en la quema intencional de la vegetación con el fin de señalar el control sobre el área, dificultar su regeneración natural y facilitar posteriormente la introducción de ganado o cultivos. Con frecuencia, el fuego se utiliza de manera reiterada para mantener la zona " limpia" y generar la apariencia de uso productivo, como forma de legitimar su ocupación ante los organismos estatales de gestión de tierras o ante posibles interesados en su regularización. Este tipo de acción está directamente asociado a conflictos agrarios, degradación ambiental y avance de la deforestación, especialmente en las regiones de frontera agrícola.



FORMACIÓN DE PASTURAS ILEGALES

El uso del fuego como herramienta de deforestación implica la quema intencional de la vegetación nativa para convertir áreas naturales en pasturas o cultivos, generalmente destinados a monocultivos. Esta práctica está vinculada a la expansión del agronegocio predatorio a gran escala y constituye una de las principales causas de la pérdida de la cobertura forestal en la Amazonía y en otros biomas. La quema suele realizarse después del corte y secado de la vegetación, utilizándose para eliminar residuos y preparar el suelo para actividades productivas. Además de afectar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, este tipo de uso del fuego genera emisiones significativas de gases de efecto invernadero y aumenta el riesgo de incendios forestales en las áreas vecinas



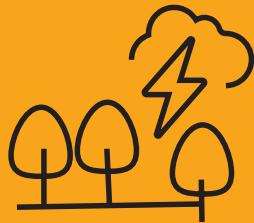
MINERÍA ILEGAL

El fuego se emplea para eliminar la vegetación y facilitar el acceso a las capas del suelo en las zonas de extracción, antecediendo a la degradación causada por la remoción de minerales.

PRINCIPALES CAUSAS Y ORÍGENES DE LOS INCENDIOS FORESTALES

Las formas predadoras de uso del fuego, como la deforestación y la usurpación ilegal de tierras, constituyen en la actualidad el principal motor de los incendios forestales extremos en la Amazonía²⁸. Estas prácticas desreguladas, asociadas a la ocupación ilegal del territorio y a la conversión de bosques en áreas productivas, ignoran por completo los factores climáticos y ecológicos, lo cual eleva de manera drástica el riesgo de que el fuego se salga de control³³. En estos contextos, el fuego deja de ser una herramienta de manejo integral y pasa a convertirse en una consecuencia directa de la mala gestión territorial: el incendio forestal, entendido como cualquier fuego que se propaga sin control a través de áreas con vegetación y que requiere respuesta activa.

Es fundamental destacar que todo uso del fuego implica riesgo. Incluso cuando está guiado por buenas intenciones, o basado en conocimientos ancestrales y técnico-científicos, el fuego puede transformarse en un incendio forestal si no se observan medidas básicas de seguridad, como la construcción de cortafuegos, el monitoreo constante y la atención rigurosa a las condiciones climáticas¹⁸. Estos riesgos varían en su intensidad y en su origen. Para comprender mejor la presencia de los incendios forestales en la región amazónica, a continuación se presentan sus principales causas y orígenes.



ACCIDENTALES

Los incendios forestales frecuentemente se originan de usos del fuego como los mencionados anteriormente, cuando este se sale de control debido a la falta de atención a las condiciones climáticas o a las medidas de seguridad adecuadas. Otras causas incluyen cortocircuitos en redes eléctricas, incendios en infraestructuras y el uso de municiones durante entrenamientos militares terrestres y aéreos. En la Amazonía, la mayoría de las ocurrencias tiene causa antrópica, aunque en menor proporción también pueden ser provocadas por rayos.



CRIMINALES, CONFLICTOS Y DISPUTAS

Los incendios criminales están relacionados con conflictos y disputas territoriales. Se pueden usar para distraer a las autoridades, facilitar actividades ilegales, destruir plantaciones, restringir accesos o intimidar comunidades. En algunos casos, son provocados con artefactos de ignición retardada o hasta surgen de entrenamientos militares, transformándose en incendios forestales.



Ante la intensificación de los incendios forestales y sus crecientes impactos negativos en la Amazonía, se vuelve urgente comprender este fenómeno en profundidad. El fuego forma parte tanto del pasado como del presente de la región. Elemento concreto y plural, puede ser al mismo tiempo herramienta de vida o fuerza de destrucción. Hoy, su presencia avanza de manera incontrolable por numerosos territorios, impulsada por la forma predatoria en que la humanidad se ha estado relacionando con su casa ancestral: la naturaleza.

A continuación, iniciamos un recorrido por los países que integran la región amazónica, con el propósito de comprender dónde, cuándo y por qué se intensificaron los incendios forestales, en una búsqueda colectiva de respuestas y caminos para restaurar el equilibrio en nuestra relación con el fuego y con el medio ambiente.





EL FUEGO EN LA REGIÓN AMAZÓNICA

**Ane Alencar¹, Ana Carolina M. Pessôa¹, Wallace Vieira da Silva¹,
Armando Manuel Rodriguez-Montellano², Silvana Di Liberto Porless³,
Diana Zuley Caceres Lima³, Adriana Rojas Suárez⁴, Galia Selaya⁵,
Juan Pablo Iñamagua Uyaguari⁶**

¹Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) – Brasil

²Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN) – Bolivia

³Instituto del Bien Común (IBC) – Perú

⁴Fundación Gaia Amazonas (FGA) – Colombia

⁵ECOSCONSULT – Bolivia

⁶Universidad de Cuenca – Ecuador

En 2024, los incendios forestales se convirtieron en el principal motor de pérdida de bosques tropicales en el planeta, superando incluso a la deforestación*. La región amazónica, que conserva alrededor del 6% de áreas naturales no forestales, está compuesta mayoritariamente por bosques tropicales húmedos naturales (79)**. Estas formaciones presentan características estructurales y microclimáticas que las vuelven altamente sensibles al fuego^{8,9}. Como se destacó en el capítulo anterior, el fuego forma parte de la historia socioecológica de la Amazonía desde hace milenios, utilizado por los pueblos indígenas como una herramienta de manejo^{10,11}. Con el tiempo, comunidades tradicionales y productores rurales también incorporaron su uso en diversas prácticas productivas. El uso múltiple del fuego por distintos actores convierte a la Amazonía en una de los bosques tropicales más intensamente manejados mediante esta práctica, a pesar de su elevada vulnerabilidad a los impactos que el propio fuego puede causar¹².

En los últimos años, los incendios forestales en la región se intensificaron, impulsados por factores como la deforestación, la apropiación ilegal de tierras, la fragmentación forestal y el cambio climático^{13,14,15}. Su ocurrencia tiene origen

* Disponible en: <https://www.wri.org/insights/global-trends-forest-fires>

** La información de MapBiomas para la región amazónica consideró un mosaico de las colecciones nacionales de Bolivia (colección 2)³, Brasil (colección 9)³, Colombia (colección 2)⁴, Ecuador (colección 2)⁵, Perú (colección 3)⁶ y Venezuela (colección 2)⁷, junto con los datos de MapBiomas Amazonía (colección 6)¹ para Guyana, Guayana Francesa y Surinam. Para mantener la fluidez del texto, la cita se simplificó a Mosaico MapBiomas; sin embargo, las referencias de cada colección pueden consultarse en la lista bibliográfica. Todos los datos están actualizados hasta 2023, excepto en el caso de Perú, que cuenta con información hasta 2024. Para 2024, se utilizaron los datos de cobertura correspondientes a 2023.

mayoritariamente antrópico, derivada de los diversos usos del fuego^{16,17}, destacándose entre ellos el manejo de pasturas¹⁸. Los impactos de estos incendios incluyen la degradación del suelo, la alteración de los ciclos hidrológicos, la reducción de la capacidad de regeneración de los bosques y la amenaza a los modos de vida tradicionales^{19,20}, configurándose como uno de los principales vectores de degradación forestal de la Amazonía²¹. Además, contribuyen significativamente a las emisiones de carbono y a la contaminación atmosférica, extendiendo sus efectos más allá de las fronteras amazónicas^{22,23,24}.

El agravamiento de las alteraciones climáticas y de las sequías severas ha aumentado la inflamabilidad de los paisajes, generando situaciones en las que el fuego, especialmente aquel utilizado en prácticas agropecuarias, se escapa del control^{25,26}. Este escenario favorece la propagación de incendios que alcanzan áreas forestales cada vez más extensas, con mayor frecuencia e intensidad^{23,15}. Una vez que un bosque ombrófilo es quemado, su estructura y composición se alteran, volviéndose más susceptibles a nuevos incendios, prolongando los tiempos de regeneración y comprometiendo su integridad ecológica y los servicios ambientales del ecosistema^{27,28,29}.

Para evaluar la magnitud de este fenómeno, este capítulo analiza las dinámicas del fuego y la extensión de las áreas quemadas en la región amazónica a lo largo de las dos últimas décadas. La estimación de la superficie afectada abarca el período de 2015 a 2024,

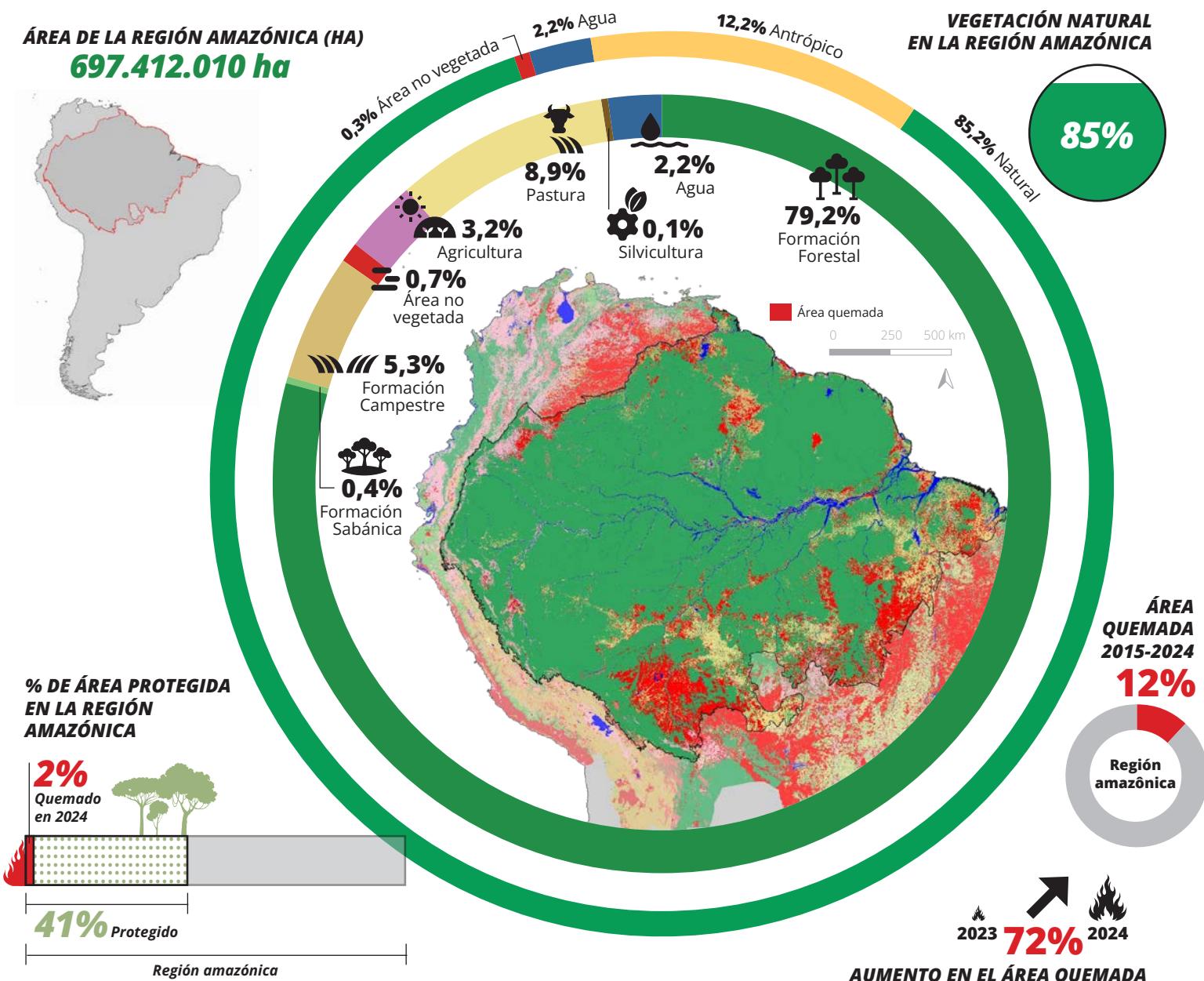
mientras que el análisis de la ocurrencia de focos de calor, con énfasis en la estacionalidad, utiliza datos comprendidos entre 2005 y 2024. Ambos conjuntos de datos provienen de los satélites Terra y Aqua*. El estudio buscó responder cuatro preguntas centrales: cuánto quema, cuándo quema, qué quema y dónde quema. Estas informaciones son esenciales para comprender los cambios recientes en los patrones y regímenes de fuego, identificar sus principales vectores y subsidiar políticas públicas más eficaces de prevención, control y manejo, con el objetivo de mitigar los impactos ambientales, sociales y económicos en toda la región amazónica.

A efectos de las análisis presentadas en este capítulo — y a lo largo de toda la publicación —, se adopta como referencia el límite biogeográfico/bioma de la Amazonía como referencia^{32,33}. Esta medida se refiere a la región amazónica caracterizada por su vegetación, clima y dinámicas ecológicas semejantes, distinta a la delimitación de la Cuenca Amazónica (definida por su área de captación hidrológica) y a la de Pan-Amazonía (concebida como una región geopolítica más amplia). La opción por el recorte biogeográfico/bioma se justifica por la conectividad de la vegetación, que permite entender la Amazonía como un sistema continuo e integrado, condición fundamental para analizar la dinámica del fuego. Cabe señalar que, aunque la Guayana Francesa fue considerada en este estudio, no forma parte de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA).

* El conjunto de datos MCD64A1, utilizado para el cálculo de áreas quemadas en este capítulo, presenta limitaciones en la detección de zonas de pequeña extensión³⁰, lo que puede conducir a una subestimación, especialmente en países donde la dinámica del fuego se caracteriza por quemas controladas en pequeñas propiedades agrícolas. Aun así, se trata del único producto disponible para toda la extensión de la región amazónica, con un desempeño de mapeo más cercano al de los productos regionales³¹.

FIGURA 1. Distribución del área quemada acumulada entre 2015 y 2024 (en rojo en el mapa) en la porción norte de América del Sur, destacando la región amazónica (contorno negro). La figura evidencia las proporciones de uso y cobertura del suelo y del área quemada en la región, la ocurrencia de fuego en áreas protegidas y el aumento del área quemada entre 2023 y 2024.

Fuente: RAISG, Mosaico MapBiomas, MCD64A1



CUÁNTO QUEMA EN LA AMAZONÍA

Las áreas afectadas por el fuego en la Amazonía se concentran históricamente a lo largo de los bordes sur y noroeste de la cuenca. Esas regiones, que incluyen el Arco de la Deforestación en la Amazonía brasileña, el centro-norte de Bolivia y el sureste de Perú, coinciden en gran medida con territorios dominados por usos agropecuarios (Figura 1). Además de la porción sur de la cuenca, los incendios también alcanzan ecosistemas naturales no forestales, como sabanas, linderos y campinanas, presentes en el norte de la región y que abarcan áreas de Brasil, el sur de Venezuela y el occidente de la Amazonía colombiana. En la última década, estos frentes de fuego avanzaron aún más sobre las áreas forestales. En términos generales, y más allá de las fronteras nacionales, la actividad de

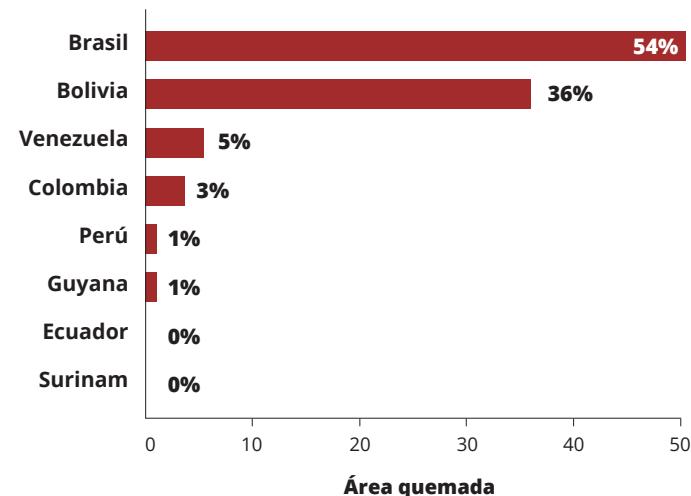
fuego se mantiene estrechamente asociada a áreas deforestadas, a frentes de expansión agrícola y a parches de vegetación nativa no forestal y/o pasturas.

Entre 2015 y 2024, los países que conforman la región amazónica quemaron en conjunto aproximadamente 267 millones de hectáreas. De ese total, alrededor de 83 millones de hectáreas, casi un tercio, se encontraban dentro del propio bioma amazónico (Tabla 1). Brasil concentró la mayor proporción, con un 54 % del total (45 millones de hectáreas), seguido por Bolivia (36 %), Venezuela (5 %), Colombia (3 %), Guyana (1,3 %) y Perú (0,8 %) (Figura 2A). Tanto Brasil como Bolivia registraron una alta proporción de superficie quemada dentro de sus territorios amazónicos (Figura 2B), lo que evidencia presiones ambientales intensas y la urgente necesidad de estrategias coordinadas de manejo del fuego a escala regional (Tabla 1, Figura 2).

FIGURA 2. (A) Área total quemada acumulada en la región amazónica por país entre 2015 y 2024, y contribución proporcional de cada país a la superficie total quemada en la región amazónica; (B) Proporción del área amazónica quemada en cada país.

Fuente: MCD64A1

(A) Área quemada en la región amazónica (ha)
Total= 83.311.740 ha



(B) Proporción del área quemada en el país registrada de la región amazónica (2015-2024)

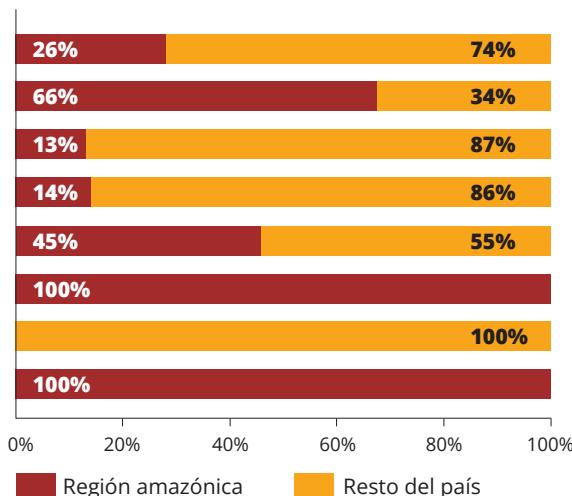


TABLA 1. Número de focos de calor y área quemada entre 2015 y 2024 en los países de la región amazónica y dentro de la propia región amazónica. (A) Proporción del territorio nacional afectado por el fuego; (B) Proporción del área total quemada entre los países; (C) Proporción del área quemada localizada dentro de la región amazónica de cada país; y (D) Proporción del área total quemada en la Amazonía por país.

Fuente: MCD64A1, satélite de referencia AQUA M-T

Focos de calor y extensión afectada por el fuego entre 2015 y 2024 en la región amazónica

| País | Área del país (ha) | Área quemada total (ha) | A | B | Región amazónica | | | | |
|------------------|----------------------|-------------------------|-------------|------|----------------------------------|--------------------|-------------------|-----|-------------|
| | | | | | Área de la región amazónica (ha) | Focos de calor (N) | Área quemada (ha) | C | D |
| Brasil | 847.386.994 | 169.998.627 | 20% | 64% | 418.062.524 | 991.160 | 44.979.559 | 11% | 54% |
| Bolivia | 108.653.448 | 45.234.519 | 42% | 17% | 49.528.978 | 224.810 | 29.812.746 | 60% | 36% |
| Venezuela | 91.162.367 | 31.492.732 | 35% | 12% | 46.757.145 | 49.205 | 4.044.910 | 9% | 5% |
| Colombia | 113.567.603 | 17.170.653 | 15% | 6% | 50.377.229 | 60.169 | 2.450.866 | 5% | 3% |
| Perú | 129.087.436 | 1.482.759 | 1% | 1% | 78.470.892 | 111.503 | 663.745 | 1% | 0,8% |
| Guyana | 21.067.963 | 1.094.389 | 5% | 0,4% | 21.082.882 | 13.944 | 1.094.388 | 5% | 1,3% |
| Ecuador | 25.584.953 | 477.238 | 2% | 0,2% | 10.337.853 | 1.121 | 2.132 | 0% | 0% |
| Surinam | 14.501.772 | 263.939 | 2% | 0,1% | 14.472.950 | 5.158 | 263.395 | 2% | 0,3% |
| Guayana Francesa | 8.362.502 | 11.988 | 0% | 0% | 8.321.556 | 2.272 | 11.988 | 0% | 0% |
| Total | 1.359.375.038 | 267.226.300 | 100% | | 697.412.010 | 1.459.342 | 83.323.728 | | 100% |

Las porciones amazónicas de Brasil y Bolivia también fueron las regiones con mayor número de focos de calor entre 2015 y 2024 (Tabla 1). Mientras que la Amazonía brasileña tuvo el 11% de su territorio quemado y 991.160 focos de calor en el período, la Amazonía boliviana alcanzó un 60% de su superficie afectada y 224.810 focos de calor. Estos resultados indican que, aunque Brasil presenta los valores absolutos más altos tanto en superficie quemada como en número de focos de calor, Bolivia sufrió proporcionalmente un impacto significativamente mayor del fuego sobre su bioma amazónico (Tabla 1).

Entre 2015 y 2024, la Amazonía registró en promedio 138 mil focos de calor y 7,5 millones de hectáreas quemadas por año (Figuras 3A y 3B). En ese período, 2024 se destacó como el año más crítico, con 215 mil focos de calor y 16 millones de hectáreas afectadas solo dentro del bioma amazónico. Estas cifras representan un incremento del 55 % en el número de focos y del 116 % en el área quemada respecto al promedio de los nueve años anteriores (Figuras 3A y 3B).

Considerando todos los países amazónicos, 2024 también marcó un pico significativo, con 452 mil focos de calor, un 59 % por encima del promedio histórico de 284 mil, y 43 millones de hectáreas quemadas, un 72 % por encima del promedio de 25 millones (Figuras 3C y 3D). Estos resultados reflejan un agravamiento expresivo en la ocurrencia de incendios, tanto dentro de la Amazonía como en sus países durante el año 2024.

Además de 2024, varios otros años de la serie histórica también presentaron valores por encima del promedio en focos de calor y superficie quemada. Las excepciones fueron 2018 y 2021, años influenciados por el fenómeno La Niña, cuando las condiciones más húmedas redujeron la ocurrencia de incendios en gran parte de la región. En contraste, 2015 — el año marcado por el llamado

El Niño “Godzilla”— y 2016 registraron aumentos notables en ambos indicadores, seguidos por 2017, que, aun sin El Niño, reflejó su legado climático. También fue posible observar una actividad elevada en 2019 y 2020, impulsada principalmente por la expansión de la deforestación. Más recientemente, 2022 y 2023 presentaron incrementos exponenciales tanto en área quemada como en focos de calor, superando los promedios históricos. Fuera del bioma amazónico, la tendencia fue diferente: se observó un declive en ambos indicadores entre 2021 y 2023. En la Amazonía, sin embargo, la proporción aumentó drásticamente en los últimos tres años, representando el 55 %, 54 % y 47 % del total de focos de calor, y el 35 %, 42 % y 38 % del total nacional de superficie quemada en 2022, 2023 y 2024, respectivamente.



FIGURA 3. (A) Superficie anual quemada en la región amazónica (naranja);(B) Número de focos de calor en la región amazónica (verde); (C) Superficie anual quemada en la región amazónica (naranja) comparada con la del resto de los países amazónicos (punteado naranja); y (D) Número de focos de calor en la región amazónica (verde) comparado con el del resto de los países amazónicos (punteado verde).

Fuente: MCD64A1, satélite de referencia AQUA M-T

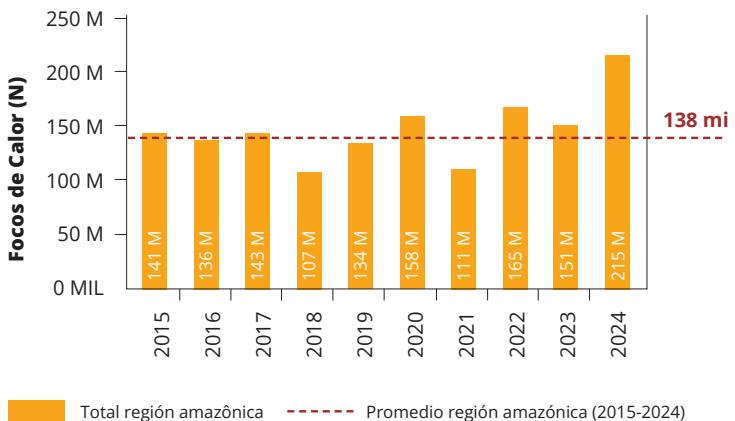
(A) Área quemada anual en la región amazónica

Fuente: MCD64A1



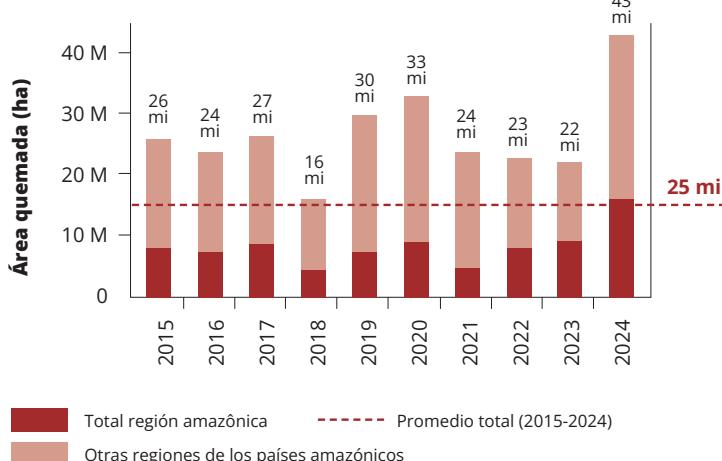
(B) Número de focos de calor en la región amazónica

Fuente: Satélite de referencia AQUA M-T



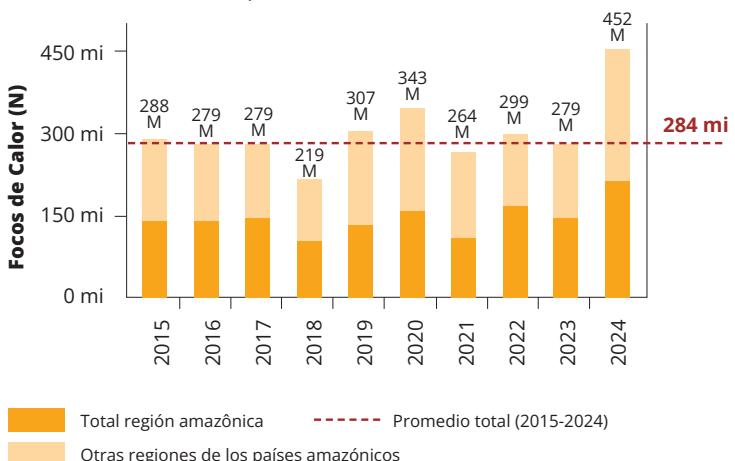
(C) Área quemada anual en los países amazónicos

Fuente: MCD64A1



(D) Número de focos de calor en los países amazónicos

Fuente: Satélite de referencia AQUA M-T



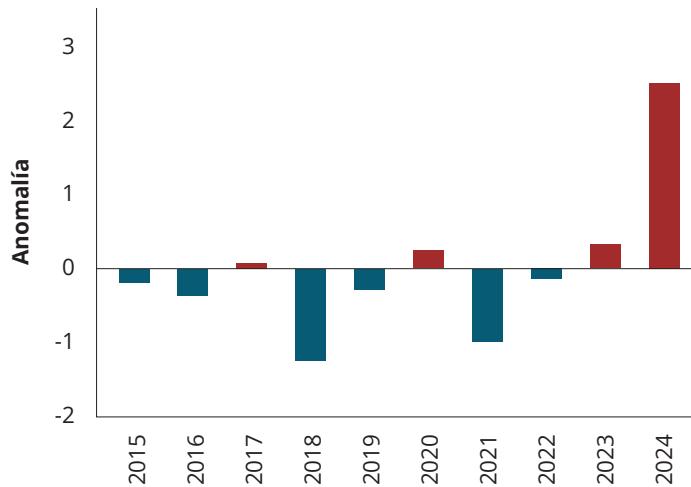
En términos de anomalías interanuales* en la última década, 2024 registró los valores más altos por encima del promedio mensual, tanto en superficie quemada como en número de focos de calor (Figuras 4A y 4B). Los años en que se observan divergencias entre ambos indicadores probablemente están relacionados

con el tipo de área quemada, como el fuego vinculado a procesos de deforestación y el fuego asociado a incendios forestales hacia el final de la década. Ambos tipos de fuego son capturados con frecuencia e intensidad diferentes en los registros de focos de calor.

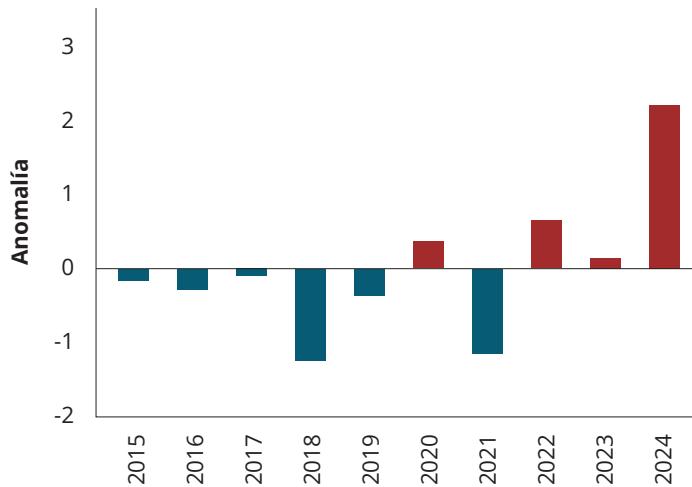
FIGURA 4. Anomalías interanuales de (A) superficie quemada y (B) focos de calor en la región amazónica.

Fuente: MCD64A1, satélite de referencia AQUA M-T

(A) Anomalías interanuales en el área quemada en la región amazónica



(B) Anomalías interanuales en la ocurrencia de focos de calor en la región amazónica



* La anomalía se calcula con la siguiente fórmula: Anomalía = (valor anual - media del período)/desviación estándar

CUÁNDO QUEMA EN LA AMAZONÍA

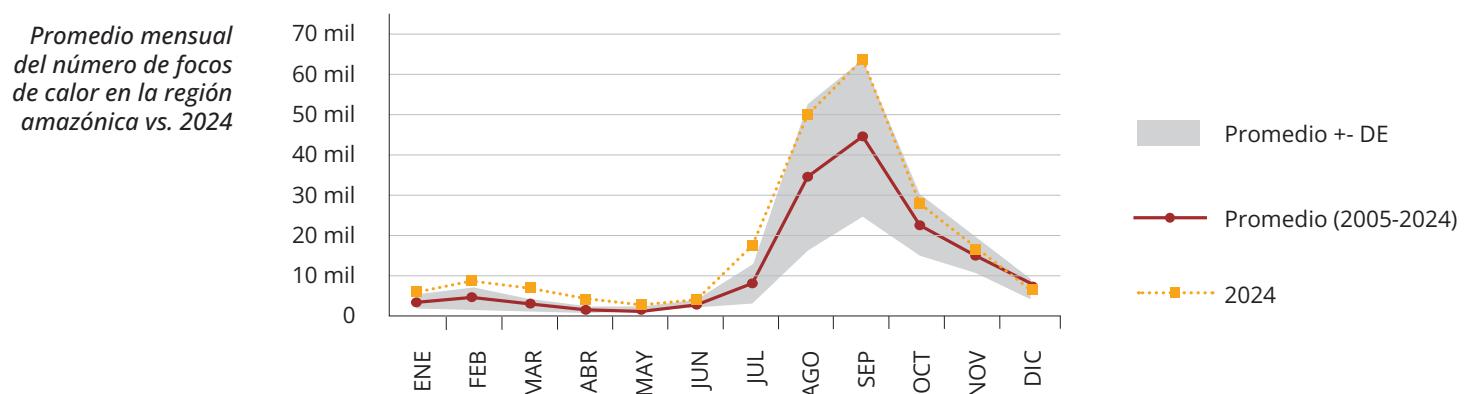
La estacionalidad es una característica clave de los régímenes de fuego. En la Amazonía, conocer cuándo ocurren los incendios intencionados es esencial para implementar acciones eficaces de prevención de incendios, respuesta rápida y manejo a largo plazo. Los patrones estacionales, frecuentemente asociados a las condiciones climáticas y a las prácticas de uso del suelo, permiten que las autoridades anticipen los períodos de mayor riesgo, positionen los recursos estratégicamente, establezcan prohibiciones temporales del uso del fuego, desarrollen campañas de sensibilización y refuerzen la fiscalización para los períodos de mayor actividad.

Para evaluar el patrón temporal intraanual de las quemas e incendios en la Amazonía, se analizó una serie histórica ampliada de datos de focos de calor, de 2005 a 2024. El fuego en la región amazónica presenta

una marcada estacionalidad, con picos concentrados en agosto, septiembre y octubre, los meses más críticos de la estación seca en toda la región. Sin embargo, esta estacionalidad no es homogénea en toda la Amazonía, sino que sigue un gradiente climático local característico³⁴. La curva promedio mensual de focos de calor, con su variabilidad representada por una desviación estándar, confirma este patrón: la actividad se mantiene baja de enero a junio, aumenta con fuerza en julio, alcanza su máximo entre agosto y septiembre, y disminuye entre noviembre y diciembre. Este resultado muestra que, en 2024, las ocurrencias de focos de calor superaron significativamente el promedio histórico y sobrepasaron el límite superior del desviación estándar, lo que indica una temporada de incendios excepcional, tanto en magnitud como en persistencia (Figura 5).

FIGURA 5. Promedio mensual del número de focos de calor en la región amazónica (2005-2024), con ± 1 desviación estándar (área sombreada gris) y valores correspondientes a 2024 (punteado naranja).

Fuente: Satélite de referencia AQUA M-T



El análisis de la distribución mensual media de focos de calor por país entre 2005 y 2024 muestra que, aunque el patrón agregado para toda la región amazónica evidencia una alta concentración de la actividad del fuego en agosto (22 %) y septiembre (29 %), existen variaciones significativas entre los países (Tabla 2). Brasil y Perú concentran más del 60 % de su actividad anual de fuego en esos dos meses, lo cual refleja la influencia directa del pico de la estación seca central. En Bolivia, el pico ocurre en septiembre (34 %), pero con valores también elevados en agosto y octubre (21 % cada uno), lo que indica una temporada de fuego más larga.

En contraste, Colombia y Venezuela presentan picos a comienzos de año: febrero representa el 48 % y marzo el 22 % de la actividad, respectivamente, debido a regímenes climáticos distintos. Por su parte, Guyana, Surinam y la Guayana Francesa registran la mayor parte de sus focos de calor entre octubre y noviembre, al estar más próximas al Ecuador y bajo la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical. Estos patrones refuerzan la necesidad de estrategias de prevención y combate al fuego adaptadas al calendario climático de cada país.

TABLA 2. Distribución mensual media (%) de focos de calor en la región amazónica y en los países que la componen, entre 2005 y 2024. Los valores representan la proporción promedio de focos de calor registrados en cada mes con respecto al total anual de cada territorio. Los datos evidencian la variabilidad estacional y espacial de la ocurrencia del fuego, destacando las diferencias en los períodos de pico entre los países.

Fuente: Satélite de referencia AQUA M-T.

| País/Región | PROMEDIO DE LA DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE FOCOS DE CALOR ENTRE 2005 Y 2024 | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | Mai | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
| Bolivia | 0% | 0% | 0% | 1% | 2% | 4% | 9% | 21% | 34% | 21% | 6% | 1% |
| Brasil | 2% | 1% | 1% | 1% | 1% | 2% | 5% | 24% | 30% | 16% | 12% | 6% |
| Colombia | 20% | 48% | 14% | 2% | 0% | 0% | 1% | 2% | 3% | 2% | 2% | 4% |
| Ecuador | 18% | 16% | 2% | 2% | 1% | 1% | 1% | 7% | 15% | 14% | 16% | 8% |
| Guayana Francesa | 1% | 1% | 1% | 1% | 0% | 0% | 1% | 2% | 19% | 52% | 2% | 1% |
| Guyana | 9% | 7% | 12% | 10% | 2% | 2% | 2% | 2% | 11% | 24% | 14% | 6% |
| Perú | 2% | 1% | 1% | 1% | 1% | 2% | 7% | 32% | 40% | 10% | 3% | 1% |
| Surinam | 4% | 3% | 5% | 5% | 1% | 0% | 0% | 2% | 15% | 42% | 21% | 3% |
| Venezuela | 16% | 18% | 22% | 17% | 5% | 1% | 1% | 1% | 3% | 4% | 5% | 8% |
| Región Amazônica | 3% | 3% | 2% | 1% | 1% | 2% | 6% | 22% | 29% | 15% | 10% | 5% |

QUÉ QUEMA EN LA AMAZONÍA

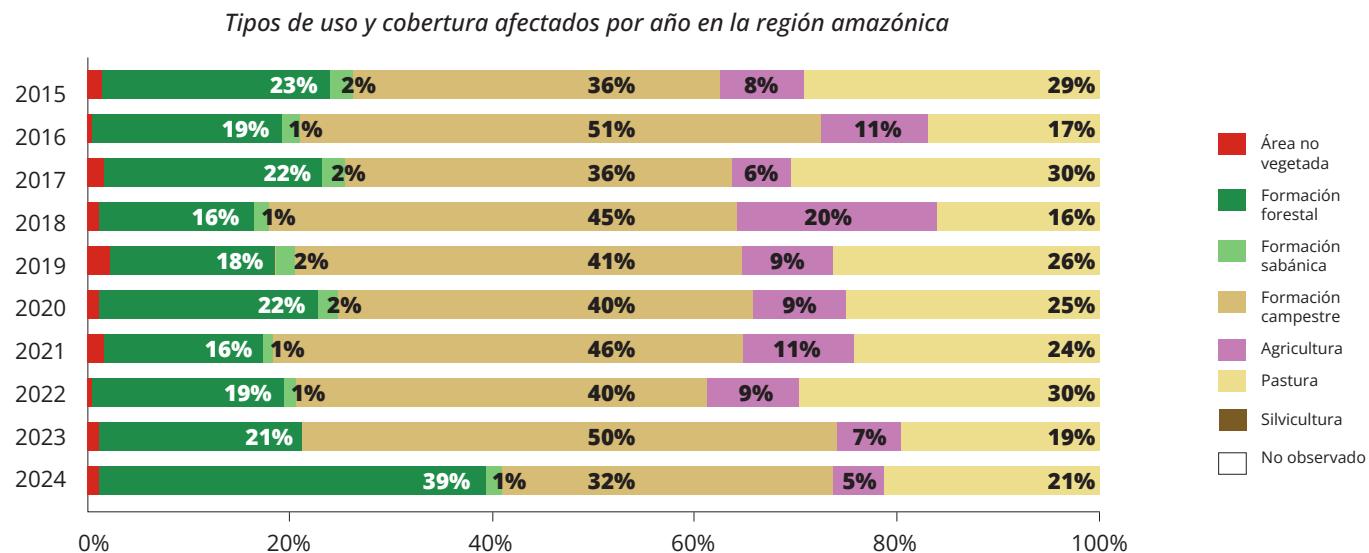
En la última década, la agricultura y las pasturas mantuvieron una participación relativamente estable en la superficie total quemada, variando entre el 5 % y 20 % y entre el 16 % y 30 %, respectivamente (Figura 6). En contraste, 2024 registró un aumento significativo en la proporción de superficie quemada en formaciones forestales, que alcanzó el 39 %, el valor más alto de toda la serie histórica. Este crecimiento refleja la intensificación de los impactos del fuego sobre los ecosistemas forestales, que históricamente presentaban una participación menor en comparación con las áreas de uso agrícola.

En 2024, de los 16,1 millones de hectáreas quemadas en la Amazonía, un 73 % correspondieron a la vegetación natural, 26 % a áreas antrópicas, como

pasturas, agricultura y zonas urbanas, y 1 % a otros usos (Tabla 3). Bolivia y Brasil concentraron las mayores extensiones quemadas, tanto en valores absolutos como en la proporción de vegetación natural afectada. Bolivia registró 5,5 millones de hectáreas de vegetación nativa quemada (un 91 % del total nacional), mientras que Brasil contabilizó 4,9 millones de hectáreas (un 58 % de la superficie quemada en su porción amazónica). No obstante, en Brasil la participación de las áreas antrópicas fue proporcionalmente mayor (41 %) que en Bolivia (9 %), lo que refleja diferencias en las fuentes de ignición y en el uso del fuego. Ecuador (73 %), Guayana Francesa (93 %) y Colombia (85 %) también presentaron predominio de quemas en vegetación natural, aunque en extensiones absolutas menores (Tabla 3). Perú y Venezuela, en cambio, mostraron una distribución más equilibrada entre vegetación natural y áreas antrópicas.

FIGURA 6. Proporción de la superficie quemada según uso y cobertura del suelo entre 2015 y 2024 en la región amazónica.

Fuente: Mosaico MapBiomass, MCD64A1



Entre 2023 y 2024, la superficie quemada sobre cobertura natural creció un 73 % en la Amazonía, mientras que en áreas antrópicas el aumento fue del 72 % (Tabla 3). La expansión del fuego sobre la vegetación natural se observó en todos los países amazónicos, con excepción de la Guayana Francesa. Por otro lado, las quemas en áreas antrópicas aumentaron en Brasil, Ecuador, Guyana, Perú y Venezuela, pero disminuyeron en Bolivia, Colombia, Guayana Francesa y Surinam. Brasil, Bolivia y Venezuela, que históricamente concentran las mayores superficies quemadas, también registraron los mayores incrementos absolutos en el período.

Los aumentos proporcionales más marcados de superficie quemada en vegetación natural se dieron en Guayana Francesa (+624 %), Surinam (+295 %), Colombia (+152 %) y Perú (+62 %). En términos absolutos, Brasil, Bolivia y Venezuela lideraron con

fuertes incrementos. En Brasil, el fuego en áreas antrópicas creció un 94 %, y en áreas naturales 152 %. Bolivia, por su parte, registró un aumento del 25 % en vegetación nativa, pero una reducción del 3 % en áreas antrópicas. Venezuela siguió una tendencia similar a la de Brasil, con un aumento del 173 % en áreas antrópicas y 253 % en áreas naturales.

Perú y Ecuador, aunque con menores superficies absolutas, presentaron incrementos proporcionales significativos en ambas clases de cobertura (+295 % en Perú y +624 % en Ecuador). Este panorama revela un avance preocupante del fuego sobre los ecosistemas naturales, expandiéndose más allá de las zonas tradicionalmente vinculadas a actividades productivas, y refuerza la urgencia de estrategias integradas de manejo del fuego, especialmente en los países que concentran los mayores impactos y presiones.

TABLA 3. Tipo de cobertura del suelo afectada por el fuego (natural y antrópica)* en la región amazónica y su variación porcentual en 2024, incluyendo la diferencia de superficie quemada entre 2023 y 2024.

Fuente: Mosaico MapBiomas, MCD64A1

| País | Área quemada en 2024 (ha) en cobertura | | | | | | Diferencia de área quemada entre 2023 y 2024 (%) en cobertura | |
|------------------|----------------------------------------|------------|-------------------|------------|----------------|-----------|---------------------------------------------------------------|--------------|
| | Antrópica | | Natural | | Otros | | Antrópica | Natural |
| Bolivia | 522.679 | 9% | 5.505.145 | 91% | 41.532 | 1% | ↓ -3% | ↑ 25% |
| Brasil | 3.438.520 | 41% | 4.917.424 | 58% | 88.796 | 1% | ↑ 94% | ↑ 152% |
| Colombia | 21.001 | 13% | 135.045 | 85% | 3.678 | 2% | ↓ -1% | ↑ 70% |
| Ecuador | 289 | 23% | 921 | 73% | 60 | 5% | ↑ 323767% | ↑ 624% |
| Guayana Francesa | 0 | 0% | 399 | 93% | 28 | 7% | ↓ -100% | ↓ -89% |
| Guyana | 45.021 | 19% | 190.654 | 80% | 3.663 | 2% | ↑ 6% | ↑ 62% |
| Perú | 86.414 | 44% | 108.305 | 55% | 3.638 | 2% | ↑ 236% | ↑ 295% |
| Surinam | 8.017 | 16% | 43.121 | 84% | 192 | 0% | ↓ -55% | ↑ 91% |
| Venezuela | 145.492 | 15% | 811.727 | 84% | 8.582 | 1% | ↑ 173% | ↑ 253% |
| Total | 4.267.433 | 26% | 11.712.742 | 73% | 150.169 | 1% | ↑ 73% | ↑ 72% |

* Para esta tabla se consideraron las clases de uso y cobertura del suelo naturales (vegetación nativa) y antrópicas (agricultura y pastura). Representando un pequeño porcentaje de lo que se quema, las clases área no vegetada, agua y no observado se agruparon como "otros".

DÓNDE QUEMA EN LA AMAZONÍA

La región amazónica cuenta con más de 280 millones de hectáreas bajo algún tipo de protección, distribuidas entre Tierras Indígenas (TI) y otras Áreas Naturales Protegidas (ANP)*. Brasil concentra la mayor extensión de estas áreas, con 107 millones de hectáreas de TI y 50 millones de hectáreas de ANP (en el país denominadas *Unidades de Conservación*), seguido por Venezuela, con 39 millones de hectáreas protegidas, y Colombia, con 28 millones (Tabla 4).

En total, 6,5 millones de hectáreas fueron quemadas dentro de las áreas protegidas (TI y ANP) de la Amazonía en 2024, lo que representa un 41 % de toda la superficie quemada en la región: 3,9 millones de hectáreas (25 %) correspondieron a Tierras Indígenas y 2,6 millones (16 %) a Áreas Naturales Protegidas. Entre 2023 y 2024, se observó un aumento significativo del fuego dentro de estas áreas, especialmente en áreas de TI, donde el incremento fue del 81 % entre los dos años, mientras que en las ANP el aumento alcanzó el 52 % (Tabla 4).

En términos absolutos, Bolivia encabezó la extensión quemada dentro de áreas protegidas, con más de 1,9 millones de hectáreas en TI y 1,7 millones en ANP, lo que equivale a aproximadamente el 60 % de toda la superficie quemada en el país en 2024 y el 56 % del total afectado dentro de las áreas protegidas de la Amazonía (Tabla 4). Brasil fue el segundo país con mayor superficie quemada dentro de áreas protegidas, con 1,6 millones de hectáreas (19 %) en TI y 854 mil hectáreas (10 %) en ANP, lo que representa el 37 % de toda la superficie quemada en áreas protegidas amazónicas durante 2024. En tercer lugar se ubicó Venezuela, con un 6 % del total de la superficie quemada dentro de áreas protegidas, de los cuales 37 % fueron en TI y 2 % en ANP (Tabla 4).

Considerando la variación por país, con excepción de Guayana Francesa y Surinam, la mayoría de las naciones amazónicas registraron un aumento de la superficie quemada en TI entre 2023 y 2024. En el caso de las ANP, la tendencia al alza también se verificó en Bolivia, Brasil, Colombia, Perú y Venezuela, mientras que los demás países no registraron superficie quemada en esas categorías durante los dos últimos años (Tabla 4). Entre los mayores aumentos relativos, se destacan: Ecuador, con un aumento del 1 687 % en TI; Colombia, con un salto de menos de 1 hectárea en 2023 a 117 hectáreas en 2024 en ANP; Perú, con un alza del 594 % en ANP; y Venezuela, donde la superficie quemada creció un 5065 %. Estos números revelan una intensificación preocupante del fuego dentro de las áreas protegidas de la Amazonía.



©AdobeStock

* Área calculada con los mapas proporcionados por la RAISG, disponible en: <https://www.raisg.org/pt-br/mapas>

TABLA 4. Área total quemada en Tierras Indígenas (TI) y Áreas Naturales Protegidas (ANP) en la región amazónica. (A) Proporción del área quemada dentro de TI+ANP en relación con el área total quemada en la porción amazónica de cada país; (B) Proporción quemada en áreas protegidas de cada país en relación con el total quemado en esa categoría; (C) Proporción del área quemada dentro de TI en relación con el área total quemada en la porción amazónica de cada país; y (D) Proporción del área quemada dentro de ANP en relación con el área total quemada en la porción amazónica de cada país.

Fuente: RAISG, MCD64A1

Extensión afectada por el fuego en Tierras Indígenas (TI) y otras Áreas Protegidas (AP) en la región amazónica

| País | Área (ha) | | Área total quemada en 2024 (ha) | Área total quemada dentro de TI + AP | | | Área quemada en 2024 (ha) | | | | Diferencia del área quemada de 2023 a 2024 | |
|------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------|------------|-------------|---------------------------|------------|------------------|------------|--------------------------------------------|--------------|
| | TI | ANP | | | (A) | (B) | TI | (C) | ANP | (D) | TI | ANP |
| Bolivia | 13.215.691 | 9.097.062 | 6.069.356 | 3.645.673 | 60% | 56% | 1.943.610 | 32% | 1.702.063 | 28% | ↑ 28% | ↑ 54% |
| Brasil | 10.676.442 | 50.348.756 | 8.444.741 | 2.453.677 | 29% | 37% | 1.599.669 | 19% | 853.981 | 10% | ↑ 218% | ↑ 44% |
| Colombia | 27.471.650 | 1.627.759 | 159.723 | 135.948 | 85% | 0% | 25.383 | 16% | 117 | 0% | ↑ 61% | ↑ 32750% |
| Ecuador | 6.422.845 | 29.508 | 1.270 | 747 | 59% | 0% | 747 | 59% | 0 | 0% | ↑ 1687% | 624% |
| Guayana Francesa | 699.749 | 460 | 427 | 0 | 0% | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% | ↓ -100% | 0% |
| Guyana | 3.177.742 | 29.754 | 239.338 | 17.702 | 7% | 0% | 17.702 | 7% | 0 | 0% | ↑ 84% | 594% |
| Perú | 28.524.745 | 2.544.820 | 198.357 | 29.410 | 15% | 0% | 26.126 | 13% | 3.248 | 2% | ↑ 206% | ↑ 594% |
| Surinam | 13.439 | 702 | 51.330 | 172 | 0% | 0% | 47 | 0% | 0 | 0% | ↓ -32% | 0% |
| Venezuela | 36.114.143 | 2.662.989 | 965.081 | 836.466 | 87% | 6% | 361.784 | 37% | 212.882 | 9% | ↑ 170% | ↑ 5065% |
| Total | 222.402.507 | 64.841.680 | 16.130.343 | 6.557.395 | 41% | 100% | 3.976.004 | 25% | 2.581.391 | 16% | ↑ 81% | ↑ 52% |



CONCLUSIÓN

Las evidencias de la última década muestran con claridad que, en la región amazónica, el fuego dejó de limitarse a las tradicionales fronteras agrícolas y de sabana, avanzando cada vez más hacia los macizos forestales y las áreas protegidas del interior de la cuenca. El año 2024 se destacó como un marco excepcional, tanto por la magnitud como por la persistencia de los incendios. La combinación de eventos climáticos extremos, los cambios en el uso del suelo impulsados por la acción humana y las fragilidades en la gobernanza ambiental han ampliado la presión del fuego más allá de las fronteras nacionales, configurando un desafío regional compartido. Este escenario refuerza la necesidad de estrategias coordinadas y transfronterizas de manejo del fuego, que integren prevención, monitoreo, respuesta rápida y restauración posfuego.

Los datos también evidencian la diversidad de la estacionalidad del fuego entre los países amazónicos, moldeada por regímenes climáticos locales. Esta variabilidad indica que no existe una política única

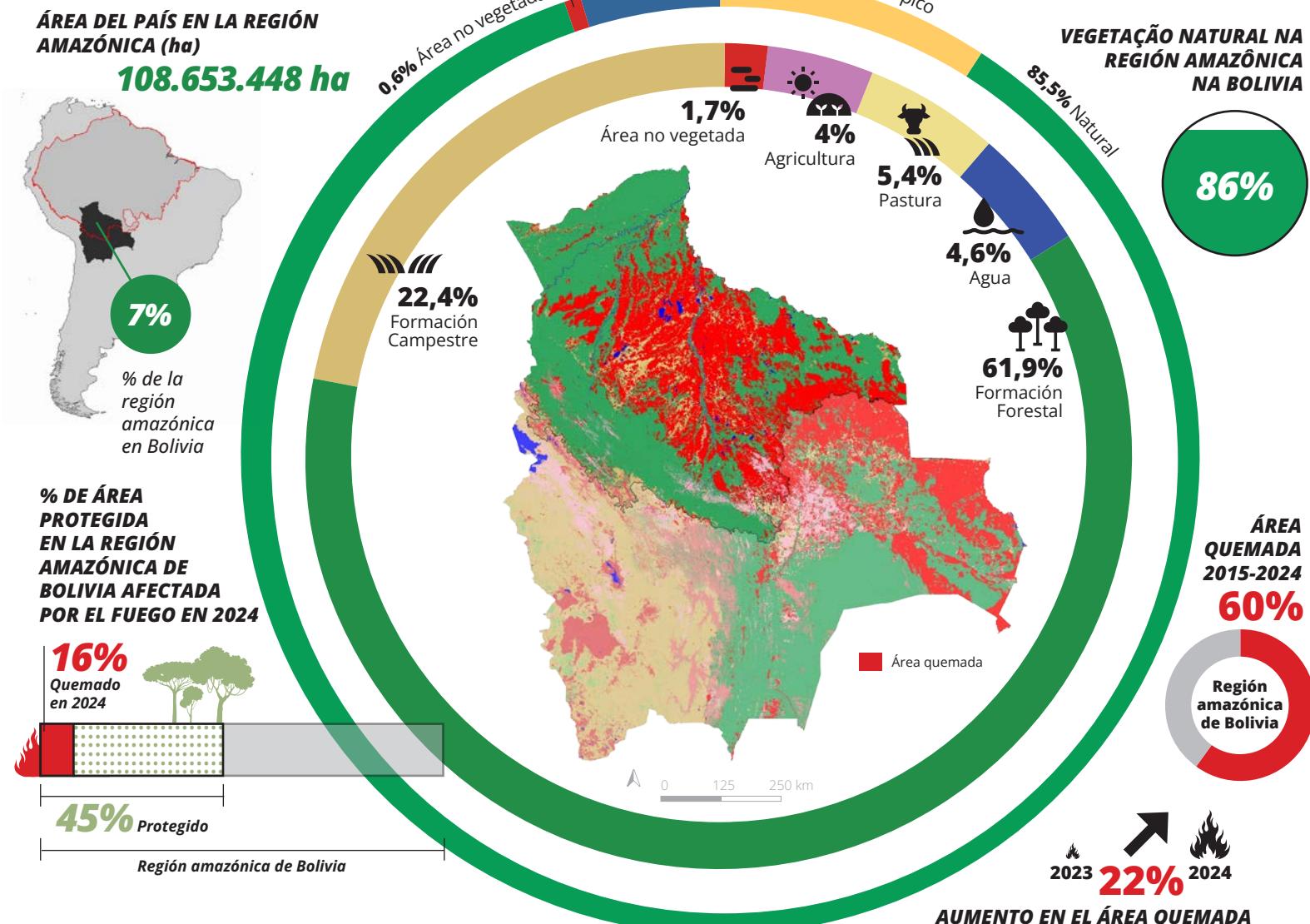
aplicable a toda la región: las estrategias efectivas deben adaptarse a los calendarios nacionales y subnacionales del fuego, orientando las medidas de prevención y fiscalización hacia los períodos de mayor riesgo. Fortalecer los sistemas de monitoreo, ampliar las capacidades de alerta temprana basadas en satélite e integrarlas en la toma de decisiones operativas son pasos cruciales para reducir los impactos.

Por último, el aumento expresivo de la superficie forestal quemada, especialmente en 2024, señala un cambio peligroso en dirección a mayores daños ecológicos y emisiones de carbono. Enfrentar esta trayectoria requiere actuar tanto sobre los factores inmediatos, como la deforestación y la expansión de pasturas, como también sobre las causas estructurales, entre ellas la inseguridad en la tenencia de la tierra y la insuficiente protección de los territorios indígenas y áreas de conservación. La urgencia es evidente: sin una acción inmediata, coordinada y sostenida, el fuego continuará socavando la integridad ecológica de la Amazonía, comprometiendo su papel en la regulación climática, en la conservación de la biodiversidad y en la subsistencia de millones de personas que dependen de ella.

|||| BOLIVIA

FIGURA 7. Distribución del área quemada acumulada entre 2015 y 2024 (en rojo en el mapa) en Bolivia, destacando la región amazónica (contorno negro). La figura evidencia las proporciones de uso y cobertura del suelo y del área quemada en la región, la ocurrencia de fuego en áreas protegidas y el aumento del área quemada entre 2023 y 2024.

Fuente: RAISG, MapBiomas Bolivia, MCD64A1



En Bolivia, entre 2015 y 2024, gran parte de la Amazonía fue quemada (60 %), y la superficie impactada dentro de esta región representa más de la mitad (66 %) del área total quemada del país (Tabla 1, Figura 7). Estas quemas se originan principalmente en la práctica agrícola tradicional (roza y quema) y en la tala de bosques destinada a la producción agropecuaria industrial. También están vinculadas a invasiones y asentamientos ilegales en tierras privadas, fiscales, indígenas y áreas protegidas³⁵, así como, en algunos lugares, a actividades ilícitas relacionadas con la producción de coca y la minería de oro^{36,37}. A ello se suma la flexibilización de permisos de desmonte y del uso del fuego bajo la normativa de “quemas controladas”, en un contexto de sequías prolongadas³⁸ y débil gobernanza local y transfronteriza^{39,40}. La práctica generalizada del chaqueo (quema agrícola) actúa como fuente de ignición, mientras que los períodos de sequía severa, exacerbados por el cambio climático, funcionan como catalizadores que permiten que los incendios se propaguen sin control, transformando focos locales en desastres regionales⁴¹.

CUÁNTO

Entre 2015 y 2024, Bolivia quemó en promedio alrededor de 3 millones de hectáreas por año en su región amazónica. El año 2024 fue el de mayor superficie afectada, con 6 millones de hectáreas, lo que representa un aumento del 106 % respecto al promedio de la década. Ese mismo año también se registró el mayor número de focos de calor (40 807) (Figura 8).

FIGURA 8. Superficie quemada (barras) y focos de calor (línea) anual entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Bolivia.

Fuente: MCD64A1, satélite de referencia Aqua M-T

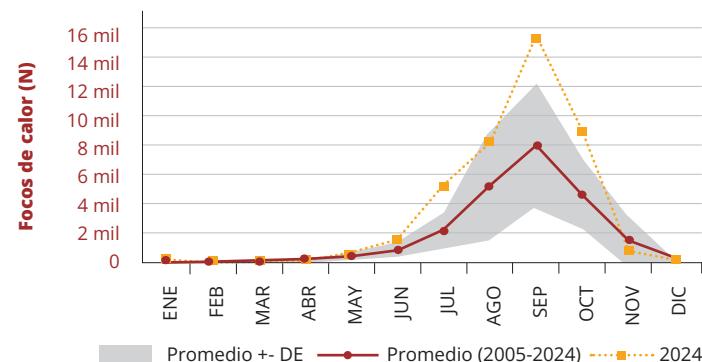


CUÁNDO

La región amazónica boliviana presenta una temporada de fuego altamente concentrada entre agosto y octubre, especialmente en septiembre (34 %), mes en el que ocurre la mayor actividad. Históricamente, más del 75 % de los focos de calor se registran durante estos tres meses (Figura 9).

FIGURA 9. Promedio mensual del número de focos de calor (2005-2023), con ± 1 desviación estándar (área sombreada en gris) y valores de 2024 (punteado naranja) en la región amazónica de Bolivia.

Fuente: Satélite de referencia Aqua M-T

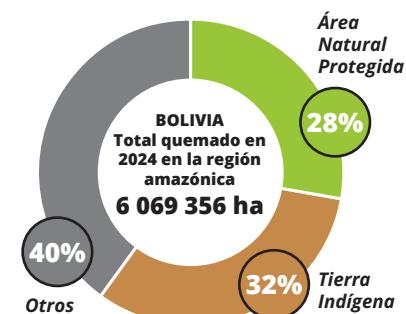


DÓNDE

En 2024, el 32 % de la superficie quemada en la Amazonía boliviana se registró en Tierras Indígenas, el 28 % en otras áreas protegidas, y el 40 % restante en otras categorías de uso de la tierra, totalizando más de 6 millones de hectáreas afectadas por el fuego (Figura 11). Un aspecto particularmente relevante es que parte de esta superficie quemada en la selva amazónica del norte del departamento de Santa Cruz tuvo su origen en el Bosque Seco Chiquitano, desde donde el fuego se propagó hasta alcanzar esas regiones.

FIGURA 10. Superficie total quemada en 2024 y proporción afectada en Tierras Indígenas (TI) y Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la región amazónica de Bolivia.

Fuente: MCD64A1, RAISG

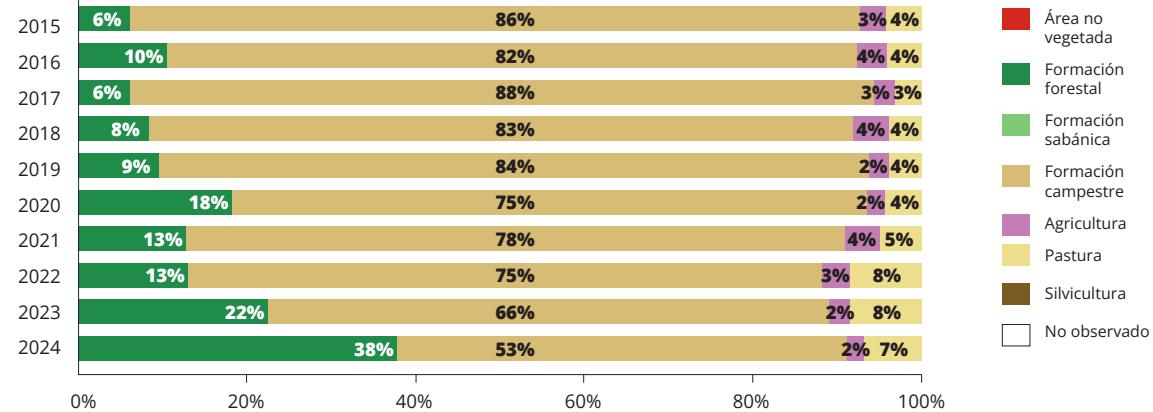


QUÉ

Las formaciones campesas son la categoría más afectada por el fuego, concentrando el 53 % del total de la superficie quemada en 2024 (una baja con relación a los 86-88 % observados en los dos primeros años). En segundo lugar se encuentran las formaciones forestales, con el 38 % en 2024, una proporción que ha crecido de manera continua desde 2015 (cuando era 6 %). Las pasturas ocupan el tercer lugar, con el 7 % en 2024, manteniendo una cierta estabilidad (Figura 10).

FIGURA 11. Proporción de la superficie quemada según uso y cobertura del suelo entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Bolivia.

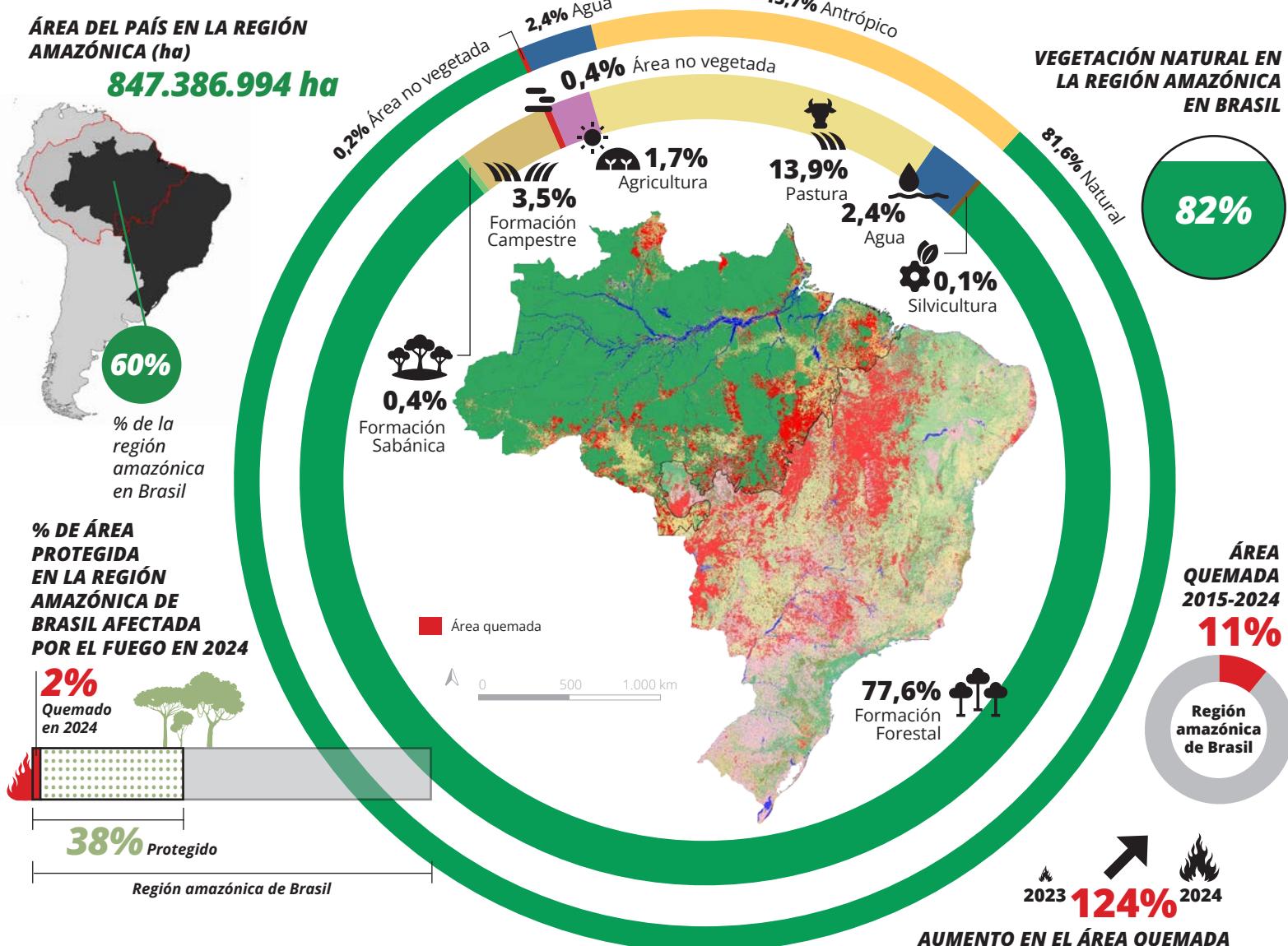
Fuente: MCD64A1, MapBiomass Bolivia



|||| BRASIL

FIGURA 12. Distribución del área quemada acumulada entre 2015 y 2024 (en rojo en el mapa) en Brasil, destacando la región amazónica (contorno negro). La figura evidencia las proporciones de uso y cobertura del suelo y del área quemada en la región, la ocurrencia de fuego en áreas protegidas y el aumento del área quemada entre 2023 y 2024.

Fuente: RAISG, MapBiomas Brasil, MCD64A1



En Brasil, la ganadería es responsable por hasta un 80 % de la deforestación histórica⁴² y llegó a representar el 93,4 % de la deforestación en la Amazonía Legal en 2015⁴³. Este impacto se vio ampliado por la expansión de la soja a partir de los años 2000, lo que aumentó la demanda por grandes áreas deforestadas e intensificó el uso del fuego como práctica de manejo^{44,45}. La ocupación y apropiación ilegal de tierras también contribuye significativamente a la ocurrencia de incendios en el país, ya que las tierras son invadidas y quemadas para señalar posesión, una práctica favorecida por legislaciones frágiles y amnistías recurrentes⁴⁶. Durante la última década (2015–2024), la presencia del fuego en la Amazonía brasileña se concentró principalmente en las porciones sur y sureste, coincidentes con el Arco de Deforestación. Además, los lavrados también registraron alta incidencia de fuego (Figura 12).

CUÁNTO

En la región amazónica brasileña, el promedio anual de superficie quemada entre 2015 y 2024 fue de 4,6 millones de hectáreas. El valor más alto se registró en 2024, con 8,6 millones de hectáreas, lo que representa un incremento del 88 % respecto al promedio. Ese mismo año también presentó el mayor número de focos de calor de la década, con 139 883 registros (Figura 13).

FIGURA 13. Superficie quemada (barras) y focos de calor (línea) anual entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Brasil.

Fuente: MCD64A1, satélite de referencia Aqua M-T

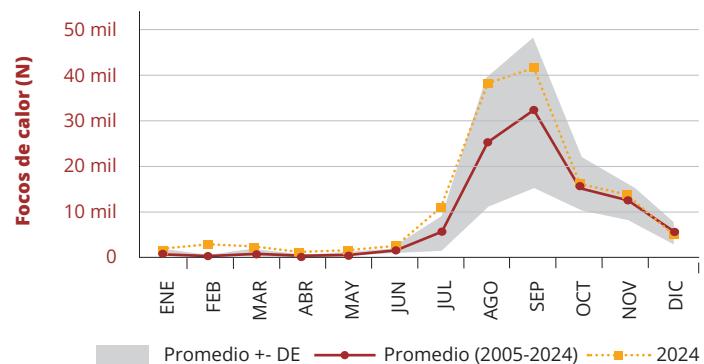


CUÁNDO

La Amazonía brasileña presenta una sazonalidad marcada, con picos de actividad entre agosto (24 %) y septiembre (30 %), lo que indica una temporada de incendios concentrada en el segundo semestre del año (Figura 14).

FIGURA 14. Promedio mensual del número de focos de calor (2005–2023), con ± 1 desviación estándar (área sombreada en gris) y valores de 2024 (punteado naranja) en la región amazónica de Brasil.

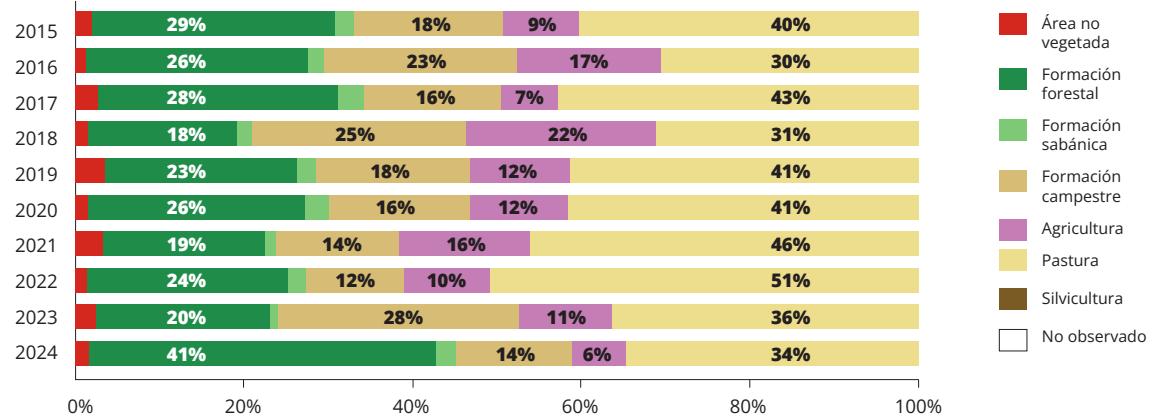
Fuente: Satélite de referencia Aqua M-T



QUÉ

La categoría de uso y cobertura más afectada por el fuego en 2024 fue la de pasturas, con el 34 % de la superficie quemada, aunque con una disminución respecto a años anteriores (cuando llegó a representar hasta el 51 %). Las formaciones forestales aumentaron del 20 % en 2023 al 41 % en 2024, ocupando la segunda posición. Las formaciones campesinas descendieron al 14 %, quedando en tercer lugar, tras haber alcanzado hasta un 28 % en 2023 (Figura 15).

FIGURA 15. Proporción de la superficie quemada según uso y cobertura del suelo entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Brasil. Fuente: MCD64A1, MapBiomas Brasil



DÓNDE

En Brasil, el 19 % de la superficie quemada en la región amazónica en 2024 se ubicó en Tierras Indígenas, el 10 % en otras áreas protegidas, y la mayor parte (71 %) ocurrió en territorios no protegidos (Figura 16).

FIGURA 16. Superficie total quemada en 2024 y proporción afectada en Tierras Indígenas (TI) y Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la región amazónica de Brasil.

Fuente: MCD64A1, RAISG

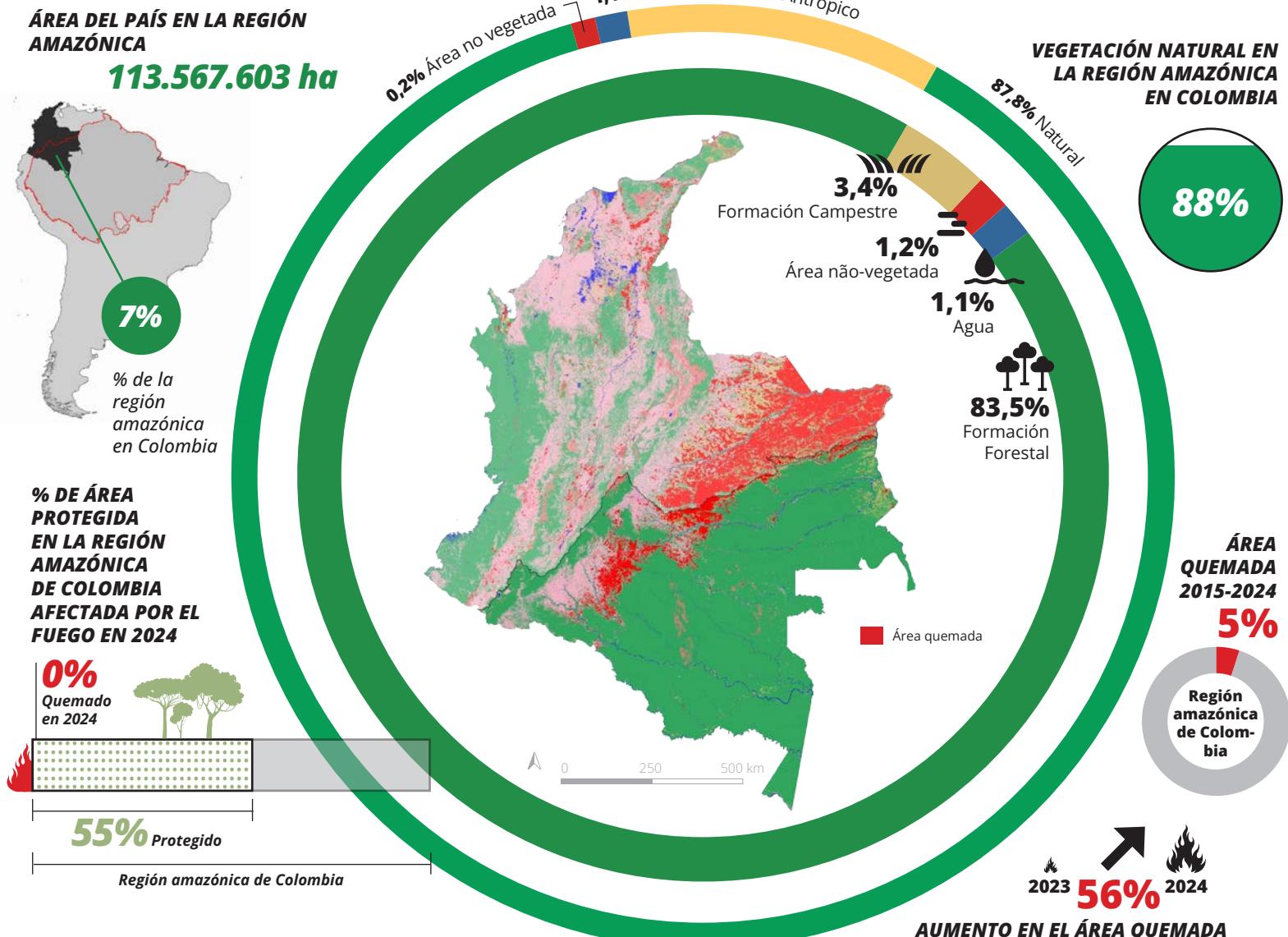


//// COLOMBIA

FIGURA 17. Distribución del área quemada acumulada entre 2015 y 2024 (en rojo en el mapa) en Colombia, destacando la región amazónica (contorno negro). La figura evidencia las proporciones de uso y cobertura del suelo y del área quemada en la región, la ocurrencia de fuego en áreas protegidas y el aumento del área quemada entre 2023 y 2024.

Fuente: RAISG, MapBiomas Colombia, MCD64A1

En Colombia, la violencia rural y las insurgencias — como las de las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia (FARC) — dificultaron el avance de la deforestación hasta la firma de los acuerdos de paz de 2016. Sin embargo, en 2017, en ausencia de medidas compensatorias adecuadas, dichos acuerdos provocaron un aumento de 52 % en la deforestación dentro de áreas protegidas⁴⁷. Asimismo, la apropiación ilegal de tierras constituye una amenaza significativa para los bosques del país, ya que los incentivos institucionales, la falta de información catastral sobre propiedades rurales y la profunda desigualdad en la regularización de la tenencia de la tierra alimentan la especulación y se consolidan como los principales motores de la deforestación⁴⁸. En la última década, a nivel nacional, la presencia del fuego se concentró principalmente en la zona centro-este del país, al noroeste de la región amazónica (Figura 17).

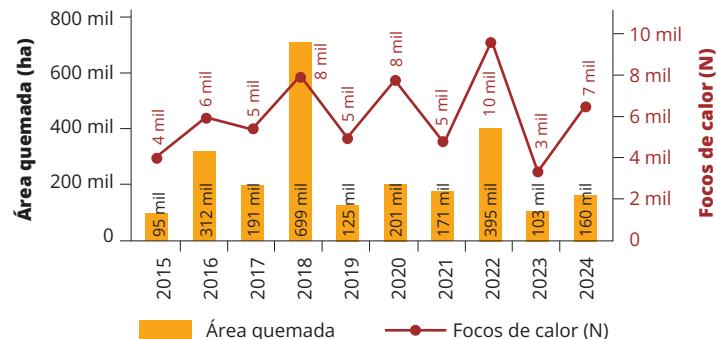


CUÁNTO

La Amazonía colombiana registró un promedio anual de 250 mil hectáreas quemadas. El pico se dio en 2018, con 711 mil hectáreas. En 2024, fueron quemadas 162 mil hectáreas, una reducción del 35 % respecto del promedio. El año con mayor número de focos de calor fue 2022 (9 617 registros) (Figura 18).

FIGURA 18. Superficie quemada (barras) y focos de calor (línea) anual entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Colombia.

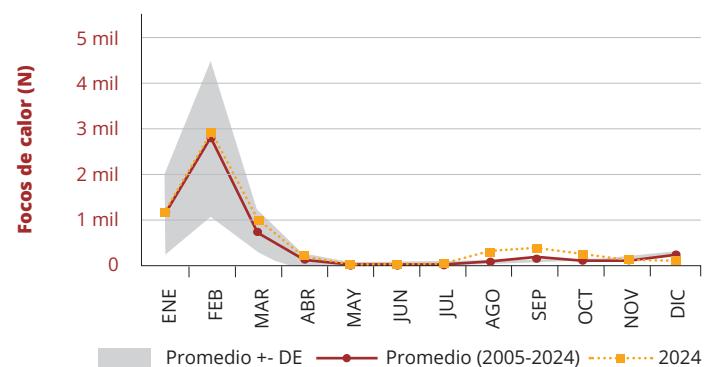
Fuente: MCD64A1, satélite de referencia Aqua M-T



CUÁNDO

La región amazónica de Colombia presenta una temporada de fuego concentrada al inicio del año. Febrero (48 %) y enero (20 %) representan casi el 70 % de los focos de calor anuales (Figura 19).

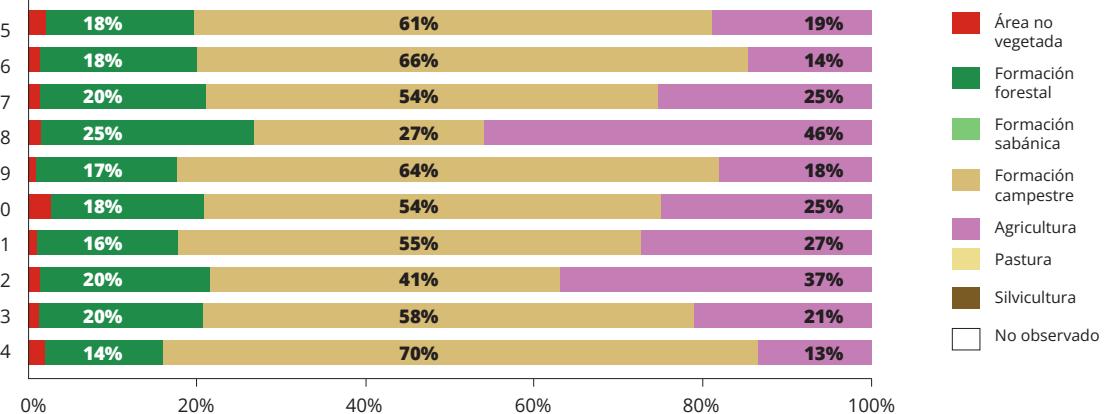
FIGURA 19. Promedio mensual del número de focos de calor (2005–2023), con ± 1 desviación estándar (área sombreada en gris) y valores de 2024 (punteado naranja) en la región amazónica de Colombia. Fuente: Satélite de referencia Aqua M-T



QUÉ

Las formaciones campesas dominan la presencia del fuego en la región amazónica colombiana, con un 70 % en 2024, manteniéndose como la principal categoría desde 2015. La agricultura ocupa el segundo lugar, con el 13 %, aunque su participación viene disminuyendo. Las formaciones forestales se ubican en tercer lugar, con el 14 %, también mostrando una tendencia reciente a la baja (Figura 20).

FIGURA 20. Proporción de la superficie quemada según uso y cobertura del suelo entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Colombia. Fuente: MCD64A1, MapBiomas Colombia



DÓNDE

En la región amazónica de Colombia, el 16 % de la superficie quemada en 2024 se registró dentro de Tierras Indígenas, prácticamente ninguna dentro de áreas naturales protegidas, y el 84 % restante en otras categorías de uso de la tierra (Figura 21).

FIGURA 21. Superficie total quemada en 2024 y proporción afectada en Tierras Indígenas (TI) y Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la región amazónica de Colombia.

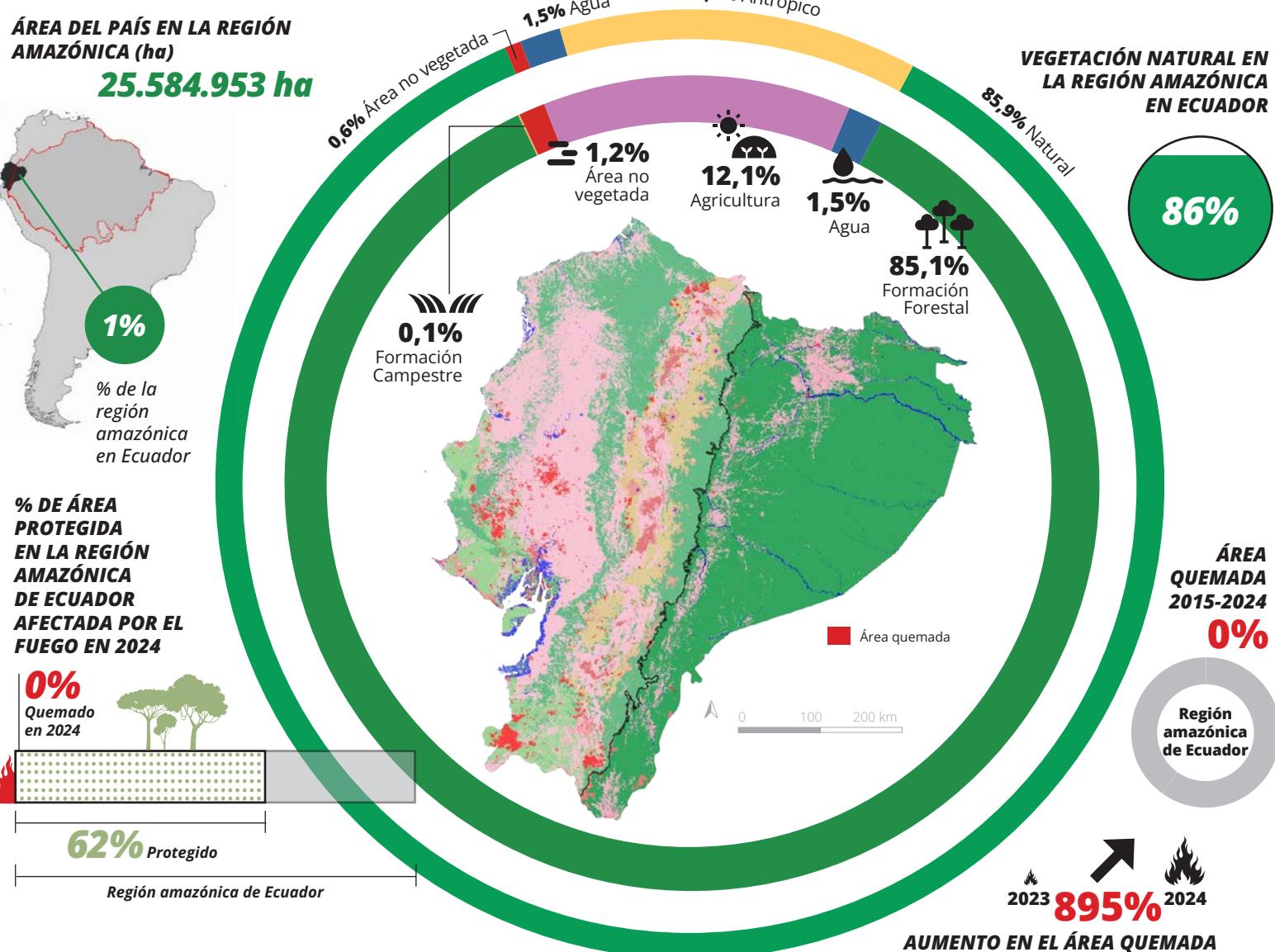
Fuente: MCD64A1, RAISG



|||| ECUADOR

FIGURA 22. Distribución del área quemada acumulada entre 2015 y 2024 (en rojo en el mapa) en Ecuador, destacando la región amazónica (contorno negro). La figura evidencia las proporciones de uso y cobertura del suelo y del área quemada en la región, la ocurrencia de fuego en áreas protegidas y el aumento del área quemada entre 2023 y 2024.

Fuente: RAISG, MapBiomas Ecuador, MCD64A



En Ecuador, los esfuerzos gubernamentales de redistribución de tierras, junto a la explotación petrolera iniciada en la década de 1970, han provocado profundas alteraciones en la cobertura forestal^{49,50}, transformando amplias áreas en pasturas, distribuidas principalmente a lo largo de las carreteras⁵¹. Estos cambios están modificando gradualmente el entorno físico de la región, que ha pasado de un paisaje dominado por los trópicos húmedos clásicos a otro más semejante al de la cuenca amazónica oriental, caracterizado por gradientes cíclicos de humedad y temperatura, y por regímenes emergentes de incendios forestales y deforestación persistente. Durante la última década (2015–2024), la presencia del fuego se concentró en zonas agrícolas y ecosistemas naturales (como páramos y bosques), fuera de la región amazónica del país (Figura 22).

CUÁNTO

Entre 2015 y 2024, el promedio anual de superficie quemada en la región amazónica ecuatoriana fue de apenas 213 hectáreas. El valor más alto se registró en 2024, con 1264 hectáreas, un aumento superior al 493 %. Ese mismo año también se observó el mayor número de focos de calor (234) (Figura 23).

FIGURA 23. Superficie quemada (barras) y focos de calor (línea) anuales entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Ecuador.

Fuente: MCD64A1, satélite de referencia Aqua M-T

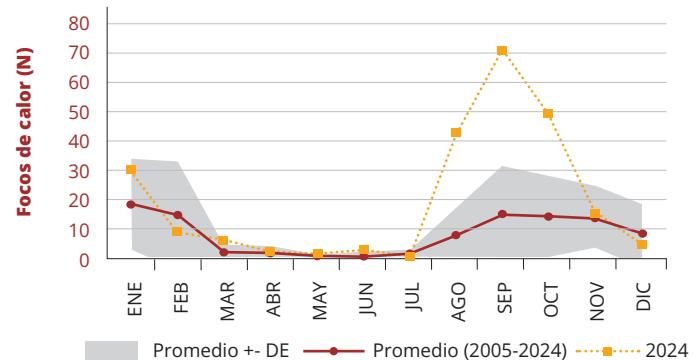


CUÁNDO

La Amazonía ecuatoriana presenta una distribución más dispersa de la actividad del fuego, con registros a lo largo de varios meses del año. No obstante, se observan picos moderados entre enero y febrero, y un ligero aumento entre septiembre y noviembre (Figura 24).

FIGURA 24. Promedio mensual del número de focos de calor (2005–2023), con ± 1 desviación estándar (área sombreada en gris) y valores de 2024 (punteado naranja) en la región amazónica de Ecuador.

Fuente: Satélite de referencia Aqua M-T

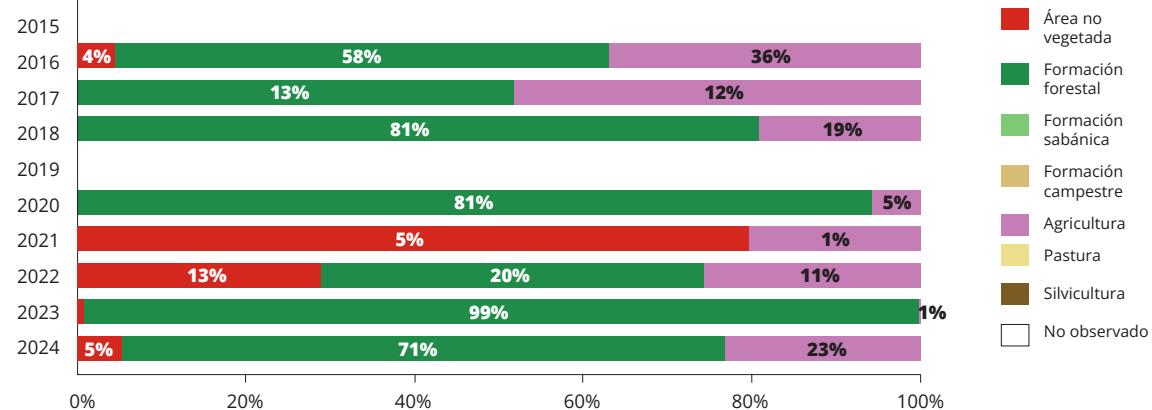


QUÉ

En esta región, la categoría de formaciones forestales fue la más afectada por el fuego en 2024, con el 71 % de la superficie quemada, consolidando una tendencia creciente desde el 2021. La agricultura ocupó el segundo lugar, con el 23 %, mientras que las áreas no vegetadas ocupan el tercer lugar, con el 5 % (Figura 25).

FIGURA 25. Proporción de la superficie quemada según uso y cobertura del suelo entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Ecuador.

Fuente: MCD64A1, MapBiomás Ecuador

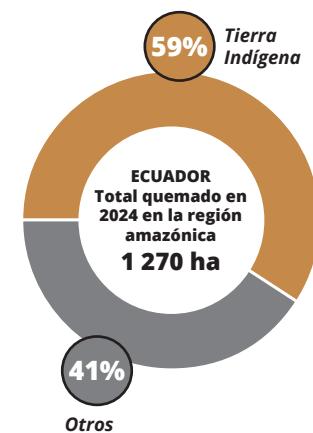


DÓNDE

En Ecuador, el 59 % de la superficie quemada en la región amazónica durante 2024 ocurrió en Tierras Indígenas, mientras que el 41 % restante afectó áreas fuera de territorios protegidos (Figura 26).

FIGURA 26. Superficie total quemada en 2024 y proporción afectada en Tierras Indígenas (TI) y Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la región amazónica de Ecuador.

Fuente: MCD64A1, RAISG



//// GUYANA

FIGURA 27. Distribución de las proporciones de uso y cobertura del suelo, área quemada, ocurrencia de fuego en áreas protegidas y aumento del área quemada entre 2023 y 2024 en la región amazónica de Guyana.

Fuente: RAISG, MapBiomass Guyana, MCD64A1

En Guyana, la minería de oro es responsable por más del 90 % de la deforestación reciente, constituyéndose como el principal motor de cambio en el uso del suelo del país. Esta actividad, en gran parte artesanal, también contribuye de forma significativa a la degradación forestal, y mantiene una fuerte correlación con el aumento de la deforestación en los períodos de alza del precio del oro⁵². Durante la última década (2015–2024), la presencia del fuego se concentró principalmente en las porciones noreste y suroeste del país, ocurriendo sobre todo en áreas de vegetación nativa no forestal (Figura 27).

ÁREA DEL PAÍS EN LA REGIÓN AMAZÓNICA (ha)

21.067.963 ha

3%

% de la región amazónica en Guyana

% DE ÁREA PROTEGIDA EN LA REGIÓN AMAZÓNICA DE GUYANA AFECTADA POR EL FUEGO EN 2024

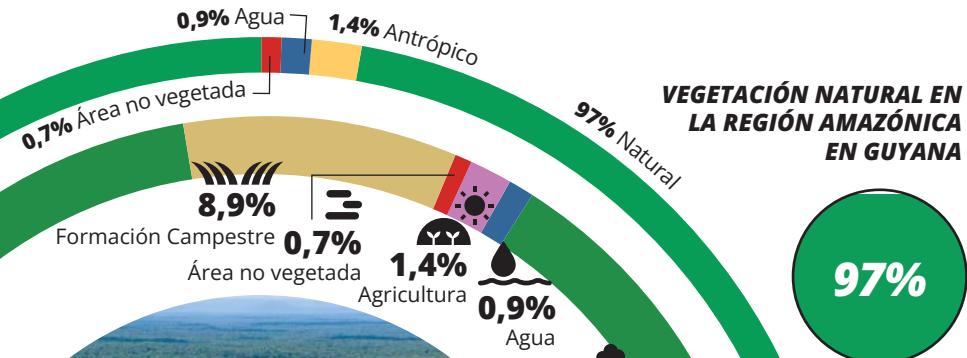
1%

Quemado en 2024



15% Protegido

Región amazónica de Guyana



97%

VEGETACIÓN NATURAL EN LA REGIÓN AMAZÓNICA EN GUYANA

ÁREA QUEMADA 2015-2024

5%

Región amazónica de Guyana

2023 47% 2024

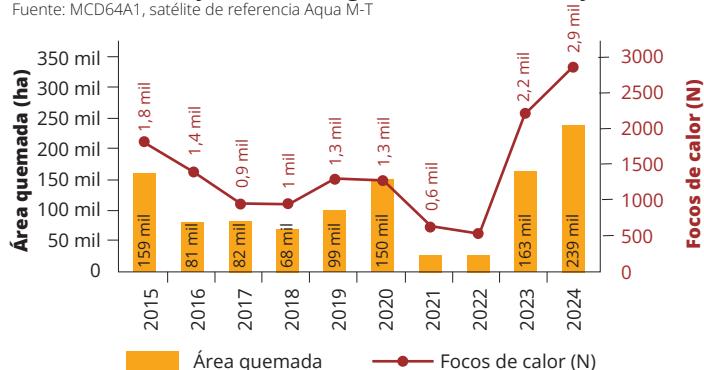
AUMENTO EN EL ÁREA QUEMADA

CUÁNTO

El promedio anual de superficie quemada en la última década fue de 114 mil hectáreas. El valor más alto se registró en 2024, con 248 mil hectáreas, un aumento del 117 % respecto del promedio. Ese mismo año también se observó el mayor número de focos de calor (2861) (Figura 28).

FIGURA 28. Superficie quemada (barras) y focos de calor (línea) anual entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Guyana.

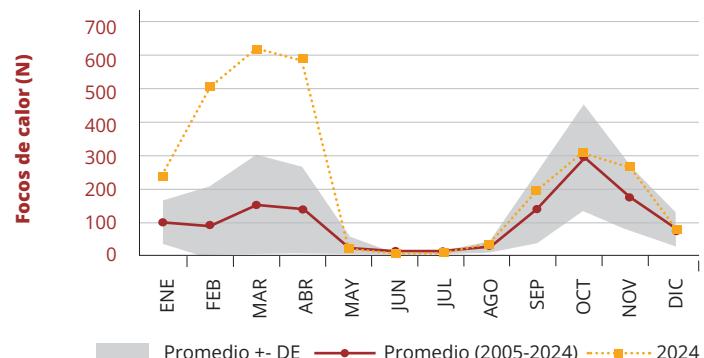
Fuente: MCD64A1, satélite de referencia Aqua M-T



CUÁNDO

Guyana presenta una temporada de incendios relativamente dispersa, con múltiples picos menores a lo largo del año. Sin embargo, se destacan los meses de octubre (24 %) y noviembre (14 %) (Figura 29).

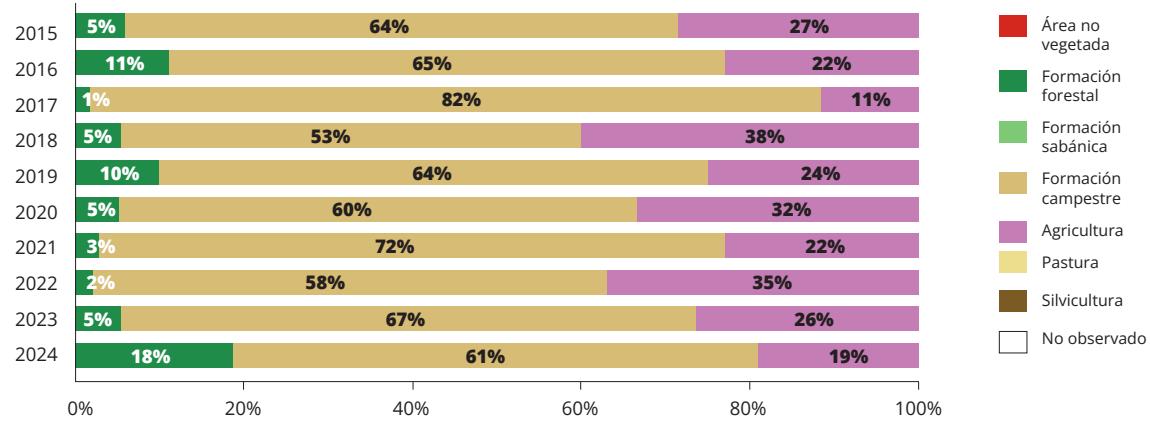
FIGURA 29. Promedio mensual del número de focos de calor (2005–2023), con ± 1 desviación estándar (área sombreada en gris) y valores de 2024 (punteado naranja) en la región amazónica de Guyana. Fuente: Satélite de referencia Aqua M-T



QUÉ

En Guyana, la categoría de formaciones campesas continúa liderando, con el 61 % de la superficie quemada en 2024, aunque con una ligera disminución respecto de años anteriores. La agricultura representa el 19 %, en descenso desde 2022, mientras que las formaciones forestales mostraron un crecimiento sostenido, alcanzando el 18 % en 2024, su valor más alto de la década.

FIGURA 30. Proporción de la superficie quemada según uso y cobertura del suelo entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Guyana. Fuente: MCD64A1, MapBiomass Amazonia



DÓNDE

En 2024, sólo el 7 % de la superficie quemada ocurrió en Tierras Indígenas, mientras que el 93 % restante afectó áreas fuera de territorios protegidos (Figura 31).

FIGURA 31. Superficie total quemada en 2024 y proporción afectada en Tierras Indígenas (TI) y Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la región amazónica de Guyana. Fuente: MCD64A1, RAISG

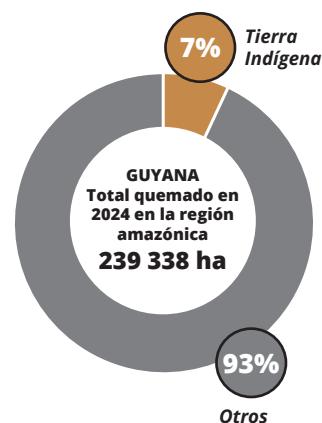
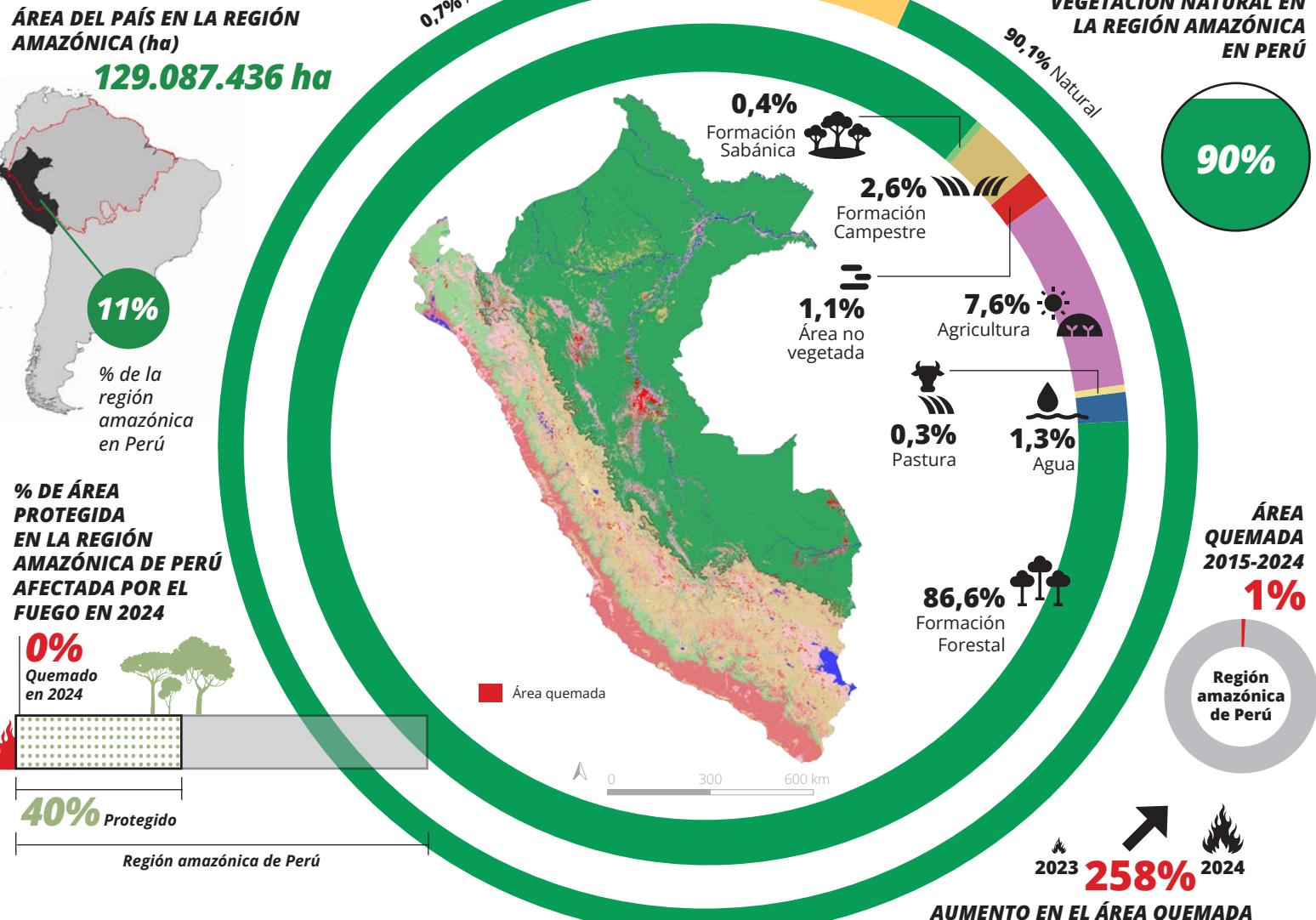


FIGURA 32. Distribución del área quemada acumulada entre 2015 y 2024 (en rojo en el mapa) en Perú, destacando la región amazónica (contorno negro). La figura evidencia las proporciones de uso y cobertura del suelo y del área quemada en la región, la ocurrencia de fuego en áreas protegidas y el aumento del área quemada entre 2023 y 2024.

Fuente: RAISG, MapBiomas Perú, MCD64A1



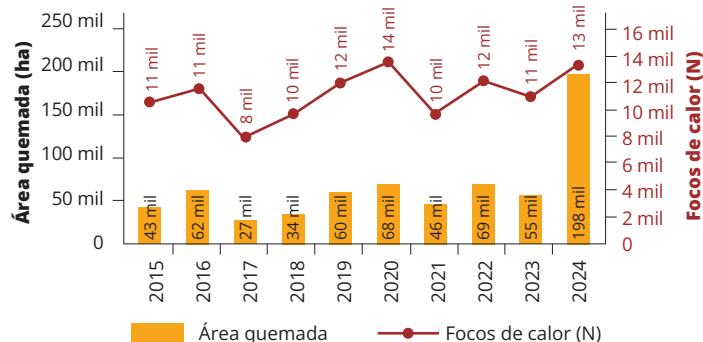
En Perú, la agricultura tradicional de tala y quema y la expansión de la ganadería, combinadas con sequías prolongadas, están fuertemente asociadas al aumento del uso del fuego. Las zonas no categorizadas, las concesiones forestales de producción permanente sin titulación, las propiedades agrícolas, los territorios indígenas y las concesiones madereras son los más afectados por los incendios⁵³. La apertura de carreteras facilita la expansión sobre nuevas tierras y el avance de actividades ilegales, como la minería de oro, la producción de coca y el narcotráfico, especialmente en zonas de baja densidad poblacional^{54,55,56,57}. Además, el sector petrolero también es una actividad económica importante en la región y está altamente vinculado a la apertura de vías de acceso, lo que a su vez favorece el aumento de incendios forestales en la Amazonía peruana. Aunque las quemas agrícolas están prohibidas, salvo autorización especial, la gestión del fuego es limitada por la falta de control institucional y la dificultad de acceso a zonas remotas. Como consecuencia, en la mayoría de los casos, los responsables de los incendios permanecen impunes. Durante la última década (2015–2024), la presencia del fuego se concentró principalmente en zonas agrícolas de la parte central del país (Figura 32).

CUÁNTO

El promedio anual de superficie quemada en la región amazónica del Perú fue de 66 mil hectáreas. El valor más alto se registró en 2024, con 199 mil hectáreas, un aumento del 199 % en comparación con el promedio de la última década. No obstante, el año con mayor número de focos de calor fue 2020 (13.576) (Figura 33).

FIGURA 33. Superficie quemada (barras) y focos de calor (línea) anual entre 2015 y 2024 en la región amazónica del Perú.

Fuente: MCD64A1, satélite de referencia Aqua M-T

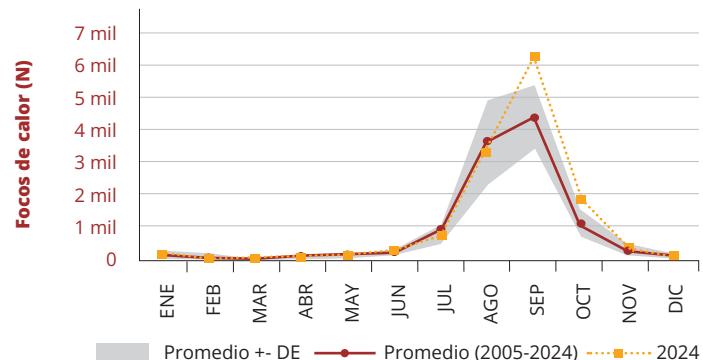


CUÁNDO

La Amazonía peruana presenta una temporada de incendios bien definida y concentrada, con picos marcados en agosto (32 %) y septiembre (40 %), que en conjunto superan el 70 % de los registros anuales (Figura 34).

FIGURA 34. Promedio mensual del número de focos de calor (2005–2023), con ± 1 desviación estándar (área sombreada en gris) y valores de 2024 (punteado naranja) en la región amazónica del Perú.

Fuente: Satélite de referencia Aqua M-T

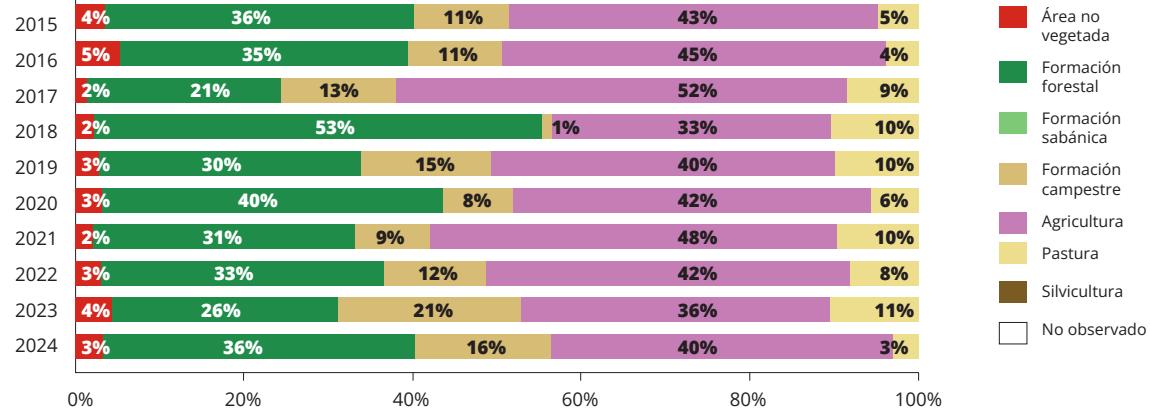


QUÉ

La agricultura se mantiene como la categoría con mayor superficie quemada en 2024 (40 %) dentro de la región amazónica del Perú, mostrando estabilidad a lo largo de los años. Las formaciones forestales ocuparon el segundo lugar, con un 36 %, y continúan acercándose a la categoría agrícola. En tercer lugar se encuentran las formaciones naturales no forestales, con un 16 %, mostrando una tendencia al alza (Figura 35).

FIGURA 35. Proporción de la superficie quemada según uso y cobertura del suelo entre 2015 y 2024 en la región amazónica del Perú.

Fuente: MCD64A1, MapBiomass Perú

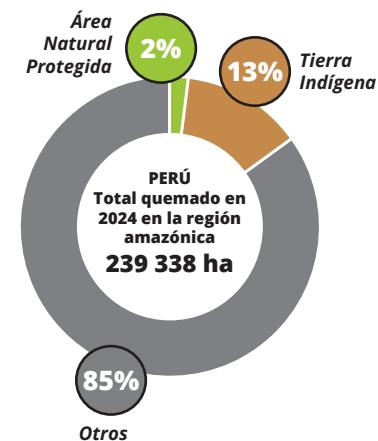


DÓNDE

En la Amazonía peruana, el 13 % de la superficie quemada en 2024 ocurrió dentro de Tierras Indígenas, el 2 % dentro de otras áreas naturales protegidas, y el 85 % restante en territorios no protegidos (Figura 36).

FIGURA 36. Superficie total quemada en 2024 y proporción afectada en Tierras Indígenas (TI) y Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la región amazónica del Perú.

Fuente: MCD64A1, RAISG

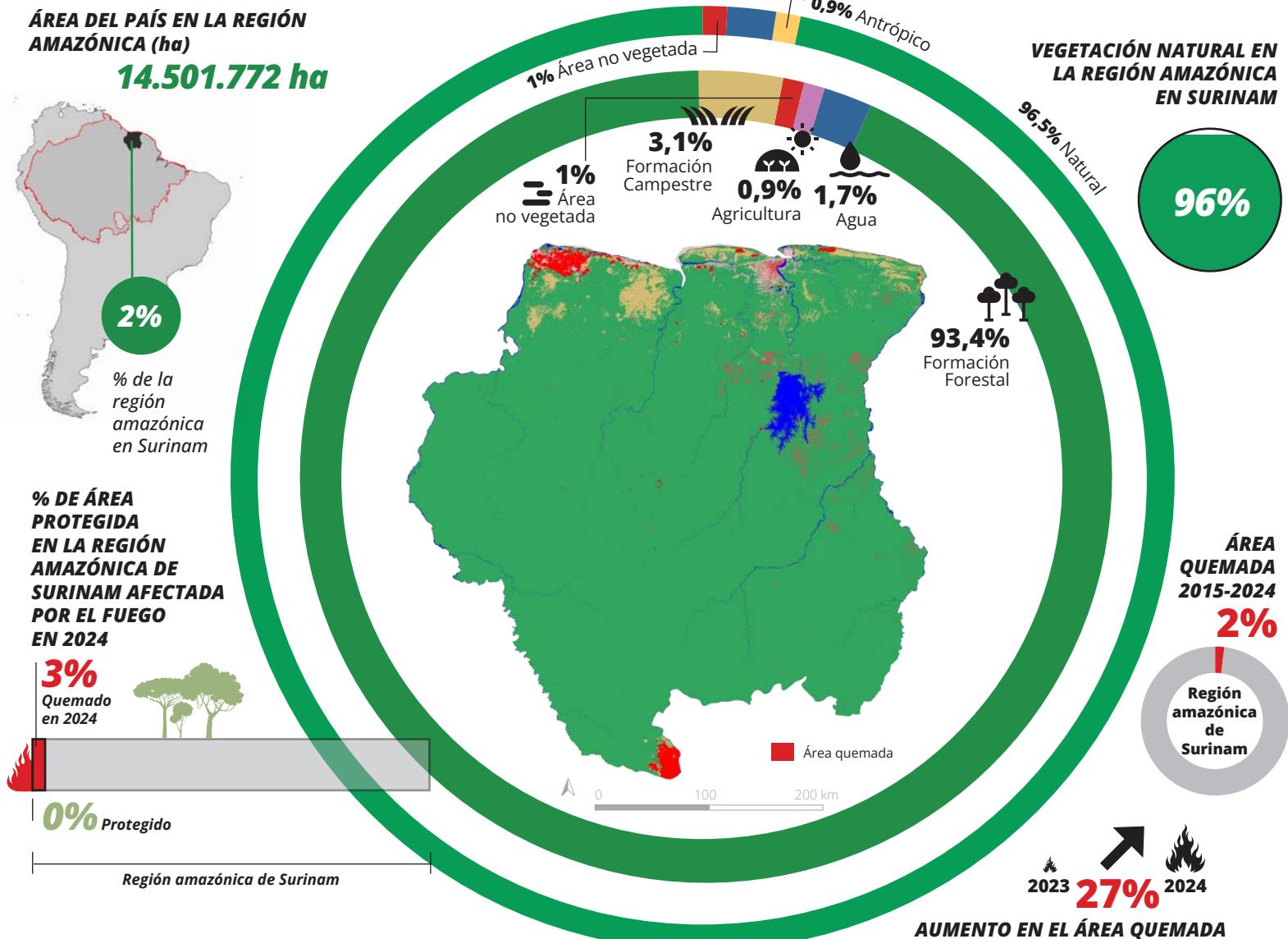


//// SURINAM

FIGURA 37. Distribución del área quemada acumulada entre 2015 y 2024 (en rojo en el mapa) en Surinam, destacando la región amazónica (contorno negro). La figura evidencia las proporciones de uso y cobertura del suelo y del área quemada en la región, la ocurrencia de fuego en áreas protegidas y el aumento del área quemada entre 2023 y 2024.

Fuente: RAISG, MapBiomas Surinam, MCD64A1

En Surinam, la minería de oro en pequeña escala también es uno de los principales motores de deforestación. Se estima que, entre 2000 y 2019, aproximadamente el 11 % de la pérdida forestal estuvo directamente relacionada con la minería industrial, con impactos indirectos aún más amplios sobre el paisaje⁵⁸. La expansión desordenada de estas actividades, muchas veces precedida por la quema de vegetación, eleva el riesgo de incendios forestales en zonas degradadas. Durante la última década (2015–2024), la presencia del fuego se concentró en áreas agrícolas y de vegetación nativa no forestal, principalmente en el norte del país y en la zona sur, cercana a la frontera con Brasil (Figura 37).



CUÁNTO

Surinam presentó un promedio anual de 28 mil hectáreas quemadas. El pico se registró en 2024, con 53 mil hectáreas, lo que representa un aumento del 91 % respecto del promedio. Los años 2023 y 2024 registraron altos niveles de focos de calor con relación al promedio de años anteriores (923 y 901 registros, respectivamente) (Figura 38).

FIGURA 38. Superficie quemada (barras) y focos de calor (línea) anual entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Surinam.

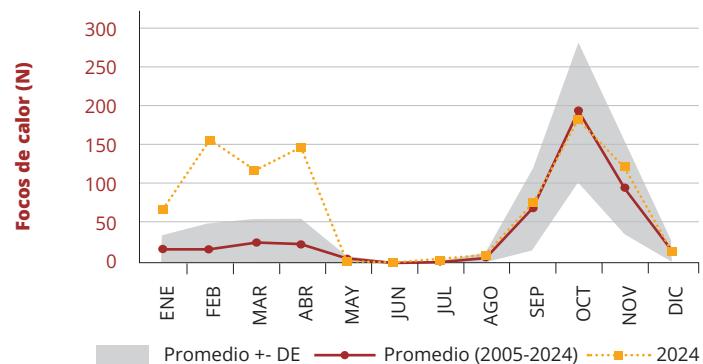
Fuente: MCD64A1, satélite de referencia Aqua M-T



CUÁNDO

Surinam presenta una temporada de incendios concentrada hacia el fin del año. Octubre (42 %) y noviembre (21 %) son los meses más críticos (Figura 39).

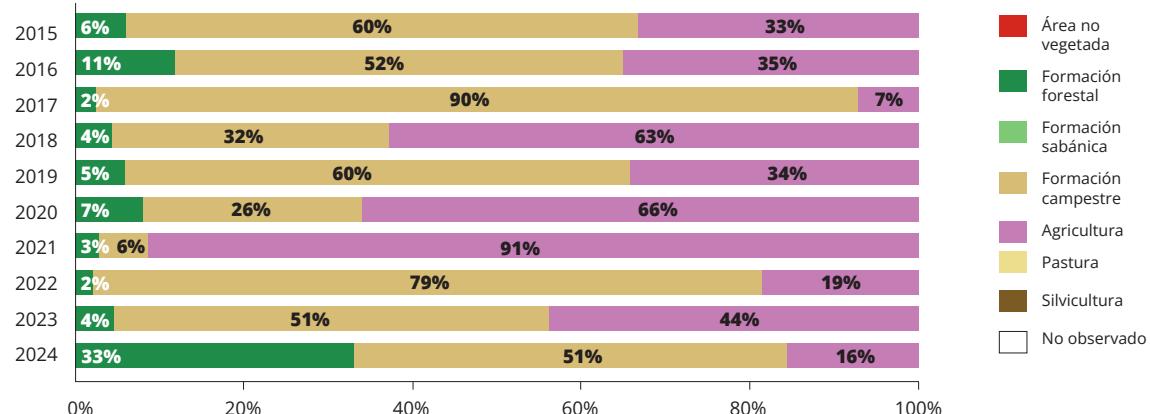
FIGURA 39. Promedio mensual del número de focos de calor (2005–2023), con ± 1 desviación estándar (área sombreada en gris) y valores de 2024 (punteado naranja) en la región amazónica de Surinam. Fuente: Satélite de referencia Aqua M-T



QUÉ

Las formaciones campesas constituyen la principal categoría afectada por el fuego en Surinam, con un 51 % en 2024. Las formaciones forestales son cada vez más impactadas, llegando al 33 % en 2024 (frente al rango histórico del 2 al 7 %), superando a la agricultura, que bajó al 16 % luego de haber representado hasta el 91 % (en 2021) (Figura 40).

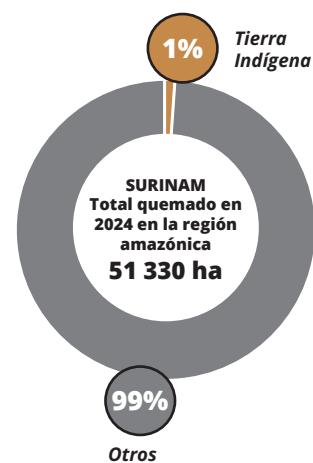
FIGURA 40. Proporción de la superficie quemada según uso y cobertura del suelo entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Surinam. Fuente: MCD64A1, MapBiomas Amazonía



DÓNDE

En 2024, sólo el 1 % de la superficie quemada ocurrió en Tierras Indígenas y el 99 % restante correspondió a otras categorías de uso de la tierra fuera de áreas protegidas (Figura 41).

FIGURA 41. Superficie total quemada en 2024 y proporción afectada en Tierras Indígenas (TI) y Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la región amazónica de Surinam. Fuente: MCD64A1, RAISG



|||| VENEZUELA

FIGURA 42. Distribución de las proporciones de uso y cobertura del suelo, área quemada, ocurrencia de fuego en áreas protegidas y aumento del área quemada entre 2023 y 2024 en la región amazónica de Venezuela.

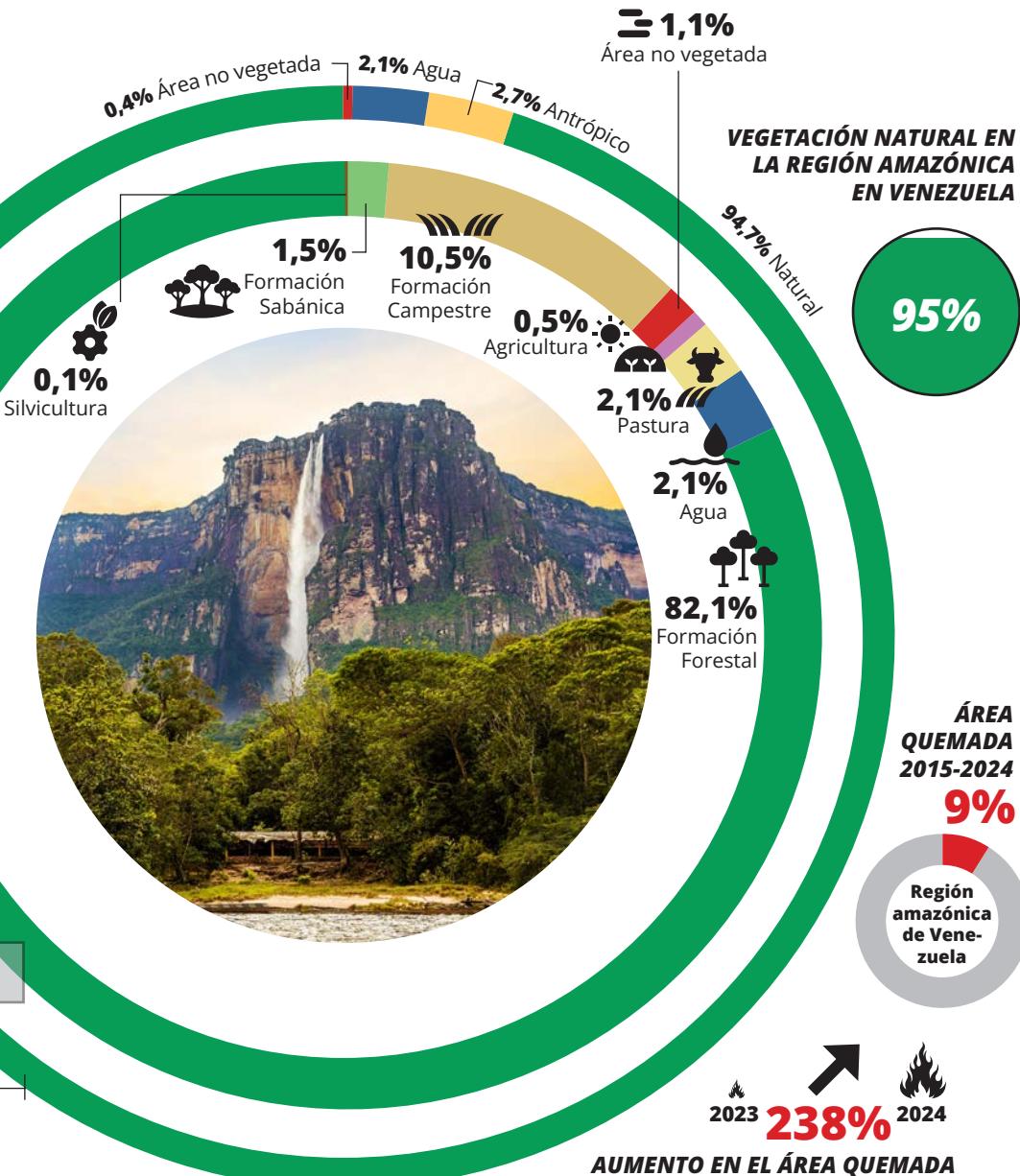
Fuente: RAISG, MapBiomas Venezuela, MCD64A1

ÁREA DEL PAÍS EN LA REGIÓN AMAZÓNICA (ha)

91.162.367 ha



Por último, en Venezuela, históricamente menos afectada por la deforestación, el avance de la frontera agrícola en los últimos años también ha elevado la presencia de incendios forestales, lo cual convirtió al país en el tercero más impactado de la Amazonía entre 2001 y 2018⁵⁹. Durante la última década (2015–2024), la presencia del fuego se concentró principalmente al norte del río Orinoco, mientras que, en la región amazónica venezolana, la superficie quemada se concentró sobre todo en áreas de vegetación nativa no forestal (Figura 42).



CUÁNTO

El promedio anual de superficie quemada en la región amazónica de Venezuela fue de 411 mil hectáreas entre 2015 y 2024. El mayor valor se registró en 2024, con 977 mil hectáreas, un aumento del 138 % respecto al promedio. Ese mismo año se observó también el mayor número de focos de calor (9 869) (Figura 43).

FIGURA 43. Superficie quemada (barras) y focos de calor (línea) anual entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Venezuela.

Fuente: MCD64A1, satélite de referencia Aqua M-T

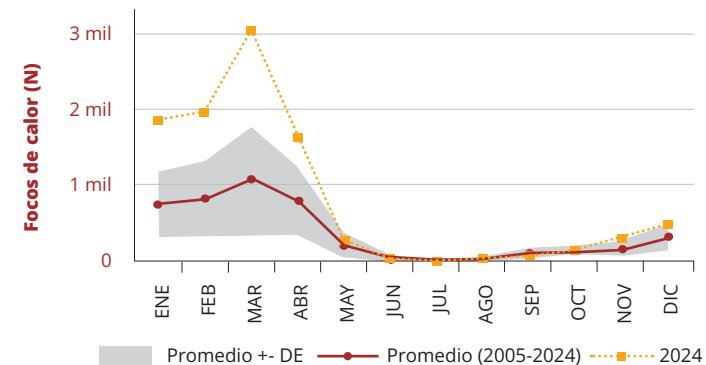


CUÁNDO

La Amazonía venezolana es uno de los pocos casos donde la temporada de incendios se concentra en el primer trimestre del año, con picos más suaves pero constantes en marzo (22 %), febrero (18 %) y enero (16 %). Esto refleja una distribución más extendida, aunque claramente estacional (Figura 44).

FIGURA 44. Promedio mensual del número de focos de calor (2005–2023), con ± 1 desviación estándar (área sombreada en gris) y valores de 2024 (punteado naranja) en la región amazónica de Venezuela.

Fuente: Satélite de referencia Aqua M-T

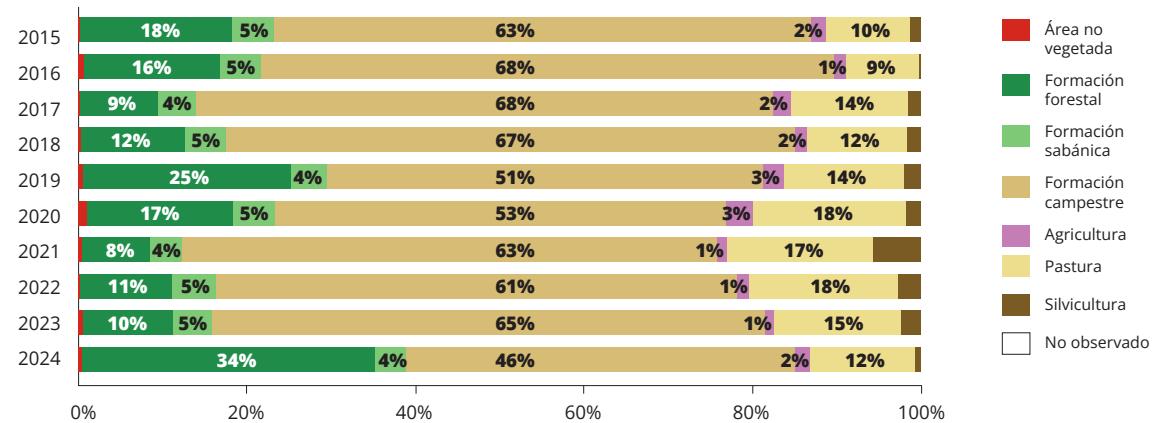


QUÉ

En la región amazónica de Venezuela, la categoría formaciones campesinas continúa siendo predominante, con un 46 % de quemadas en 2024, aunque perdió participación respecto de años anteriores, cuando alcanzó hasta el 68 %. La formación forestal más que triplicó su proporción, llegando al 34 % en 2024, mientras que las pasturas se mantuvieron como la tercera categoría más afectada, con un 12 %, mostrando estabilidad relativa durante la última década (Figura 45).

FIGURA 45. Proporción de la superficie quemada según uso y cobertura del suelo entre 2015 y 2024 en la región amazónica de Venezuela.

Fuente: MCD64A1, MapBiomass Venezuela

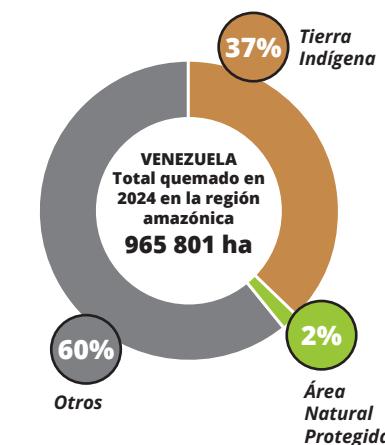


DÓNDE

En 2024, el 37 % de la superficie quemada en Venezuela se ubicó dentro de Tierras Indígenas, el 2 % en otras áreas naturales protegidas, y el 60 % restante en otros territorios (Figura 46).

FIGURA 46. Superficie total quemada en 2024 y proporción afectada en Tierras Indígenas (TI) y Áreas Naturales Protegidas (ANP) de la región amazónica de Venezuela.

Fuente: MCD64A1, RAISG





CLIMA Y FUEGO



Renata Libonati^{1,2}, Ana Nunes¹, Ronaldo Albuquerque¹

¹ Departamento de Meteorología, Universidade Federal do Rio de Janeiro – Brasil

² Instituto Dom Luiz (IDL), Universidade de Lisboa – Portugal

La línea entre causa y consecuencia es tenue: los incendios forestales y el cambio climático avanzan juntos. A medida que las temperaturas globales aumentan, los eventos extremos, como las sequías prolongadas y las olas de calor (OC), se vuelven más frecuentes e intensos, y así crean condiciones cada vez más propicias para la ocurrencia de incendios forestales^{1,2,3}, en un ciclo que se retroalimenta. En la Amazonía, la combinación de paisajes degradados y clima extremo ha abierto el camino a incendios cada vez más intensos y difíciles de contener.

Es importante destacar que el clima no es el único responsable: la deforestación y los cambios en el uso del suelo siguen siendo los principales protagonistas en el aumento de las áreas quemadas en la región^{4,5}. La sinergia entre la fragmentación del paisaje, la degradación ambiental y la intensificación de la crisis climática ha ampliado la vulnerabilidad del bioma, alterando drásticamente sus regímenes de fuego⁶ y llevando la Amazonía a un estado cada vez más cercano al punto de no retorno^{7,8}.

La temperatura promedio de la superficie terrestre ha aumentado aproximadamente 1,2 °C desde 1950, impulsada principalmente por las emisiones de gases de efecto invernadero y las alteraciones en el uso del suelo. Los años 2023 y 2024 fueron los más cálidos registrados en toda la serie histórica, consolidando un nuevo umbral crítico en el contexto de la crisis climática global⁹. Estudios indican que, en un escenario de calentamiento superior a 4 °C, partes de las regiones tropicales, incluida la Amazonía, podrían volverse inhabitables para los seres humanos debido al estrés térmico extremo, cuando la combinación de temperatura y humedad impide la disipación del calor corporal, superando los límites fisiológicos de la supervivencia humana¹⁰.

En la Amazonía, la temperatura del aire ha aumentado de forma constante durante las últimas décadas. Este calentamiento ha venido acompañado de una mayor frecuencia de días con calor extremo y olas de calor (OC)^{11,12,13,14}. Durante la estación seca, la parte sur de la selva amazónica presenta una tendencia de aumento de 0,49 °C por década entre 1979 y 2012, y una tendencia más pronunciada de 1,12 °C por década desde el año 2000¹⁵.

En consonancia con el aumento de la temperatura, entre 2020 y 2024, gran parte de la Amazonía enfrentó un escenario de calor extremo casi continuo: alrededor del 20 % de los días de ese período estuvieron marcados por olas de calor, lo que equivale a uno cada cinco días con temperaturas del aire anormalmente altas. Esa frecuencia es inédita en las últimas cuatro décadas, aunque ya se observaba un aumento gradual de los días bajo OC a lo largo del tiempo (Figura 1).

Simultáneamente a las olas de calor, la Amazonía ha enfrentado sequías cada vez más extremas¹⁶. Entre los episodios más marcantes se destacan los de 1998, 2005, 2010, 2015/2016 y, más recientemente, la sequía de 2023/2024, considerada una de las más severas registradas en la región¹⁷. De acuerdo con el Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI), que al medir la sequía considera no solo la falta de lluvia, sino también la temperatura del aire, la sequía de 2023/2024 fue la más intensa desde 1980 en la Amazonía. El SPEI de 2024 presentó las mayores anomalías negativas para la sequía hidrológica, reflejando bajos índices de precipitación y sequía de los ríos (Figura 2a), lo que indica un cuadro de sequía prolongada^{18,19}. En diciembre de 2024, la región central de la Amazonía concentraba un área amplia con signos de fuerte sequía (Figura 2b).

FIGURA 1. Porcentaje de días bajo olas de calor (OC) a lo largo de las décadas de 1980, 1990, 2000 y 2010, y en el quinquenio 2020-2024.

Fuente: Reanálisis ERA5 del Centro Europeo de Pronósticos Meteorológicos a Medio Plazo (ECMWF)

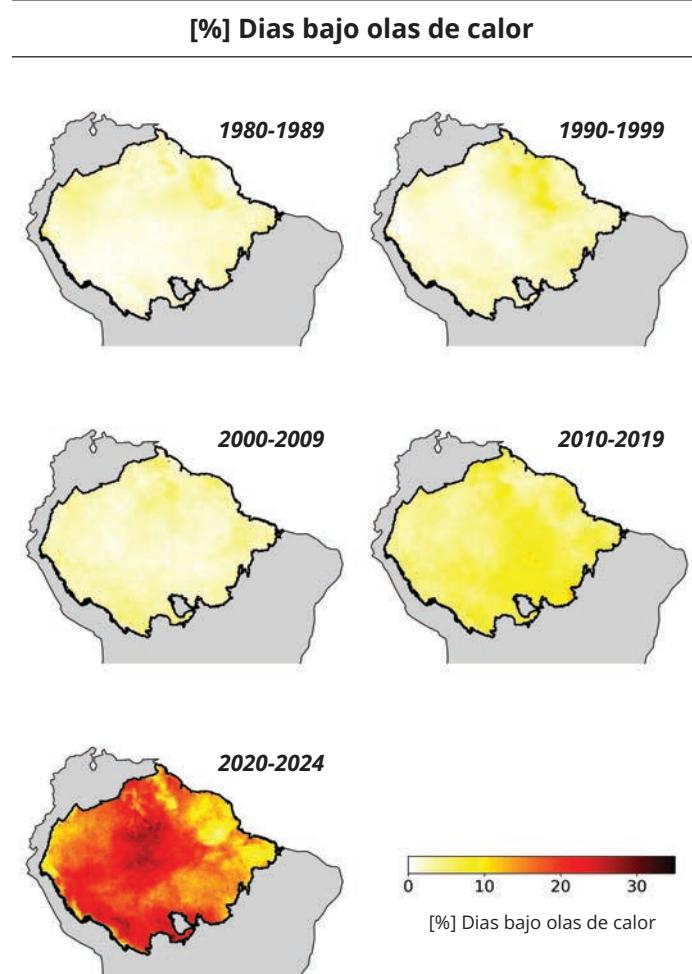
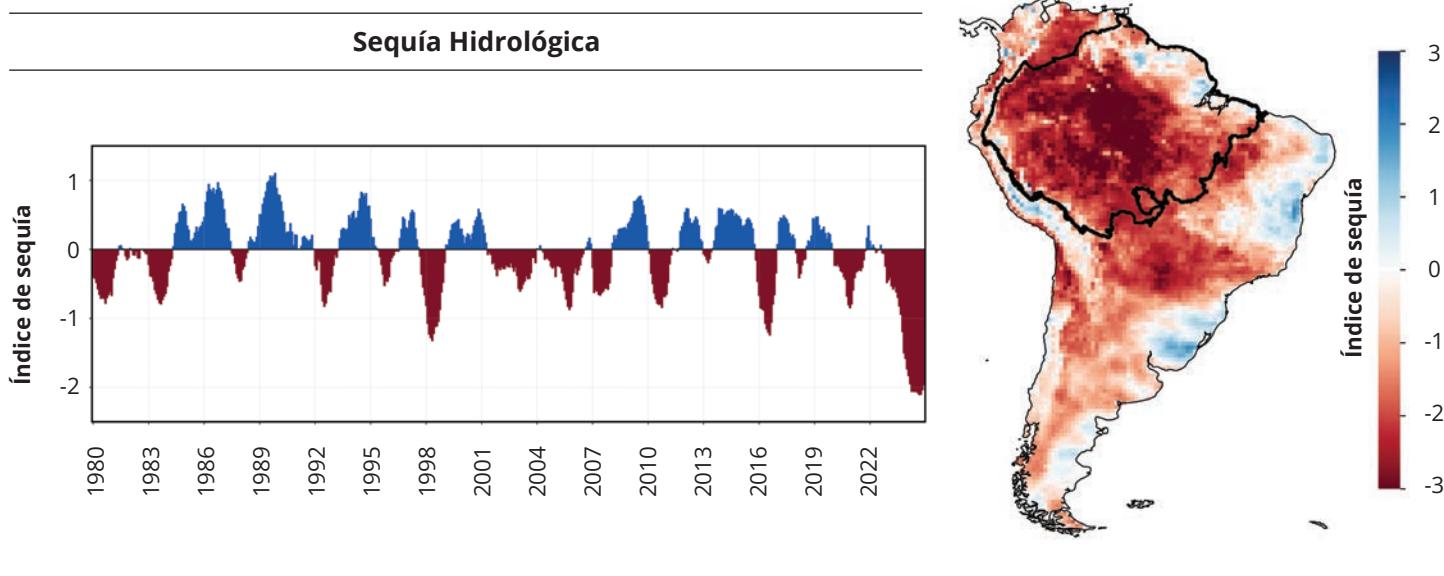


FIGURA 2. Variabilidad interanual de sequías hidrológicas (Índice SPEI-12) para el período 1980-2024 (a). Distribución espacial de la sequía hidrológica en diciembre de 2024 (b). El contorno negro destaca los límites biogeográficos de la Amazonía.

Fuente: Índice Estandarizado de Evapotranspiración y Precipitación (SPEI) (disponible en: <https://global-drought-crops.csic.es/>)



Hay evidencias de que las olas de calor están cada vez más asociadas a episodios de sequía^{20,21,22,23,24}. En las últimas dos décadas, muchas regiones del continente americano registraron más de dos tercios de su superficie bajo alta susceptibilidad a OC durante episodios de sequía²⁵. Estudios muestran que los años más cálidos y las olas de calor más intensas en la Amazonía también estuvieron asociados a sequías extremas^{15,26}, y que estos fenómenos pueden intensificarse por otras variables ambientales, como la presencia de El Niño.

Con el avance del efecto invernadero, el exceso de calor en la atmósfera ha sido absorbido por los océanos, provocando un calentamiento anómalo de las aguas a escala global. En la Amazonía, este fenómeno

tiene especial relevancia en las regiones ecuatoriales del océano Pacífico, donde se produce el evento conocido como El Niño, y del océano Atlántico. Cuando estas zonas se encuentran más cálidas de lo normal, son capaces de reducir la formación de nubosidad sobre la Amazonía, hecho que dificulta la presencia de lluvias y favorece períodos de sequía extrema²⁷.

En 2010, 2015 y 2023, por ejemplo, intensos episodios de El Niño contribuyeron a generar sequías históricas en la región, con consecuencias económicas y sociales sin precedentes²⁸. Este escenario podría agravarse con el avance del cambio climático, ya que se espera que estas anomalías climáticas sean más frecuentes e intensas, afectando cada vez más el equilibrio climático²⁹.

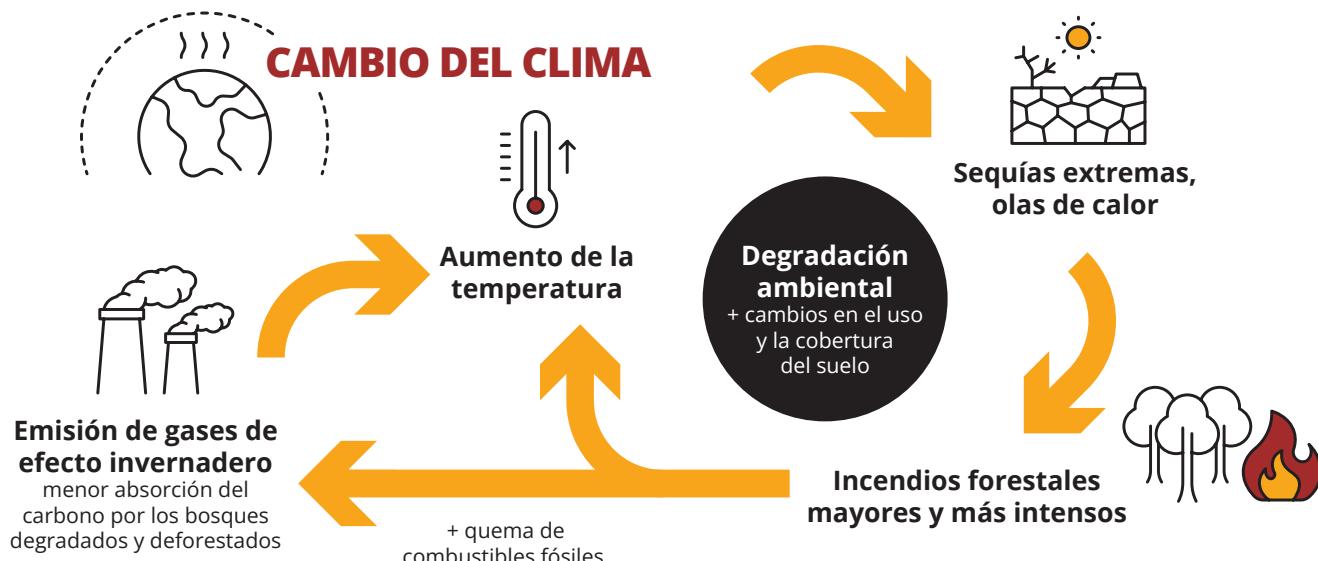
La combinación de dos fenómenos o más, como calor extremo, sequías e incendios, se denomina evento compuesto²¹. Este tipo de situación representa un nuevo desafío, ya que sus efectos se multiplican e interactúan, provocando impactos más severos que si ocurriera de forma aislada²³. En los últimos años, los eventos compuestos se han vuelto más frecuentes, afectando áreas más extensas y por períodos más prolongados, impulsados no solo por factores climáticos, sino también por factores antrópicos, como la deforestación y el cambio del clima³².

Durante la megasequía de 2015-2016, más del 80 % de la Amazonía resultó afectado³³, una situación que se agravó en 2024 (Figuras 2c y 2d). Este tipo de evento se desarrolla en un ciclo de retroalimentación: el aumento de la temperatura del aire seca el suelo, lo que intensifica la sequía y, a su vez, reduce aún más la humedad del aire y del suelo. Esto favorece el incremento de las temperaturas debido a la baja capacidad del suelo seco para enfriar el ambiente¹⁶. En el sur de la Amazonía, por ejemplo, las sequías

han demostrado amplificar la temperatura del aire y, viceversa, el aumento de la temperatura agrava las sequías²⁶.

Cuando los incendios forestales se incorporan a este ciclo, los efectos se amplifican aún más. Olas de calor, sequías y paisajes degradados favorecen la ocurrencia de incendios forestales que, a su vez, emiten grandes volúmenes de gases de efecto invernadero, alteran la cobertura del suelo y agravan el desequilibrio climático. La expansión de la temporada crítica de incendios en todo el mundo ha sido documentada en las últimas décadas, mostrando un aumento en su duración, frecuencia e intensidad¹.

En la Amazonía, bosques que rara vez se incendiaban se han vuelto altamente inflamables debido al calor extremo, la reducción de la humedad y la degradación ambiental³⁰. Así, los incendios forestales dejan de ser únicamente una consecuencia del clima y pasan a ser agentes activos en la transformación de los sistemas ecológicos y atmosféricos³, como se representa en el esquema siguiente.



Para monitorear y anticipar el riesgo creciente de incendios forestales, se utiliza el Índice Meteorológico de Incendios Forestales (FWI). Este indicador considera la temperatura y la humedad relativa del aire, la velocidad del viento y la precipitación con el fin de definir la susceptibilidad a la ocurrencia y propagación del fuego³⁶.

El análisis temporal del FWI muestra que, mientras el norte de la Amazonía presenta una tendencia de reducción del peligro extremo durante los últimos 45 años, el resto de la región, especialmente la porción central, que coincide con el curso del río Amazonas, evidencia fuertes tendencias de aumento, y se destaca incluso en comparación con otras regiones de América del Sur (Figura 3). Entre 1980 y 2024, se observó un aumento general de 30 días en el número de días con peligro extremo de incendio, lo que equivale, en la práctica, a un mes adicional por año con condiciones favorables para el fuego.

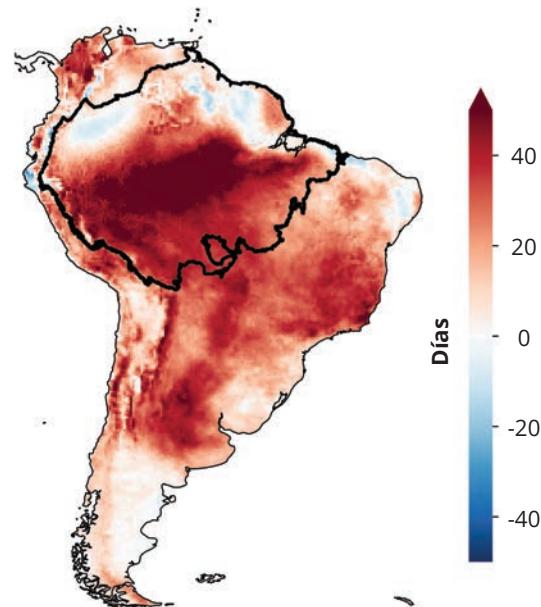
Las evaluaciones del clima, tanto pasadas como futuras, se basan en modelos climáticos que simulan posibles trayectorias de desarrollo social y económico, considerando factores como el crecimiento poblacional, el uso del suelo y la matriz energética³⁷. Estos escenarios, conocidos como *Shared Socioeconomic Pathways* (SSP) (en español *Trayectorias Socioeconómicas Compartidas*), basan las proyecciones climáticas del Sexto Informe del IPCC (AR6)³⁸. A partir de estos panoramas, los modelos proyectan cambios en la temperatura, precipitación y otros parámetros, fundamentales para estimar el Índice Meteorológico de Incendios Forestales, ya que captan los efectos antropogénicos sobre el clima terrestre.

Cinco narrativas describen futuros posibles. Los escenarios SSP1-2.6 (desarrollo sostenible, SSP3-7.0 (rivalidades regionales) y SSP5-8.5 (dependencia de combustibles fósiles) representan panoramas de bajo,

FIGURA 3. Tendencia lineal de días por año con peligro extremo de fuego (FWI por encima del percentil 95) para el período 1980-2024. El contorno negro destaca los límites biogeográficos de la Amazonía.

Fuente: Fire Weather Index (FWI) (disponible en: <https://ewds.climate.copernicus.eu/datasets/cems-fire-historical-v1?tab=overview>)

Tendencia de Días por Año con Peligro Extremo de Ocurrencia y Propagación del Fuego (1980-2024)





©Mavengui Inzaulgarat

medio-alto y alto riesgo climático³⁷. En el escenario más extremo (SSP5-8.5), la Amazonía podría enfrentar más de 200 días por año con temperaturas máximas superiores a 35 °C. Aún en el escenario sostenible (SSP1-2.6), se espera un aumento de por lo menos 50 días cálidos por año en comparación con el período 1995–2014^{39,40}, además de un aumento en la intensidad de estos eventos⁴¹.

El IPCC³⁸ estima que la temperatura promedio global aumentará al menos 2 °C hasta 2100, acompañada de sequías más frecuentes y severas. Estudios sugieren

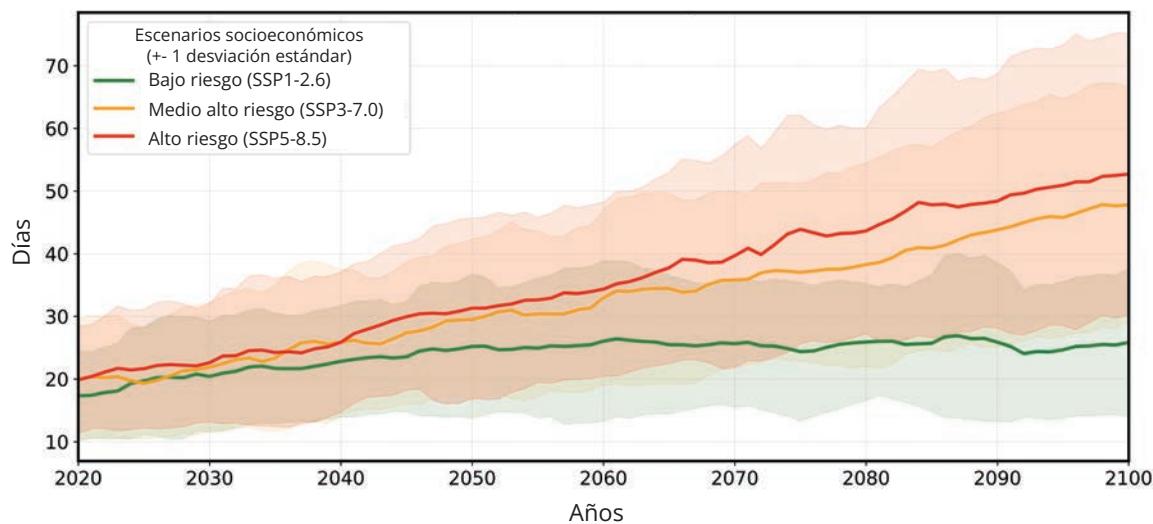
que un calentamiento de 3 °C podría incrementar en un 66 % la duración y frecuencia de los incendios⁴². América del Sur, y particularmente la Amazonía, figura entre las regiones más preocupantes, con proyecciones de incremento significativo en las tasas de sequías, aridez e incendios³⁹. Se estima que, hacia finales del siglo XXI, el número de días con peligro extremo de incendio superará 48 días en el escenario SSP3-7.0 y alcanzará más de 50 días en el SSP5-8.5. En contraste, el escenario SSP1-2.6 proyecta una estabilización por debajo de los 30 días anuales (Figura 4).

FIGURA 4. Variabilidad interanual del número de días con peligro extremo de fuego (FWI > percentil 95) para el período 2020-2100 (período de referencia preindustrial: 1850-1900).

Las líneas representan el promedio suavizado con ventana móvil de seis años del conjunto de modelos climáticos globales para tres escenarios socioeconómicos compartidos: SSP1-2.6 (bajo riesgo, verde), SSP3-7.0 (riesgo medio-alto, naranja) y SSP5-8.5 (alto riesgo, rojo). Las franjas sombreadas indican la variabilidad representada por la desviación estándar ($\pm 1\sigma$) para cada escenario. Los datos de proyección de días con FWI extremo provienen de Quilcaille y Batibeniz⁴³.

Fuente: Quilcaille y Batibeniz, 2022 (<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000583391>)

Días por año con peligro extremo de ocurrencia y propagación del fuego



La protección de la Amazonía, ante las proyecciones de aumento de temperatura, sequías extremas y peligro de fuego, requiere no solo contener las presiones antrópicas sobre el bosque, sino también profundizar la comprensión de las interacciones entre clima y acción humana. Persisten grandes incertidumbres sobre cómo interactúan los factores climáticos y humanos, lo que demanda más estudios y monitoreo²⁰. Los datos de precipitación y

temperatura disponibles aún presentan limitaciones y sesgos en la Amazonía, reflejo de la escasez de estaciones meteorológicas y de la dificultad de representar adecuadamente la diversidad ambiental de la región¹¹. Comprender con mayor profundidad la interacción entre clima y actividad humana es crucial para proteger la Amazonía y para entender los impactos cada vez más intensos sobre sus territorios, ecosistemas y poblaciones.





LA CUENTA DEL FUEGO

Mariana Conte Grand

Economista senior de Medio Ambiente para América Latina y el Caribe – Grupo Banco Mundial*

En los últimos años, la magnitud de los incendios forestales en la Amazonía ha sido sin precedentes. Tal como se detalla en el capítulo 3, entre 2019 y 2024 los países de la región amazónica registraron superficies quemadas regularmente por encima de los promedios históricos, siendo 2024 un año particularmente severo: un total de 43,4 millones de hectáreas afectadas por el fuego, de las cuales 16,4 millones se encontraban dentro de la propia selva amazónica. En ese mismo año, los incendios que alcanzaron áreas forestales llegaron a niveles récord. Como se analiza en el capítulo 4, se espera que esta tendencia se intensifique con el avance del cambio climático. Por ello, resulta cada vez más urgente reconocer y enfrentar los daños de largo alcance provocados por los incendios en toda la Amazonía, con el propósito de aumentar la conciencia pública y orientar políticas más eficaces.

Este capítulo persigue tres objetivos principales. En primer lugar, clasificar los diferentes impactos de los incendios en tres categorías — ambientales, sociales y económicos — e ilustrarlos en toda la Amazonía, tanto en términos físicos como monetarios. El segundo objetivo es mostrar la magnitud de los daños ocasionados por los incendios forestales a nivel internacional, a fin de evidenciar la escala de las pérdidas. El tercer objetivo es explicar por qué es crucial comprender los costos y beneficios monetarios asociados a los incendios para el diseño y la evaluación de políticas públicas, especialmente mediante análisis de costo-beneficio y análisis de costo-efectividad.

* Este trabajo fue financiado por el fondo fiduciario del Global Facility for Disaster Reduction and Recovery – *Improving prevention and response to Amazon Forest Fires* (TF0C3707), en el marco del Programa de Acción Regional para Proteger la Amazonía (P180939). La autora agradece las contribuciones de Fernando Rodovalho, João Moura Estevão Marques, Aldana Joel Canton y Judith Sardinas.

CONSECUENCIAS DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA AMAZONÍA

Se reconoce que el fuego no siempre es negativo; con frecuencia desempeña un papel positivo en ecosistemas con y sin manejo humano¹. Las comunidades indígenas en diversas zonas de la Amazonía han sido particularmente exitosas en el uso tradicional del fuego, obteniendo beneficios vinculados a la mejora del suelo, la protección y limpieza del territorio, así como fines espirituales y estéticos². El fuego, en sí mismo, es un elemento ecológico que, cuando se encuentra controlado u ocurre dentro de regímenes adecuados, puede generar una serie de beneficios importantes, mientras que los incendios descontrolados o frecuentes pueden causar daños significativos.

La ocurrencia de incendios en áreas forestales, agrícolas y en regiones cercanas a asentamientos humanos puede tener una amplia gama de impactos directos e indirectos. Entre ellos se incluyen lesiones o muertes ocasionadas por las llamas, destrucción de propiedades, incluidas viviendas, edificios e infraestructura; efectos negativos sobre la productividad en sectores como silvicultura, agricultura y ganadería³. Los incendios también pueden provocar aumentos temporales en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), alteraciones en los servicios ecosistémicos e impactos sobre la salud humana derivados de la disminución de la calidad del aire, entre otros⁴. Aunque las clasificaciones de los impactos pueden variar, estos pueden agruparse en las siguientes categorías:

TIPOS DE IMPACTOS DEL FUEGO



1

AMBIENTALES

- **BIODIVERSIDAD**

Los incendios forestales en la Amazonía degradan hábitats y comprometen las interacciones ecológicas, provocando extinciones locales y pérdida de biodiversidad a largo plazo. Las quemas repetidas reducen la estructura y complejidad forestal, afectando especies dependientes del dosel, como polinizadores, dispersores de semillas y fauna endémica. Los eventos de incendio también desplazan la fauna, incrementando los intentos de cruce de carreteras y la mortalidad asociada.

- **SERVICIOS ECOSISTÉMICOS**

La degradación inducida por el fuego disminuye la evapotranspiración y altera la dinámica de las lluvias, reforzando un ciclo de retroalimentación de sequía y fuego. Otros servicios afectados incluyen la regulación hídrica, la fertilidad del suelo, la polinización y la disponibilidad de productos forestales no madereros, además de valores culturales.

- **EMISIONES DE CARBONO**

Resultan de la liberación de los almacenes de carbono presentes en la biomasa forestal, diferentes tipos de vegetación y el suelo.

2



SOCIALES

- **SALUD**

La exposición directa a las llamas o a la radiación de calor puede causar lesiones o muertes, incluidas quemaduras, deshidratación e insolación. Los incendios forestales también deterioran la calidad del aire, provocando enfermedades respiratorias y otros problemas de salud que pueden afectar los ingresos presentes y futuros. Además, se reportan impactos en la salud mental, como trastorno de estrés postraumático, depresión e insomnio⁵.

- **DESPLAZAMIENTO/MIGRACIÓN DE COMUNIDADES**

Los incendios de gran escala pueden forzar el desplazamiento de comunidades, lo que compromete vidas y medios de subsistencia. En algunos casos, pueden llevar a la migración permanente.

Todos los testimonios incluidos en esta publicación fueron recopilados por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y fueron previamente aprobados por las personas entrevistadas. Los testimonios no provienen de los autores del capítulo ni de sus respectivas instituciones. Expresamos nuestro sincero agradecimiento a las personas entrevistadas, así como a David Torres, Laurenz Romero, Sergio Cobos y Camilo Andres Acosta por su colaboración.



©Central Ashaninka del Río Ene

▶ E R Ú



Mi nombre es Querenia Claudio Bustamante, soy de la comunidad nativa Tsiquireni (Perú).

El año pasado hubo un incendio que me preocupó mucho por el daño que causó al bosque y a los animales. Los comuneros no pudieron apagarlo porque el fuego ya había avanzado demasiado. El incendio duró más de un mes y llegó muy cerca de la comunidad vecina Pitsiquia.

Después de lo que pasó, todos los miembros de nuestra comunidad nos reunimos para reforzar la prevención y los cuidados cuando hacemos quemas. Nosotros valoramos mucho el bosque porque es nuestra fuente de alimento y vida.



3



ECONÓMICOS

- **ACTIVIDADES PRODUCTIVAS**

Los incendios forestales generan pérdidas en la agricultura y en la producción maderera, pérdida de animales y otros productos forestales, además de impactos económicos por interrupción temporal de negocios y por paralización de sistemas esenciales, como transporte, energía, agua, seguridad pública y escuelas.

- **INFRAESTRUCTURA Y PROPIEDADES**

Los incendios pueden destruir viviendas, infraestructura y otros bienes. Otros impactos asociados tienen relación con la prestación de servicios energéticos y el funcionamiento de aeropuertos.

- **IMPACTOS FISCALES**

Del lado de los gastos, los gobiernos enfrentan costos adicionales para financiar la prevención de incendios forestales, ayuda humanitaria, servicios de evacuación, estabilización de carreteras y paisajes, y la propia supresión de incendios. Del lado de los ingresos, los incendios pueden reducir la recaudación pública debido a la disminución de la productividad y comercialización, incluidas las exportaciones, además de una menor capacidad de empresas y ciudadanos afectados para cumplir obligaciones fiscales.

Los incendios forestales en la Amazonía tienen efectos profundos y duraderos sobre la sociedad y el medio ambiente. Muchos de estos impactos ya han sido ampliamente documentados, y varios cuantificados en términos físicos y monetarios. Ejemplos de diferentes áreas de la región ilustran cómo los incendios afectan la biodiversidad, las emisiones de carbono, la salud humana, la educación, los medios de subsistencia y las finanzas públicas, entre otros sectores.

IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS INCENDIOS

Los incendios forestales pueden provocar cambios ecológicos irreversibles y reducir la funcionalidad de los ecosistemas⁶. En bosques tropicales como la Amazonía, incluso un solo incendio puede iniciar la transición hacia sistemas degradados, resultando en reducciones drásticas de la cobertura forestal y de la complejidad del hábitat⁷. Los incendios también aumentan la mortalidad de los árboles y generan aperturas en el dosel, creando condiciones favorables para la diseminación de especies exóticas, que compiten con la flora nativa y dificultan la regeneración natural*. Este cambio no solo degrada la biodiversidad, sino que también refuerza un ciclo de mayor inflamabilidad y creciente inestabilidad ecológica⁹. Estas transformaciones comprometen servicios ecosistémicos esenciales, como evapotranspiración, regulación de lluvias, ciclo de nutrientes y disponibilidad de productos forestales no madereros.

* Observe que la mortalidad de árboles corresponde a la muerte de árboles en un bosque, y descomposición es el proceso de descomposición de la materia orgánica.

La biodiversidad también sufre pérdidas significativas: los incendios forestales reducen la abundancia de especies funcionales, como dispersores de semillas y polinizadores, interrumpiendo las redes ecológicas mutualistas^{10,11}. Estos efectos se intensifican en los bordes del bosque y en paisajes fragmentados, donde las poblaciones de vertebrados — particularmente mamíferos grandes, aves frugívoras y anfibios sensibles a cambios microclimáticos — sufren descensos marcados. Con la intensificación de estas presiones, el fuego representa una amenaza seria para la viabilidad a largo plazo de especies y ecosistemas en toda la región¹².

En Bolivia, estudios indican que los incendios forestales causan impactos ambientales significativos. Entre 2001 y 2020, afectaron la distribución de 54 especies amenazadas y 15 endémicas en Áreas Clave para la Biodiversidad¹³. La mayor concentración de aves amenazadas se encuentra en la Amazonía del este de Bolivia, fuertemente impactada por los incendios. Los efectos sobre la vegetación son altamente variables, dependiendo del ecosistema y la ubicación, registrándose bajo impacto en el Bosque de Transición Chiquitano hacia la Amazonía¹⁴. Más allá de la biodiversidad, los incendios liberan grandes volúmenes de carbono. En Brasil, durante un período de 30 años, se liberaron 33,7 Mg CO₂/ha durante la quema y 92,4 Mg CO₂/ha por la muerte y descomposición de árboles. Aunque la regeneración forestal absorbió aproximadamente 45 Mg CO₂/ha, esto compensó tan solo el 36% de las emisiones totales¹⁵.

Los incendios forestales contribuyen también a la contaminación transfronteriza del aire mediante el transporte de humo a largas distancias. Columnas de humo procedentes de la quema de biomasa han



©Acervo pessoal



Yo soy Tainan Kumaruara, de la Aldea Muruary que queda en la Reserva Extractivista Tapajós Arapiuns, en Santarém, en el estado de Pará (Brasil).

En 2016 hubo un incendio forestal en el territorio que no conseguimos combatir debido a la falta de técnicas y equipos. Ese incendio generó perjuicio espiritual, cultural, emocional y social, quemó toda la aldea Muruary, pomares, cultivos y casas de harina. Y eso que la aldea Muruary ya vivía las consecuencias de incendios anteriores que quemaron las nacientes del igarapé causando su sequía.

Por eso, cada día fortalecemos nuestras técnicas ancestrales con la Brigada Guardiões Kumaruara de cuidado de la madre naturaleza y preservación del medio ambiente, para proteger nuestro territorio que es la morada de nuestros encantados, el suelo sagrado y el bien vivir de quien vive de la Selva.



sido detectadas a altitudes superiores a 10 km sobre Surinam, originadas en incendios en la frontera entre Brasil y Venezuela, inyectando grandes cantidades de contaminantes en la tropósfera superior. Aunque del 80% a 95% de los aerosoles se eliminan durante la ascensión, una parte sustancial de los contaminantes gaseosos permanece en la atmósfera. Este transporte vertical prolonga la permanencia de las emisiones asociadas al fuego, ampliando su impacto climático a escalas regionales y globales¹⁶. De manera similar, en febrero de 2018 se observó un aumento significativo en los niveles de humo, impulsado por la intensa quema de biomasa a lo largo de las fronteras de la Amazonía entre Colombia, Ecuador y Perú¹⁷.

IMPACTOS SOCIALES DE LOS INCENDIOS

Numerosos estudios documentan los impactos de los incendios sobre la salud, especialmente en Brasil. En relación con los efectos y costos asociados a la exposición al humo, diferentes trabajos han estimado los efectos sanitarios atribuibles a los incendios. Algunos se concentran únicamente en la mortalidad, otros en la morbidez, mientras que otros evalúan resultados generales de salud y aún están los que destacan los impactos cognitivos y educativos.

En cuanto a la mortalidad, se estima que durante la temporada de incendios en la Amazonía en 2019 ocurrieron 4 966 muertes prematuras asociadas a la exposición a material particulado fino (MP2,5) — lo que correspondió aproximadamente al 10% de todas las muertes prematuras relacionadas con MP2,5 en Brasil. Las emisiones de la quema de biomasa,

en gran medida resultantes de la deforestación amazónica, desempeñan un papel central en este impacto¹⁸. De manera convergente, otro estudio señaló que el aumento de la actividad del fuego en 2019 llevó a 3 400 muertes adicionales, atribuidas principalmente a incendios forestales relacionados con la deforestación en toda la Amazonía Legal brasileña¹⁹.

Respecto a la morbidez, se verificó que, en el bioma amazónico brasileño en 2019, ocurrieron 2.195 hospitalizaciones por enfermedades respiratorias asociadas a la contaminación del aire proveniente de incendios relacionados con la deforestación, con costos estimados de US\$ 1,4 millones para el sistema público de salud²⁰.

En cuanto a los impactos educativos de la exposición fetal al humo proveniente de quemas agrícolas en Brasil (en la Amazonía y otros biomas), se estimó, basándose en el desempeño de estudiantes de 5.º grado, que una reducción del 10% en los niveles de MP2,5 durante todo el período gestacional resultaría en un aumento del 1,3% en las notas de portugués y del 0,9% en matemáticas. Considerando que mejores resultados escolares tienden a reflejarse en mayores salarios futuros, este efecto representaría un incremento estimado del 2,6% en la renta a lo largo de la vida²¹.

También hay evidencia de los impactos de los incendios forestales sobre la salud en otros países de la región. En Perú y Bolivia, se estima que la exposición al MP2,5 asociado al fuego afecta a más de 1,8 millones de personas por encima del límite anual considerado seguro, con consecuencias significativas para la salud²². Esos aspectos se detallarán en el próximo capítulo.

IMPACTOS ECONÓMICOS DE LOS INCENDIOS

Existen estimaciones sobre la producción económica afectada por los incendios forestales. Por ejemplo, en la Amazonía brasileña, se calcularon las pérdidas económicas en la producción sostenible de madera debido al fuego*. Los resultados indican que el fuego afectaría el 2% de las áreas de producción maderera previstas para la cosecha entre 2012 y 2041, generando pérdidas promedio de US\$ 39/ha/año (calculadas como valor anual equivalente), lo que representa un 0,8% de los ingresos esperados. En algunas áreas, las pérdidas podrían alcanzar US\$ 183/ha/año. Considerando todas las áreas afectadas, la pérdida media anual se estimó en US\$ 29 millones²³.

Entre las consecuencias económicas, los incendios forestales también pueden representar un agravante significativo para las poblaciones de bajos ingresos. Los incendios graves en territorio boliviano entre 2005 y 2020 causaron una baja temporal de la recaudación de aproximadamente el 8%, impulsada principalmente por un descenso en los ingresos agrícolas de aproximadamente Bs 121 (unidad monetaria de Bolivia - bolivianos) un año después del evento y Bs 186 dos años después. El efecto desaparece y se vuelve insignificante tras tres años, sugiriendo que el impacto es temporal, particularmente relevante para la Amazonía boliviana, ya que las áreas más afectadas — Beni y norte de Santa Cruz — están ubicadas en el borde suroeste de la cuenca amazónica²⁴.

* La producción sostenible de madera se refiere a la tala de impacto reducido (RIL, por sus siglas en inglés), que corresponde a las normas legales y prácticas adoptadas en Brasil para minimizar los impactos ambientales en las concesiones forestales madereras.

©Instituto Boliviano de Investigación Forestal



B O L I V I A



*Soy **Osvin Yangui Guisicoi**, comunario indígena Gwarayú viviente de la comunidad de Salvatierra del Municipio de Urubichá, en Santa Cruz – Bolivia.*

El año pasado, se aproximó el incendio a nuestra comunidad, nos reunimos a la cabeza del Subcalde, la Central de Mujeres Indígenas Guarayos de Salvatierra, y la Central Comunal Salvatierra; decidimos grupos de bomberos, todos hombres, mujeres y jóvenes intervenimos en controlar el fuego.

Estábamos cansados y afectados por el humo y el calor, el incendio fue muy grande y difícil de apagar, se ha generado fuera de la comunidad, lejos de aquí, no sabemos quién lo generó

El incendio llegó a quemar nuestros cultivos, nuestro bosque, animales silvestres y afectó la salud de los vivientes de la comunidad, y hasta los pahuichis (casas de palma y madera) que teníamos en nuestros chacos (zonas de cultivo).

Estamos atentos y esperamos que no vuelva a pasar, estamos reforzando nuestra brigada de bomberos comunal con capacitaciones y controlando quienes ingresan a nuestros bosques.



Los gobiernos amazónicos enfrentan una fuerte presión fiscal, en parte debido al aumento del gasto en servicios de emergencia, actividades de combate a incendios y esfuerzos de recuperación. No existe una sistematización sobre cómo se aplican los recursos en la gestión de incendios forestales; por ejemplo, en 2023, solo el gobierno federal brasileño destinó R\$ 63,5 millones (aproximadamente US\$ 13 millones) a la prevención y combate*.

En resumen, hay evidencias de los impactos amplios del fuego en la Amazonía. Sin embargo, estos impactos se miden con mayor frecuencia en términos físicos (por ejemplo, área de soja quemada, toneladas de CO₂ emitidas, número de muertes u hospitalizaciones) que en términos monetarios (como pérdidas de tierras con soja o algodón quemadas, pérdida de ganado, costo de oportunidad del carbono que podría haberse comercializado, gastos en salud y pérdidas salariales). Asimismo, es más común encontrar evaluaciones altamente especializadas que se centran en un único impacto (por ejemplo, número de muertes) que estudios abarcadores que consideren múltiples efectos simultáneamente — es decir, salud, producción y servicios ecosistémicos en un mismo período. Este patrón se observa no solo en la región amazónica, sino también en estudios a nivel internacional.

DAÑOS CAUSADOS POR INCENDIOS A NIVEL INTERNACIONAL

Solo un número reducido de estudios internacionales presenta estimaciones monetarias abarcadoras que consideran múltiples tipos de impactos para un mismo evento de incendio forestal. En contrapartida, la mayoría de los análisis tiende a centrarse en un único tipo de daño**. La escala de los impactos y los daños depende de la intensidad, la extensión y la ubicación del fuego. Por lo tanto, una caracterización adecuada de cuáles impactos pueden generar los mayores daños depende de cuáles se incluyen, bien como de las fuentes de datos y metodologías utilizadas. Como se muestra en la Tabla 1, la importancia relativa de los diferentes impactos varía significativamente según el tipo de daño considerado, lo que hace desafiante identificar un patrón de daños causados por incendios forestales. Por ejemplo, en Canadá, la salud representó el 75% de las pérdidas²⁵, mientras que en California los costos de salud representaron solo el 22% de las pérdidas^{26,***}. De manera similar, las emisiones de CO₂ representaron el 40% de las pérdidas en Indonesia²⁷, mientras que correspondieron al 64,3% de los daños en el estado de Acre, Brasil²⁸.

Apesar de las diferencias en el tipo de pérdida predominante, la magnitud de los daños, cuando se expresa como proporción del PIB anual, es relativamente consistente entre los estudios, variando entre el 0,5% y 3,4%. Sin embargo, cuando se expresa por hectárea quemada (US\$/ha), la variación es mayor, con estimaciones que van de US\$ 1.200/ha en Acre (Brasil) a US\$ 5.000/ha en Indonesia y US\$ 20.000/ha en California.

* Disponible en: <https://www.poder360.com.br/poder-governo/lula-gasta-mais-com-acos-anti-incendios-mas-derrapa-no-combate>

** Nuestra breve revisión de la literatura abarca los últimos cinco años y, incluso dentro de ese recorte, trabaja con datos sobre bosques e incendios de varios años anteriores. Optamos por este período justamente para no discutir evidencias con un desfase de 15 o 20 años.

*** Utilizamos los conceptos de pérdidas y daños de forma intercambiable, aunque no sea estrictamente correcto. Las pérdidas son irreversibles, mientras que los daños son reparables. Disponible en: <https://www.lossanddamagecollaboration.org/whatislossanddamage>.

MESA 1. Estudios de muestra que estiman varios tipos de daños simultáneamente

Fuente: Elaboración propia

| Fuente | Área | Período | Categorías de daños evaluados y participación en el total | Participación en el PIB |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Hope <i>et al.</i> (2024) ²⁵ | Canadá | 2013-2018 | Salud (mortalidad y morbilidad): 75%; Madera: 9% Propiedad, activos e infraestructura: 6% Supresión: 10% (7% variable, 3% costos fijos) Evacuación: 1% | 3.4%* |
| Kiely <i>et al.</i> (2021) ^{26**} | Indonesia | 2004-2015 | Impactos en salud (exposición al humo, años de vida ajustados por discapacidad): 26% Emisiones de CO₂: 40% Pérdidas productivas (cultivos, plantaciones): 33% | 3.3% |
| Wang <i>et al.</i> (2020) ²⁷ | California | 2018 | Costos de salud: 22% Pérdidas de capital: 19% Pérdidas indirectas por interrupciones económicas en 80 sectores: 59% | 1.5% |
| Campanharo <i>et al.</i> (2019) ²⁸ | Acre, Brasil | 2008-2012 | Respiratorios: 3,6% Emisión de CO₂: 64,3% Producción: 7,5% Cercado: 10,5% Restablecimiento: 14,1% | 0.5% |
| Barrett (2018) ²⁹ | EE. UU., revisión de casos específicos de incendios | Varios años entre 2002 y 2016 | <p>CORTO PLAZO</p> <p>Ayuda humanitaria y servicios de evacuación: 2% Pérdida de casas y propiedades: 21% Estabilización inmediata de carreteras y paisajes: 3% Supresión federal: 8% Supresión estatal/local: 1%</p> <hr/> <p>LARGO PLAZO</p> <p>Desvalorización de propiedades: 8% Degradación de servicios ecosistémicos: 34% Reparaciones de energía e infraestructura: 4% Víctimas humanas: 1% Rehabilitación de paisaje a largo plazo: 16% Pérdidas fiscales, empresariales y de recursos naturales: 2% Otros: 0,1%</p> | N/A |
| Thomas <i>et al.</i> (2017) ³⁰ | EE. UU., revisión de estimativas en diversos locales | Varios años | <p>DIRECTO</p> <p>Salud (muertes, morbilidad, impactos psicológicos) Casas e infraestructura; medio ambiente (pérdidas de vegetación, erosión, cuencas hidrográficas, calidad del suelo, emisiones de carbono) Pérdidas de madera y agricultura.</p> <hr/> <p>INDIRECTO</p> <p>Interrupción temporal de negocios Interrupciones temporales en infraestructura Migración</p> | N/A |

Notas:

*Cálculo propio basado en US\$ 57,2 mil millones (2019) en el artículo y US\$ 1,744 billones (2019) para aquel año.

** Basado en el trabajo anterior del Banco Mundial (2016), que no incluía impactos en la salud.



© Marielida Cruppi/Greenpeace

ESTIMACIONES MÁS ABARCADORAS PARA UN MEJOR DISEÑO DE POLÍTICAS

Evaluar los costos de las políticas de manejo del fuego y compararlos con los costos evitados mediante la reducción de áreas quemadas es fundamental. En primer lugar, permite que los formuladores de políticas públicas identifiquen las estrategias más costo-efectivas, asegurando que los recursos limitados se asignen de la manera más impactante. En segundo lugar, al comprender las compensaciones e impactos económicos, los tomadores de decisiones pueden priorizar intervenciones que ofrezcan el mayor retorno sobre la inversión, aumentando así la eficiencia general de las prácticas de manejo del fuego.

Asimismo, integrar estos análisis económicos en el diseño de políticas permite tomar decisiones más informadas, transparentes y equitativas, conduciendo, en última instancia, a mejores resultados tanto para el medio ambiente como para las comunidades afectadas. Este enfoque también ayuda a obtener apoyo público y político, al demostrar los beneficios tangibles de medidas proactivas de manejo del fuego. Sin embargo, existen relativamente pocos estudios que utilicen análisis de costo-beneficio (ACB)* o análisis de costo-efectividad** para priorizar políticas de incendios forestales, y la mayoría se concentra en áreas específicas de países desarrollados.

* A veces también referido como análisis costo-beneficio (ACB).

** En este caso, en lugar de comparar el costo de una política con el beneficio (es decir, la reducción de los daños que genera), la comparación se realiza entre los gastos de la política y su impacto físico, por ejemplo, en términos de reducción del área quemada



©Archivo personal



Yo soy Domenica Dammer, de la comunidad de Mulauco, Ecuador. El 4 de septiembre del 2024, un incendio muy grande quemó el lote donde sembramos los cereales y granos como trigo, maíz, cebada y fréjol. Atukpamba es un centro de permacultura con más de 30 años de experiencia.

El incendio fue en un día en el que todo estaba extremadamente seco, después de 2 meses de sequía, la radiación muy alta y los vientos muy fuertes. Tuvimos pérdidas materiales grandes incluyendo dos bodegas, una cabaña, molinos, zarandas, carretas, sembradoras, picadoras de hierba, cosechas etc. Tuvimos apoyo de la comunidad que nos rodea tanto para impedir que el incendio haga peores daños como para poder recuperarnos.

Este año nos hemos enfocado en aprender más estrategias de gestión de los territorios para prevenir daños tan grandes y compartir estos aprendizajes con la comunidad que nos rodea. Creemos firmemente que el mundo necesita más gente alineada con los ritmos naturales para poder hacer de este mundo, un mejor lugar para vivir.



Por ejemplo, en una cuenca hidrográfica de California, se estimó que los beneficios del manejo de combustible eran entre 1,9 y 3,3 veces superiores a los costos³¹. Además, en Estados Unidos, las actividades de mitigación de incendios forestales, principalmente el manejo mecánico*, fueron analizadas en tierras que sirven como áreas de captación para el abastecimiento de agua municipal en Denver (Colorado) entre 2011 y 2019. Se constató que las inversiones en el marco de la asociación Forest to Faucets (F2F), a través del cual los propietarios de tierras reciben pagos para manejar sus bosques con el fin de proteger y mejorar la calidad del agua, presentaron una razón beneficio/costo (B/C) superior a 1, condicionada a la ocurrencia de incendios durante un período de 25 años y considerando otros co-beneficios además de los relacionados con la protección de cuencas hidrográficas. No obstante, las razones B/C son inferiores a 1 bajo otros supuestos de cálculo³².

Más recientemente, una meta-análisis** estimó una razón B/C de 7,04 al considerar alternativas de manejo y quemas controladas en el oeste de EE. UU.³³. Otras políticas, como acciones de educación sobre incendios forestales para prevenir igniciones, presentan retornos aún mayores, con beneficios que superan los costos en promedio 35 veces³⁴.

Más allá de Estados Unidos, la evacuación temprana fue identificada como la única política de manejo de incendios con beneficios económicos netos positivos en el sureste de Australia³⁵. Además, un ACB realizado para una misión de observación de la Tierra destinada a recopilar datos satelitales para monitoreo de

incendios forestales (WildFireSat) mostró que, bajo hipótesis pesimistas y conservadoras, los costos de la misión generalmente superan los beneficios potenciales 1,16 a 1,59 veces, mientras que bajo hipótesis más optimistas, los beneficios superan los costos en un factor de 8,72 a 10,48²⁵.

Algunas estimaciones de costo-efectividad están disponibles para Brasil. Se compararon los gastos de dos programas implementados entre 2012 y 2016: el programa de supresión y prevención de incendios del Instituto Chico Mendes de Conservación de la Biodiversidad (ICMBio) en Unidades de Conservación Federales (UC) y un programa privado que promueve prácticas de agricultura sostenible y manejo de incendios en propiedades rurales privadas³⁶. Sus costos se compararon con reducciones en el área quemada, en lugar de valorar los beneficios en términos monetarios.

Los resultados mostraron que las inversiones en manejo del fuego en las UC totalizaron US\$ 0,51/ha/año en la Amazonía, y aproximadamente el 94% del gasto público en manejo del fuego en UC se destinó a supresión en lugar de actividades de prevención. Las áreas quemadas dentro de las UC fueron un 64% menores, pero no siempre hubo una diferencia clara entre la presencia o ausencia de brigadas de incendios. En tierras privadas del estado de Mato Grosso, Brasil, el gasto promedio en supresión de incendios fue mucho mayor: US\$ 15,89/ha/año, mientras que en prevención fue US\$ 0,19/ha/año. Con esta inversión, el área quemada en propiedades privadas disminuyó el 35% en la Amazonía***.

* El manejo reduce la densidad del dosel arbóreo y elimina los árboles más pequeños que pueden actuar como combustible para el fuego.

** Cabe señalar que el meta-análisis es un método de síntesis de datos cuantitativos mediante la comparación de múltiples estudios independientes que abordan el mismo tema.

*** En ese mismo sentido, se aborda la efectividad de las brigadas de incendio (Programa de Brigadas Federal – PBF), que tuvieron un costo promedio de aproximadamente 4,5 millones de dólares en el período 2013-2017, comparando los años anteriores (2008-2012) y durante (2013-2017) la implementación del PBF en la Terra Indígena Parque do Araguaia. Los autores constataron que el programa redujo el número de áreas quemadas, pero la recurrencia de incendios en ciclos de 4 a 5 años aumentó.³⁷

Además, algunos estudios recientes en la región proporcionan evidencia relevante sobre la efectividad del manejo de incendios forestales en Brasil, aunque sin presentar una evaluación de costos o beneficios. A pesar de eso, este tipo de estudio es relevante para el diseño de políticas, ya que estima resultados concretos. Por ejemplo, se ha demostrado que las políticas de prohibición emergencial del uso del fuego, por sí solas, son insuficientes para controlar la crisis de incendios en la Amazonía brasileña, dado que años posteriores registraron quemas por encima del promedio, evidenciando la necesidad de reformas estructurales de gobernanza y de una aplicación más rigurosa de la ley³⁸.

En resumen, los incendios tienen impactos ambientales, sociales y económicos de gran alcance, muchos ya documentados en países amazónicos mediante estimaciones físicas y, en menor medida, monetarias. Las comparaciones internacionales destacan la complejidad de cuantificar los daños debido a la variabilidad en los tipos de impactos medidos y metodologías empleadas. Aun así, la magnitud de las pérdidas — ya sea en términos de salud pública, emisiones o daños a la propiedad — justifica claramente la adopción de políticas públicas más fuertes y costo-efectivas.

Aunque los estudios existentes sobre análisis de costo-beneficio y costo-efectividad son todavía limitados y se centran principalmente en países desarrollados, proporcionan contribuciones valiosas para mejorar el diseño de políticas de incendios forestales. Ampliar este tipo de análisis en los países amazónicos es esencial para dirigir de manera más precisa las inversiones, evaluar las compensaciones y fortalecer la resiliencia frente a los riesgos asociados al fuego. Integrar la valoración económica a las estrategias de manejo integral del fuego puede, en última instancia, apoyar decisiones políticas más informadas, eficientes y equitativas en la región.



*Yo soy **Clara Patricia Reina Gregorio**, moradora del kilómetro 23, resguardo San Nicolás (Colombia). El año pasado tuvimos un incendio de capa vegetal, en el cual fuimos afectados de algunas siembras como yuca, la piña y algunas otras hortalizas.*

En vista de este incidente, mientras iba a buscar ayuda, se alcanzó a quemar una parte de nuestras chagras, y ya viendo la necesidad con el conocimiento que adquirimos, actualmente se está preparando un grupo comunitario de personas moradores del resguardo y vecinos, para poder enfrentar en algún momento otro incidente.

Tenemos muy claro que es fundamental el fuego en nuestro resguardo, pero también hay personas inescrupulosas que a veces le dan mal manejo al fuego.





FUEGO Y SALUD

**Elizeu Chiodi Pereira^{1,2,3}, Dayane da Fonseca Barbosa^{1,2},
Fernando Rodovalho⁴, Thiago Nogueira^{1,2,3},
Kelly Polido Kaneshiro Olympio^{1,2,3}**

¹ Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP) - Brasil

² Laboratório de Análises da Exposição Humana a Contaminantes Ambientais (FSP/USP) - Brasil

³ Exposoma y Salud del Trabajador (eXsat: The Human Exposome Research Group) - Brasil

⁴ Proyecto CoRAmazonia, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

La Organización Mundial de la Salud advierte: la emergencia climática también es una emergencia de salud pública¹. En la Amazonía y en el mundo, los efectos de la degradación ambiental sobre la salud se vuelven cada vez más tangibles. El Panel Científico de la Amazonía señala que la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos afecta directamente el bienestar de las poblaciones, con impactos que van desde el aumento de enfermedades infecciosas hasta la inseguridad hídrica y alimentaria, especialmente para las poblaciones más vulnerables^{2,1}. Estudios recientes indican que la intensificación de los incendios forestales y de los procesos de degradación ha sido determinante para el aumento de la concentración de contaminantes atmosféricos en la región, con efectos adversos sobre la salud pública^{3,4}.

Durante la época crítica de ocurrencia de incendios forestales, las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias en la Amazonía pueden aumentar hasta un 38 %, con impactos más severos entre niños y personas mayores, debido a la inmadurez o al deterioro de los sistemas respiratorio e inmunológico^{5,6,7}, además de afectar a otros grupos vulnerables, es decir, personas que ya presentan algún problema de salud. El aumento de las hospitalizaciones está vinculado al deterioro de la calidad del aire causado por la quema de biomasa, que libera grandes cantidades de compuestos químicos tóxicos y material particulado (MP₁₀, MP_{2,5} y MP_{<2,5}), contaminantes emitidos por la quema de la cobertura vegetal y compuestos por sustancias nocivas para la salud. Al ser inhalados, estos penetran en los pulmones y, en consecuencia, en el torrente sanguíneo, contribuyendo al agravamiento de enfermedades respiratorias, circulatorias, cardiovasculares, neurológicas, autoinmunes y aumentando el riesgo de desarrollar cánceres^{8,9,10,11,12}.

TABLA 1. Compuestos químicos presentes en los humos originados por la quema de biomasa y sus principales efectos sobre la salud

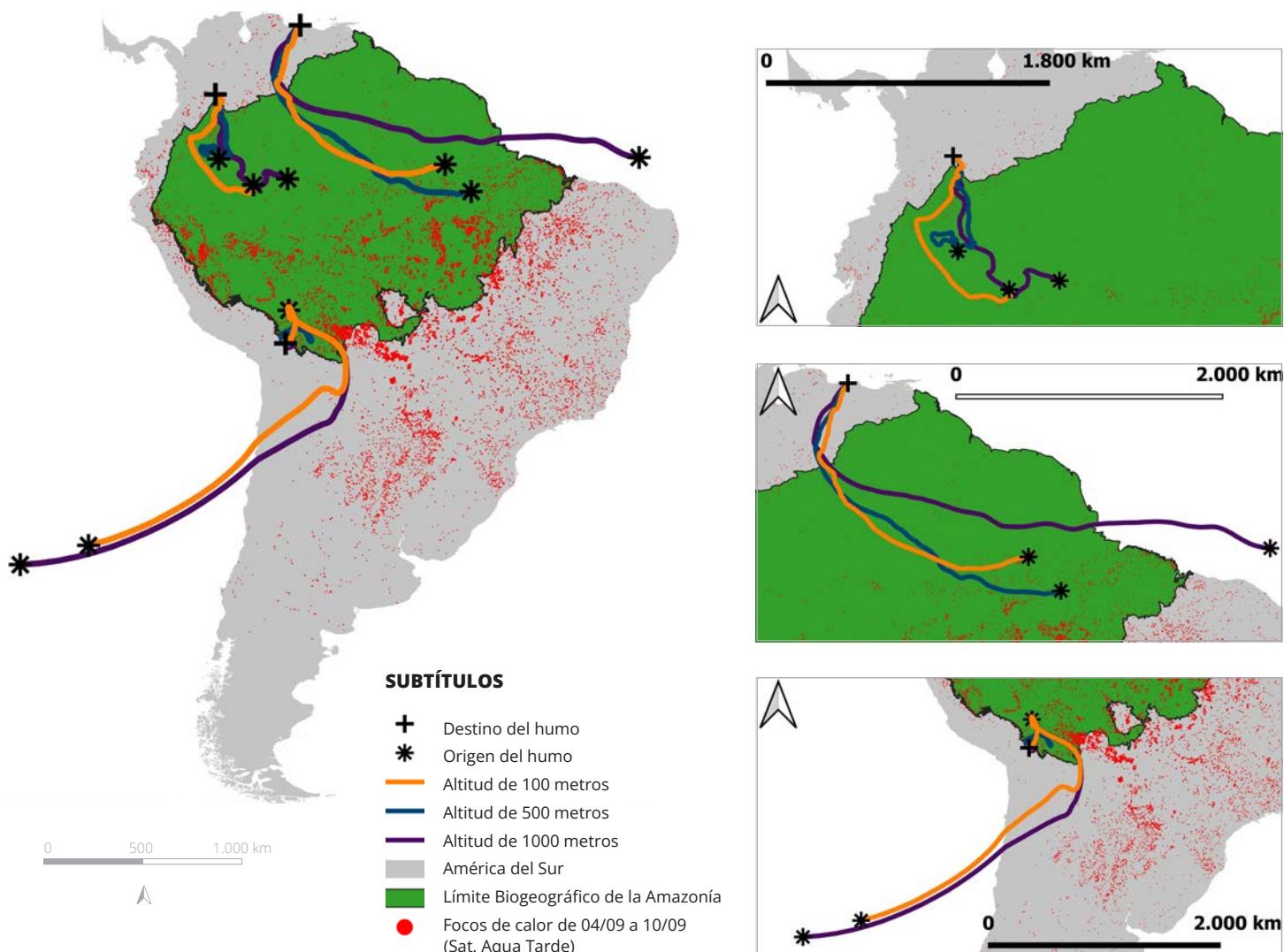
Fuente: Referencias8,9,10,11,12

| COMPUESTO | PRINCIPALES EFECTOS SOBRE LA SALUD |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Material Particulado (MP2,5; MP10) | Enfermedades respiratorias, cardiovasculares, circulatorias, autoinmunes (lupus), riesgo de cáncer, restricción del crecimiento fetal |
| Carbono Negro (<i>Black Carbon</i>) | Reducción de la función pulmonar, especialmente en niños |
| Monóxido de Carbono (CO) | Intoxicación, cefalea, mareo, riesgo cardíaco, enfermedades autoinmunes y restricción del crecimiento fetal |
| Dióxido de Nitrógeno (NO₂) | Inflamación pulmonar y agravamiento de enfermedades respiratorias |
| Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) | Efectos tóxicos sistémicos, riesgo de cáncer |
| Metales pesados (mercurio, plomo y otros) | Neurotoxicidad, disfunciones renales y hepáticas |
| Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) | Inflamaciones y cánceres en diferentes partes del cuerpo |

Como visto en el capítulo anterior, las alarmantes cifras de mortalidad, hospitalizaciones, perjuicios al desarrollo infantil y otros efectos de los incendios forestales sobre la salud pública apuntan a un dilema humanitario que trasciende las fronteras nacionales, ya que estos efectos no se limitan a la región donde ocurren. Los contaminantes emitidos pueden ser transportados por corrientes atmosféricas y precipitar en forma de lluvias contaminadas, afectando la calidad del aire, del agua y del suelo en zonas alejadas, además de la propia Amazonía^{13,14}.

Esa contaminación compromete acuíferos, ríos, reservorios y plantaciones, agravando la inseguridad hídrica, alimentaria y sanitaria de las poblaciones, y afectando su subsistencia. Se ha identificado que contaminantes generados por incendios forestales ocurridos en las sabanas africanas fueron transportados hasta la Amazonía y otros biomas brasileños¹⁵, lo que refuerza la capacidad de estos episodios para superar fronteras y generar impactos ambientales, económicos y de salud pública a escala intercontinental. La Figura 1, a continuación, muestra la retrotrayectoria de los humos a lo largo de episodios de incendios forestales que ocurrieron en América del Sur.

FIGURA 1. Retrotrayectorias de masas de aire calculadas con el modelo HYSPLIT, que indican las posibles regiones de origen del humo transportado hacia los puntos receptores de Bogotá, Caracas y La Paz*.



* Retrotrayectorias de masas de aire calculadas con el modelo HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory)^{16,17}, que indican las probables regiones de origen de los contaminantes que alcanzaron Bogotá (4,62° N, 74,06° O), Caracas (10,50° N, 66,91° O) y La Paz (16,48° S, 68,11° O). Las simulaciones de 168 horas (7 días) tuvieron como punto final el 10 de septiembre de 2024, a altitudes de 100, 500 y 1000 metros sobre el nivel del suelo (AGL), con el fin de analizar el transporte de plumas de humo después del pico de incendios en América del Sur (8.356 focos el 3 de septiembre de 2024). Las trayectorias se superponen con datos de focos de calor proporcionados por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). La simulación utilizó datos meteorológicos del Global Forecast System (GFS) con una resolución de 0,25 grados. Se emplearon datos de la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG) para la delimitación geográfica del bioma Amazónico.

Los impactos recaen con más fuerza sobre comunidades tradicionalmente vulnerabilizadas, como poblaciones ribereñas, indígenas, rurales y periféricas. Además de la mayor exposición a la contaminación y al humo, estas comunidades enfrentan la ausencia o precariedad de los servicios de salud, saneamiento y respuesta de emergencia, una realidad común en amplias zonas de la Amazonía¹⁸. La desigualdad social, por lo tanto, no es solo un telón de fondo, sino un factor que amplifica los riesgos, limita la adaptación e intensifica los efectos de los incendios sobre la salud pública, exponiendo de forma desigual a las poblaciones^{19,20}.

La crisis de salud pública provocada por los incendios va más allá de la contaminación del aire, del agua y de la exposición directa al humo. La degradación del ecosistema amazónico altera el microclima, creando condiciones ideales para la proliferación de vectores como los mosquitos *Aedes* y *Anopheles*. Como consecuencia, se intensifican enfermedades endémicas como el dengue, el zika y la malaria, y aumenta el riesgo de aparición de nuevas zoonosis. La proximidad entre humanos y fauna silvestre en áreas degradadas incrementa la probabilidad de contacto con patógenos desconocidos²¹.

En este sentido, la covid-19 fue una advertencia: el colapso ambiental puede transformarse rápidamente en un colapso sanitario local, regional o global. Con su vasta diversidad biológica y la presencia de potenciales vectores aún poco conocidos, la Amazonía figura entre los principales hotspots mundiales para el surgimiento de nuevas pandemias²¹. Preservar el equilibrio ecológico del bosque es, por lo tanto, una cuestión de salud pública de interés global.



También es fundamental reconocer y valorar a quienes están en la primera línea del combate a los incendios forestales: personas que arriesgan su salud todos los días para proteger a la sociedad y al medio ambiente. Brigadistas forestales, bomberos, profesionales y voluntarios enfrentan calor extremo, esfuerzo físico intenso, inhalación de humo, alto riesgo de quemaduras, caídas de



árboles y contacto con animales venenosos, entre otras amenazas, muchas veces en regiones con infraestructura sanitaria precaria o inexistente. La gravedad de esta exposición fue recientemente reconocida por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), que clasificó la exposición ocupacional de estos profesionales como carcinogénica²².

Esta vulnerabilidad se ve agravada por las condiciones laborales precarias: con frecuencia, estos profesionales actúan sin equipos de protección adecuados, sin seguimiento médico o incluso sin un vínculo laboral formal, en una clara violación del trabajo decente, incorporado como uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ODS 8). Estudios ya han identificado exposición a compuestos tóxicos con potencial para causar daños al organismo y al ADN²³, además de graves impactos en la salud mental, derivados de la exposición repetida al riesgo y de la falta de apoyo institucional²⁴. Cuidar la salud de quienes cuidan del bosque no es solo una urgencia: es un acto de reciprocidad inaplazable y necesario.

Aunque los impactos de los incendios forestales y de la crisis climática sobre la salud sean cada vez más evidentes, aún existen brechas importantes en su monitoreo. Es fundamental ampliar los estudios que investiguen la exposición de la salud humana, incluyendo el uso de biomarcadores capaces de detectar precozmente los efectos sobre la salud, como alteraciones fisiológicas y niveles de susceptibilidad individual²⁵, protegiendo así a las poblaciones expuestas. Estos instrumentos pueden utilizarse para monitorear a grupos y comunidades afectadas, fortaleciendo las estrategias de cuidado y respuesta. Una caracterización más precisa de estos riesgos es esencial para orientar políticas públicas más eficaces, integradas y equitativas. Como destaca la Organización Mundial de la Salud¹, la salud es un argumento para la acción climática, y puede ser la clave para transformar el conocimiento en acción.





MANEJO INTEGRAL DEL FUEGO

capítulo

?

**Fernando Rodovalho¹, Rachel Carmenta²,
Rodrigo Falleiro³, Christian Berlinck⁴**

¹ Proyecto CoRAMazonía, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

² Tyndall Centre for Climate Change Research and the School of Global Development,
Norwich Research Park, University of East Anglia – Inglaterra

³ Secretaria Nacional de Gestão Ambiental e Territorial do Ministério dos Povos Indígenas – Brasil

⁴ Coordenação Geral de Políticas para o Manejo Integrado do Fogo,
Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima – Brasil

En los capítulos anteriores vimos cómo la relación con el fuego se transformó a lo largo del tiempo, expandiéndose desde sus usos originales por grupos tradicionales hasta ser adoptada por nuevos actores que lo emplearon con fines distintos, alejándose de prácticas cuidadosas, respetuosas y sostenibles. El fuego pasó de ser una herramienta de manejo ambiental y cultural integral utilizada por pueblos indígenas y comunidades tradicionales a convertirse en un instrumento ampliamente usado por agricultores y ganaderos de todos los tamaños en la Amazonía, además de otros actores como madereros y usurpadores de tierra¹.

El uso generalizado del fuego en el paisaje amazónico incrementa la ocurrencia de incendios forestales que provocan degradación ambiental, pérdida de biodiversidad, amenazas a la salud humana, perjuicios económicos y riesgos para los modos de vida tradicionales. Estos procesos interconectados debilitan la resiliencia ecológica y comunitaria de la región y aceleran su aproximación al punto de no retorno, tal como advierte la ciencia^{2,3}.

Ante este escenario, enfrentar el desafío exige consolidar el manejo del fuego como parte de la gobernanza territorial, a través del fortalecimiento de las capacidades locales, incluso mediante la articulación en diferentes escalas⁴, con la integración de conocimientos científicos y tradicionales, y promoviendo estrategias preventivas alineadas con las dinámicas territoriales⁵. El Manejo Integral del Fuego (MIF) surge así como un enfoque para restablecer el equilibrio entre el fuego y los ambientes, centrado en la planificación, la responsabilidad compartida y la valorización de las múltiples dimensiones y saberes sobre el fuego. Se estructura en tres pilares interdependientes, representados por un triángulo equilátero que abarca los aspectos cultural, ecológico y de uso del fuego⁶ (Figura 1).

ECOLOGÍA DEL FUEGO

Analiza los impactos positivos y negativos del fuego sobre los ecosistemas, su régimen (estacionalidad, frecuencia, intensidad, lugar de ocurrencia, objetivos etc.) y los efectos sobre la sociobiodiversidad.

En bosques tropicales como la Amazonía, donde la mayoría de los tipos de vegetación son sensibles al fuego, los incendios pueden conducir a procesos irreversibles de degradación, es decir, al colapso del ecosistema forestal. El conocimiento ecológico es esencial para identificar límites, zonas de riesgo, estrategias preventivas y definir cuándo el uso del fuego es viable o debe evitarse^{7,6,9,10}.

CULTURA DEL FUEGO

Reconoce que el uso del fuego está profundamente entrelazado con la vida social, económica y cultural de los pueblos, comunidades y territorios. Estos grupos han desarrollado y transmitido prácticas a lo largo de generaciones, guiadas por calendarios ecológicos y por la observación atenta de los signos de la naturaleza. Sin embargo, hoy enfrentan el desafío climático de períodos secos más prolongados, menor índice de lluvias y reducción de la humedad, lo que hace que el fuego sea más propenso a escapar de los controles tradicionales. Esta dimensión incluye el papel del fuego en la expresión cultural, las cosmovisiones, el sentido de pertenencia territorial, la seguridad alimentaria, la medicina, la protección y la generación de ingresos^{6,7,8}.

MANEJO INTEGRAL DEL FUEGO

USO DEL FUEGO

Se reconoce el fuego como una herramienta necesaria en muchos contextos, especialmente en la agricultura de subsistencia, como el rozado de tala y quema, y en acciones de conservación ambiental. En lugar de la prohibición generalizada, se propone su uso planificado y seguro, con medidas de seguridad definidas, ventanas de quema apropiadas, objetivos claros, condiciones meteorológicas favorables, capacitación técnica y responsabilidades establecidas. También se fomenta el uso de alternativas al fuego, como los sistemas agroforestales, siempre que estas transiciones se construyan de forma participativa y respetuosa con los saberes locales^{6,7,11}.



©Rodrigo Falleiro

A partir de la articulación de los tres pilares del MIF — cultura, ecología y uso del fuego — emergen formas prácticas de acción territorial. Este enfoque da origen a un ciclo continuo de diagnóstico, prevención, preparación, respuesta y recuperación, con el objetivo de promover comunidades y paisajes resilientes, reducir el riesgo de incendios forestales y proteger ambientes sensibles. Asimismo, busca restaurar ecosistemas, fortalecer capacidades

locales, apoyar metas de reducción de emisiones y de protección de la biodiversidad, permitir la reintroducción y el acceso al fuego de importancia biocultural¹², y consolidar una gobernanza pública eficaz y participativa. En la Tabla 1 describimos este ciclo de acciones prácticas que, de manera interconectada y continua, materializa el concepto del MIF en los territorios^{6,8,9,10,13}.

FIGURA 1.

Fuente: Referencias 6,8,9,10,13

CÍRCULO DE ACCIONES EN EL MANEJO INTEGRAL DEL FUEGO

1

DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN

ACTIVIDADES

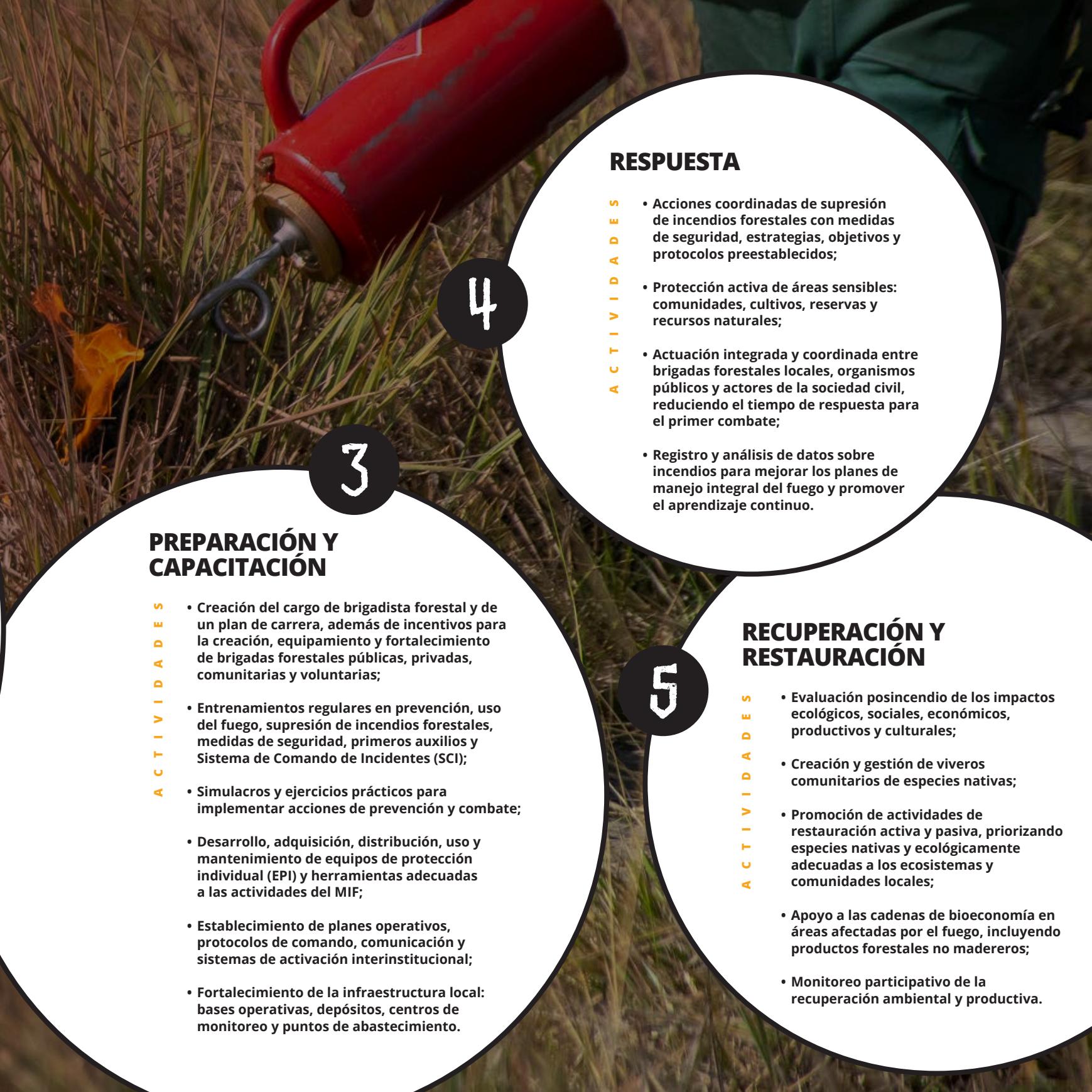
- Evaluación participativa de vulnerabilidades sociales, regímenes de fuego, conocimientos locales y prácticas de uso, considerando aspectos ecológicos, sociales, productivos y climáticos;
- Mapeo de áreas críticas y prioritarias para monitoreo y protección, rutas de evacuación y zonificación con objetivos, metas y límites definidos para el uso o no del fuego;
- Cocreación de planes participativos de MIF, incluso con indicadores, metas y estrategias de monitoreo;
- Identificación de sinergias del MIF con otras políticas territoriales (uso del suelo, clima, biodiversidad, gestión ambiental y territorial);
- Revisión de planos territoriales con base a lecciones aprendidas;
- Elaboración e implementación de políticas públicas para apoyar el uso equilibrado y biocultural del fuego;
- Desarrollo e implementación de sistemas integrales de información para apoyar la recolección y gestión de datos y la toma de decisiones.

2

GESTIÓN, PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS

ACTIVIDADES

- Monitoreo continuo del clima, del combustible y de la humedad del suelo;
- Ejecución de quemas controladas con objetivos y áreas definidas, garantizando la seguridad, las condiciones meteorológicas adecuadas y la comunicación previa con los actores locales;
- Aplicación de quemas prescritas con fines de conservación en áreas ecológicamente adaptadas al fuego, con planificación y monitoreo técnico;
- Establecimiento de calendarios comunitarios del fuego con amplia comunicación entre actores locales, promoviendo la previsibilidad y la responsabilidad compartida;
- Construcción y mantenimiento de cortafuegos y otras prácticas para reducir la propagación del fuego y facilitar su control;
- Estructuración de un paisaje heterogéneo y pirodinámico, reduciendo la acumulación continua de combustible;
- Acciones educativas y campañas de concientización sobre los riesgos y el manejo del fuego;
- Estímulo a la sustitución gradual del uso del fuego por alternativas sostenibles, cuando sea viable y deseado.



PREPARACIÓN Y CAPACITACIÓN

ACTIVIDADES

- Creación del cargo de brigadista forestal y de un plan de carrera, además de incentivos para la creación, equipamiento y fortalecimiento de brigadas forestales públicas, privadas, comunitarias y voluntarias;
- Entrenamientos regulares en prevención, uso del fuego, supresión de incendios forestales, medidas de seguridad, primeros auxilios y Sistema de Comando de Incidentes (SCI);
- Simulacros y ejercicios prácticos para implementar acciones de prevención y combate;
- Desarrollo, adquisición, distribución, uso y mantenimiento de equipos de protección individual (EPI) y herramientas adecuadas a las actividades del MIF;
- Establecimiento de planes operativos, protocolos de comando, comunicación y sistemas de activación interinstitucional;
- Fortalecimiento de la infraestructura local: bases operativas, depósitos, centros de monitoreo y puntos de abastecimiento.

3

4

RESPUESTA

ACTIVIDADES

- Acciones coordinadas de supresión de incendios forestales con medidas de seguridad, estrategias, objetivos y protocolos preestablecidos;
- Protección activa de áreas sensibles: comunidades, cultivos, reservas y recursos naturales;
- Actuación integrada y coordinada entre brigadas forestales locales, organismos públicos y actores de la sociedad civil, reduciendo el tiempo de respuesta para el primer combate;
- Registro y análisis de datos sobre incendios para mejorar los planes de manejo integral del fuego y promover el aprendizaje continuo.

5

RECUPERACIÓN Y RESTAURACIÓN

ACTIVIDADES

- Evaluación posincendio de los impactos ecológicos, sociales, económicos, productivos y culturales;
- Creación y gestión de viveros comunitarios de especies nativas;
- Promoción de actividades de restauración activa y pasiva, priorizando especies nativas y ecológicamente adecuadas a los ecosistemas y comunidades locales;
- Apoyo a las cadenas de bioeconomía en áreas afectadas por el fuego, incluyendo productos forestales no madereros;
- Monitoreo participativo de la recuperación ambiental y productiva.

Las acciones que estructuran el MIF buscan una gestión del fuego participativa y corresponsable, arraigada en los territorios y modos de vida locales, con énfasis en el fortalecimiento del manejo comunitario. Esta perspectiva abre espacio para la autonomía y la organización local, lo que genera co-beneficios que fortalecen la gobernanza territorial del fuego. Al proteger recursos esenciales para la soberanía alimentaria, la generación de ingresos y la bioeconomía, el MIF busca fortalecer la resiliencia de las comunidades frente a la inestabilidad climática y económica para reforzar así derechos colectivos sobre la tierra, la cultura y la seguridad alimentaria^{14,15}.

En este contexto, el MIF contribuye a la justicia climática al reconocer la diversidad de saberes, redistribuir responsabilidades y enfrentar — además de reparar — las asimetrías históricas en el manejo del fuego. Por ejemplo, al reconectar pueblos con sus prácticas ancestrales en lugares donde las tradiciones fueron interrumpidas por los régimenes de supresión del fuego. El MIF representa un proyecto ético y político de convivencia con el fuego que coloca a los pueblos y sus territorios en el centro de las soluciones climáticas^{16,17}, para así conducirnos hacia nuevas culturas del fuego¹⁸.

Guiado por soluciones locales, coordinadas a nivel regional y nacional, y conectado con una agenda humanitaria compartida, el MIF también se presenta como una vía para enfrentar los desafíos globales del clima. Al articular acciones multisectoriales y territorializadas, contribuye al cumplimiento de

compromisos multilaterales mediante prácticas concretas y accesibles. Al reducir emisiones, promover la adaptación territorial, valorizar los saberes locales e integrar la gestión del riesgo a las estrategias de desarrollo, el MIF se alinea con los principios centrales de acuerdos internacionales como el Acuerdo de París¹⁹, el Marco Global de Biodiversidad de Kunming-Montreal²⁰ y el Marco de Sendai²¹.

Como solución enraizada en los territorios, el MIF traduce compromisos globales en prácticas viables para pueblos y comunidades, integrando la conservación ambiental con la sostenibilidad económica y cultural. Por encima de todo, se trata de una estrategia que moviliza un propósito colectivo: proteger la vida, sostener los territorios y cultivar un futuro sostenible, justo y solidario.

© Dirección Nacional de Bomberos de Colombia





© Mayangdi Inzaugarat



RECOMENDACIONES E INSPIRACIONES

**Fernando Rodovalho¹, Gabriel Franco Chaskelmann²,
Liana Oighenstein Anderson³, Jarlene Gomes⁴, Christian Niel Berlinck⁵,
David Sergio Torres Paredes⁶, Daniel Segura Ramos⁷, Carlos Pinto⁸**

¹ Proyecto CoRAmazonia, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

² Brigada de Incêndio Florestal de Alter do Chão - Brasil

³ Divisão de Observação da Terra e Geoinformática (DIOTG), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) - Brasil

⁴ Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), Universidade de Brasília (UnB) - Brasil

⁵ Coordenação Geral de Políticas para o Manejo Integrado do Fogo, Departamento de Políticas de Controle do Desmatamento e Incêndios, Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima - Brasil

⁶ Central Asháninka del Río Ene (CARE) - Perú

⁷ Programa Amazonía Sin Fuego (PASF), Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador (MAATE)

⁸ Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN) - Bolivia



Construir territorios adaptados al fuego y al clima en la Amazonía requiere reconocer que el fuego fue y sigue siendo parte de la realidad, pero que los ecosistemas forestales no están adaptados a él. Por lo tanto, su manejo debe ser estratégico y, a largo plazo, debe incluso evaluar la transición hacia técnicas de gestión territorial sin fuego en ambientes sensibles y donde resulte más adecuado. La creciente inflamabilidad de la Amazonía, impulsada por los eventos climáticos extremos y por los cambios en la configuración del paisaje y en el uso del suelo, exige la participación activa de todos los sectores de la sociedad, gobiernos, comunidades, organizaciones, academia y empresas privadas, en la construcción de soluciones integradas.

Este último capítulo tiene como objetivo presentar recomendaciones prácticas para potenciar la implementación del Manejo Integral del Fuego (MIF) en los países amazónicos, pero no solo esto; también constituye un llamado a la acción, apoyado en ejemplos reales. A lo largo del capítulo destacamos experiencias inspiradoras que demuestran que es posible transformar las recomendaciones en realidad, siempre que vayan acompañadas de inversiones adecuadas, asistencia técnica, gobernanza y políticas públicas inclusivas que alineen conservación y sostenibilidad.



El MIF ofrece caminos concretos para la prevención, adaptación y respuesta ante los incendios forestales, considerando las condiciones desafiantes que caracterizan el combate de incendios en la vegetación amazónica, y respetando la diversidad sociocultural y ecológica de la región: desde las selvas tropicales húmedas, donde el fuego es ampliamente perjudicial, hasta las áreas abiertas, donde cumple un papel ecológico distinto. Si tenemos en cuenta la acelerada transformación del mundo y del clima, los paisajes requieren estrategias adaptativas, incluyendo la posibilidad de enfoques sin fuego en contextos críticos.

La implementación del MIF considera la integridad de los procesos ecológicos y de paisaje, asegura su integración y gestión continua por parte de comunidades rurales, pueblos indígenas y comunidades locales, articulada con áreas especialmente protegidas, dentro de un marco de paisajes bioculturales adaptados y prácticas adaptativas. A continuación, se presentan algunos ejemplos de éxito y recomendaciones específicas para los diferentes actores sociales involucrados en la gobernanza del fuego en los países amazónicos.





©Mayangdi Inzaulgarat

PARA LOS GOBIERNOS

Reconocer y fortalecer a los brigadistas y bomberos forestales, incluyendo las brigadas voluntarias y comunitarias, como actores clave del MIF, garantizando condiciones de trabajo dignas, protección social, capacitación continua y planes de carrera establecidos. Además, es fundamental asegurar su integración con las instituciones públicas y las estructuras de toma de decisiones, valorando su experiencia técnica y su conocimiento territorial.

Integrar el MIF a las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), así como a los planes nacionales y subnacionales de clima, uso del suelo y gestión de riesgos, asegurando estructuras y presupuestos específico, bien como el desarrollo de planes territoriales que articulen a los actores de forma horizontal (comunidades, productores, ONG) y vertical (niveles federal, subnacional y local), promoviendo la corresponsabilidad en su implementación.

Fortalecer los mecanismos de gobernanza multinivel e intercultural del MIF, garantizando la participación efectiva de pueblos indígenas y tradicionales, mujeres y jóvenes en los espacios de toma de decisiones, y ofreciendo capacitación continua sobre gestión y manejo del fuego, legislación e instrumentos participativos.

Asegurar la sostenibilidad de las acciones del MIF en el tiempo, mediante estrategias de largo plazo que garanticen su continuidad más allá de las temporadas críticas de fuego, reconociendo que la mejor manera de combatir un incendio forestal es prevenir que ocurra.

Apoyar la prevención y el manejo comunitario del fuego a través de programas educativos permanentes e inclusivos, la cocreación de diagnósticos participativos y mapas comunitarios con una clara asignación de responsabilidades, y la definición de indicadores locales de riesgo.

Promover, mediante políticas públicas e incentivos fiscales, la sustitución gradual y dialogada del uso del fuego en áreas rurales, donde sea pertinente, por alternativas productivas sostenibles, respetando las prácticas culturales y las realidades locales.

Fortalecer el monitoreo del fuego, las predicciones y los sistemas de alerta temprana, así como los mecanismos de monitoreo colectivo basados en la participación ciudadana, a través de la combinación de datos geoespaciales y meteorológicos con las prácticas locales de uso del fuego y manejo del suelo, conocimiento y participación comunitaria, para garantizar plataformas abiertas que favorezcan la toma de decisiones y la respuesta interinstitucional desde una perspectiva de responsabilidad compartida.

Integrar enfoques basados en escenarios al monitoreo y a las previsiones, considerando la incertidumbre, la tolerancia social al riesgo y el aumento de los eventos climáticos extremos, aplicándolos al desarrollo de políticas públicas, programas de capacitación y planificación de respuesta ante emergencias.



Crear mecanismos financieros sostenibles e incentivos fiscales que respalden la implementación del MIF en todos los niveles, reconociendo las evidentes pérdidas sociales, económicas y ambientales causadas por los incendios forestales.

Promover e incentivar investigaciones que fortalezcan la integración de conocimientos científicos y tradicionales, para así garantizar la amplia difusión de los resultados para potenciar la implementación del MIF.

Establecer acuerdos de cooperación transfronteriza, con protocolos comunes para la prevención de incendios forestales, alerta temprana y respuesta coordinada.

Implementar los acuerdos internacionales para la conservación de la sociobiodiversidad y el clima, especialmente en el contexto actual, en el que el cambio climático ha agravado la ocurrencia, el comportamiento y la severidad de los incendios forestales. La reducción de las lluvias, el aumento de los días secos consecutivos y las temperaturas elevadas reflejan esta crisis global, que exige una acción conjunta de todos los países.



©Ricardo Stuckert

POLÍTICA NACIONAL DE MANEJO INTEGRAL DEL FUEGO

BRASIL

En 2024, Brasil instituyó la *Política Nacional de Manejo Integral del Fuego* (Ley n. 19.944/2024), que establece un enfoque ordenado, responsable, colaborativo y adaptativo para la gestión del fuego en todo el país. La ley promueve la responsabilidad compartida entre los gobiernos federal, estatales y municipales, y la sociedad civil, alineando la protección de la biodiversidad y la sostenibilidad de los recursos naturales con el uso sostenible del fuego. Al valorar los conocimientos tradicionales, fomentar prácticas sostenibles y fortalecer la autonomía de los pueblos indígenas y de las comunidades locales, la política consolida el manejo integral del fuego como una herramienta de cuidado de los territorios y sus poblaciones.

Su implementación se realiza a través de un colegiado con representantes de todos los niveles de gobierno y de la sociedad civil: el Comité Nacional de Manejo Integrado do Fogo, que promueve el diálogo para alcanzar un entendimiento común en la aplicación de políticas públicas para una gestión adecuada del fuego. Entre las normativas nacionales más relevantes se destacan la obligatoriedad de los Planos de Manejo Integrado do Fogo (en español, planes de manejo integral del fuego) para los gestores de territorios públicos y privados, así como la implementación de medidas preventivas en las propiedades rurales.

La puesta en práctica del manejo integral del fuego en Brasil ha transformado la gestión del fuego en áreas protegidas federales, integrando las dimensiones ecológica y sociocultural. Los resultados obtenidos en los primeros años de implementación son prometedores para restablecer regímenes de fuego adecuados, con una reducción en el número de eventos, en la superficie afectada por incendios, en los costos y en el tiempo dedicado a las acciones de combate, además de una disminución de los conflictos con comunidades, lo que potencia la conservación de la sociobiodiversidad.

ESCUELAS DE CAMPO AGROECOLÓGICAS - PROGRAMA AMAZONÍA SIN FUEGO

ECUADOR

El uso del fuego para preparar áreas agrícolas es una práctica tradicional y cultural entre pequeños agricultores, pero se convierte en una fuente importante de incendios forestales cuando no se utiliza de forma responsable. Para hacer frente a este desafío en Ecuador, el Programa Amazonía-Sin Fuego, liderado por la Autoridad Ambiental Nacional, ha venido promoviendo alternativas sostenibles al uso del fuego en la agricultura desde 2017, especialmente en ocho provincias con alta incidencia de incendios forestales.

A través de las Escuelas de Campo de Agricultores en Manejo Integral del Fuego (ECA-MIF), el programa fomenta prácticas de agricultura de conservación, como la siembra directa, la rotación de cultivos y la cobertura permanente del suelo. Estas prácticas han contribuido a mejorar la productividad, preservar el suelo y reducir la ocurrencia de incendios. Además, las ECA-MIF dieron origen a brigadas comunitarias, formadas por agricultores capacitados que fortalecen los esfuerzos locales de prevención y manejo del fuego, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos ambientales nacionales.



©Programa Amazonía sin Fuego

PERÚ



©SERNANP

MOCHILA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES – SERVICIO NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Desarrollada por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Perú (SERNANP), la Mochila de Prevención de Incendios Forestales se ha convertido en una herramienta estratégica para reducir el número de incendios forestales en las áreas naturales protegidas y en sus paisajes asociados. Su objetivo es sensibilizar a las comunidades rurales (indígenas o campesinas), que, con la facilitación de los guardaparques, construyen de manera participativa conceptos y mensajes para la prevención de incendios y el manejo integral del fuego.

Mediante el uso de un panel de fieltro y elementos adhesivos con imágenes del territorio, el tema se presenta a las comunidades rurales ubicadas en zonas remotas, donde suelen originarse los incendios forestales, fortaleciendo su capacidad para prevenir y responder a los incendios de manera segura y adaptativa. Actualmente, esta experiencia se está replicando en otros países.



©Adobe Stock

PARA LAS ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL

Integrar acciones relacionadas con el MIF en las agendas de planificación de la sociedad civil para ampliar el acceso a la financiación internacional, asistencia técnica e innovaciones escalables para territorios prioritarios.

Fortalecer el papel de las asociaciones locales, cooperativas, ONG, foros comunitarios y otros actores representativos en la conexión entre comunidades, gobiernos, sector privado y academia. Apoyar la articulación de buenas prácticas, el monitoreo participativo y la capacitación continua que coloque el liderazgo comunitario y la autonomía local en el centro.

Reforzar las capacidades organizacionales y financieras de las organizaciones de base, garantizando autonomía, continuidad y acceso a fondos para actividades del MIF.

Producir y difundir materiales educativos multilingües y accesibles que promuevan la prevención y el manejo sostenible del fuego, incorporando narrativas locales, formatos visuales y adaptaciones culturales para pueblos indígenas y comunidades locales.

Documentar y compartir buenas prácticas y tecnologías sociales, promoviendo intercambios horizontales entre territorios y fomentando procesos de aprendizaje intercultural.

Promover la capacitación y el fortalecimiento de brigadas forestales, indígenas, comunitarias y voluntarias, junto con acciones más amplias para fortalecer la gobernanza territorial del fuego, incluyendo planificación local, capacidad de coordinación y respuesta.

Reforzar la capacidad comunitaria de monitoreo y respuesta mediante redes de alerta, sistemas de validación y uso de tecnologías de bajo costo y acceso abierto, como aplicaciones móviles, imágenes satelitales y herramientas de mapeo participativo.

Apoyar proyectos comunitarios de restauración ecológica y cultural que valoren el conocimiento tradicional y promuevan empleos verdes, generación de ingresos y resiliencia climática.

FUNDO CASA SOCIOAMBIENTAL

BRASIL

En respuesta a los grandes incendios forestales de 2019 y 2020, que devastaron territorios en todos los biomas brasileños, el Fundo Casa Socioambiental identificó la necesidad urgente de apoyar a las comunidades de primera línea. En 2020, lanzó una estrategia concentrada en brigadas comunitarias, voluntarias e indígenas.

A través de seis convocatorias nacionales, apoyó 227 proyectos que beneficiaron a más de 100 mil personas, con énfasis en la estructuración de brigadas, el manejo integrado del fuego, la capacitación y el apoyo logístico y de emergencia. Con fuerte presencia en la Amazonía y el Cerrado, el fondo se convirtió en uno de los principales mecanismos de Brasil para financiación rápida, accesible y adaptada a las realidades locales. En julio de 2025, organizó el *Encontro Brigadas em Rede* (en español, Encuentro Brigadas en Red) reuniendo a más de 120 brigadas para compartir experiencias y fortalecer su papel en las políticas públicas.



©Fundo Casa Socioambiental



©Instituto Boliviano de Investigación Forestal

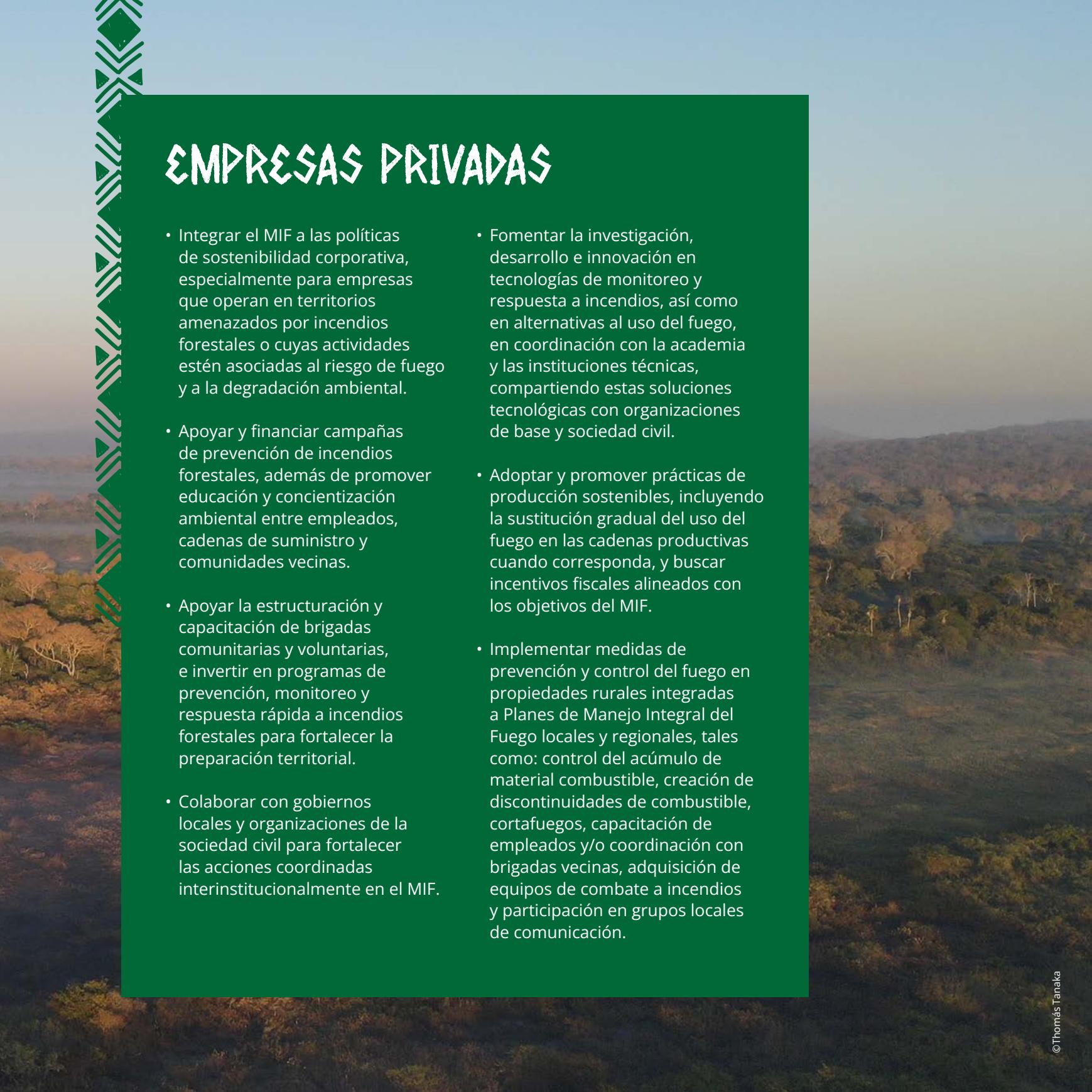
PLATAFORMA AMA – RAISG – REGIONAL

Desarrollada por la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG), la Plataforma AMA – nombre que proviene de la palabra guaraní para lluvia – ofrece un sistema integrado para explorar y comprender la Amazonía mediante mapas, visualizaciones y datos desde una visión regional unificada. Construida con la colaboración de ocho organizaciones de la sociedad civil, con protocolos comunes y lenguaje accesible, la plataforma fortalece a las comunidades, gestores públicos y sociedad civil para ampliar la gobernanza territorial, promover el manejo adaptativo e integrado del fuego y movilizar acciones coordinadas y basadas en evidencia en toda la región.



©RAISG





EMPRESAS PRIVADAS

- Integrar el MIF a las políticas de sostenibilidad corporativa, especialmente para empresas que operan en territorios amenazados por incendios forestales o cuyas actividades estén asociadas al riesgo de fuego y a la degradación ambiental.
- Apoyar y financiar campañas de prevención de incendios forestales, además de promover educación y concientización ambiental entre empleados, cadenas de suministro y comunidades vecinas.
- Apoyar la estructuración y capacitación de brigadas comunitarias y voluntarias, e invertir en programas de prevención, monitoreo y respuesta rápida a incendios forestales para fortalecer la preparación territorial.
- Colaborar con gobiernos locales y organizaciones de la sociedad civil para fortalecer las acciones coordinadas interinstitucionalmente en el MIF.
- Fomentar la investigación, desarrollo e innovación en tecnologías de monitoreo y respuesta a incendios, así como en alternativas al uso del fuego, en coordinación con la academia y las instituciones técnicas, compartiendo estas soluciones tecnológicas con organizaciones de base y sociedad civil.
- Adoptar y promover prácticas de producción sostenibles, incluyendo la sustitución gradual del uso del fuego en las cadenas productivas cuando corresponda, y buscar incentivos fiscales alineados con los objetivos del MIF.
- Implementar medidas de prevención y control del fuego en propiedades rurales integradas a Planes de Manejo Integral del Fuego locales y regionales, tales como: control del acúmulo de material combustible, creación de discontinuidades de combustible, cortafuegos, capacitación de empleados y/o coordinación con brigadas vecinas, adquisición de equipos de combate a incendios y participación en grupos locales de comunicación.

PARA LAS ORGANIZACIONES DE BASE COMUNITARIA

Mapear, documentar y compartir conocimientos y experiencias territoriales relacionadas con el uso y manejo del fuego, reforzando la identidad cultural, la autonomía local e inspirando a otras comunidades.

Desarrollar e implementar protocolos comunitarios de gestión del fuego, combinando conocimientos tradicionales y diálogo institucional, y establecer estrategias de respuesta rápida, responsabilidad, evacuación segura y coordinación interinstitucional durante emergencias de incendios forestales.

Valorar y fortalecer prácticas ancestrales y culturales relacionadas con el fuego, complementándolas con procedimientos técnicos e innovación basada en el diálogo, considerando el aumento de los riesgos climáticos y la necesidad de estrategias de adaptación.

Explorar alternativas sostenibles al uso del fuego, como los sistemas agroforestales, mediante políticas públicas e incentivos fiscales, promoviendo la sustitución gradual cuando sea posible y deseada, basándose en el diálogo con el conocimiento local y en la cocreación de soluciones adaptadas a los modos de vida.

Promover la capacitación continua de las brigadas forestales comunitarias y la formación de jóvenes y líderes locales, garantizando la continuidad intergeneracional del manejo territorial del fuego y fortaleciendo las instituciones comunitarias.

Utilizar tecnologías accesibles para el monitoreo y la navegación territorial, y establecer sistemas visuales de alerta culturalmente adaptados para comunicar los niveles diarios de riesgo de fuego y estimular la preparación colectiva y la respuesta local.

Participar activamente en espacios de diálogo y toma de decisiones, incluyendo consejos, redes y foros con autoridades públicas, organizaciones de la sociedad civil, investigadores y otras comunidades, para influir en la gobernanza territorial y en las acciones de manejo integral del fuego.

Implementar programas y proyectos comunitarios con recursos para subsidiar la prevención, el monitoreo y la respuesta rápida a incendios forestales, mediante asociaciones interinstitucionales.

Promover la participación equitativa de hombres, mujeres y todas las generaciones en la implementación de acciones de manejo integral del fuego, fortaleciendo la cohesión social y la gobernanza inclusiva.



CENTRAL ASHÁNINKA DEL RÍO ENE

PERÚ

La Central Asháninka del Río Ene (CARE) implementó la estrategia PAAMARI en 2024 – paamari significa fuego en la lengua asháninka – para fortalecer el manejo integral del fuego en 45 comunidades indígenas. La iniciativa creó Comités Comunitarios de Monitoreo Forestal y fundó la Escuela CARE, que ofreció siete módulos de capacitación sobre prevención, monitoreo, uso responsable del fuego, operación de drones y gobernanza territorial. Al integrar conocimientos tradicionales con herramientas técnicas – como imágenes de satélite, el Índice Meteorológico de Incendios Forestales (FWI), calendarios de quema y alertas diarias – la estrategia redujo el número de incendios de 25 a 9 y disminuyó el área quemada en un 81,4% en comparación con 2023. En 2025, se formaron nuevas brigadas comunitarias, compuestas por miembros de la comunidad capacitados para la primera respuesta a incendios forestales y para la defensa del territorio.



©Central Asháninka del Rio Ene



©Instituto Boliviano de Investigación Forestal

MONITOREO FORESTAL E INCENDIOS FORESTALES: UNA INICIATIVA DE EMPODERAMIENTO DEL PUEBLO INDÍGENA Y JÓVENES GWARAYÚ

BOLIVIA

El pueblo Gwarayú, en Santa Cruz (Bolivia), representado por la Central de Organizaciones del Pueblo Nativo de Guarayos, posee el derecho colectivo sobre la Tierra Comunitaria de Origen Guarayos, con 1,35 millones de hectáreas tituladas. En ella conviven comunidades, organizaciones de mujeres y forestales comunitarios, que desarrollan alrededor de 50 planes de manejo forestal, fundamentales para los medios de vida, la defensa del territorio y la conservación de la selva, actualmente amenazado por asentamientos ilegales, deforestación e incendios.

Con el acompañamiento del Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF), de la Asociación Forestal Indígena Guarayos y de jóvenes indígenas organizados como Equipo Técnico Juvenil, se impulsan acciones de control territorial, monitoreo y asistencia técnica. A través de la Unidad Técnica Forestal y el Centro de Monitoreo Territorial, realizan la verificación, informes y atención de riesgos, siguiendo protocolos comunitarios definidos y articulando respuestas oportunas con instituciones públicas.

FILHAS-DA MÃE DO FOGO

BRASIL

En 2024, la iniciativa Filhas da Mãe do Fogo apoyó la creación de tres brigadas pioneras formadas exclusivamente por mujeres en la región de Marajó, fortaleciendo el papel de mujeres quilombolas y ribereñas en la prevención, manejo y respuesta al fuego. Enraizada en la Cooperativa Agroextrativista AWA y en capacitaciones comunitarias, la iniciativa amplió el liderazgo femenino en la protección de los territorios tradicionales, en la reducción de los riesgos de incendios forestales, en la mejora de la seguridad doméstica y en la valorización del conocimiento ancestral. En Jocajó, las mujeres se movilizaron para crear su propia brigada en respuesta al aumento de la ocurrencia de incendios, integrándose a un movimiento más amplio que alcanzó 17 municipios. Las brigadas actuaron de forma decisiva en 2024, conteniendo incendios cercanos a comunidades y áreas productivas, además de liderar talleres educativos sobre el uso responsable del fuego con familias locales.



©Observatório do Marajó

PARA LA ACADEMIA

Codesarrollar investigaciones con comunidades, reconociendo el conocimiento tradicional como un sistema legítimo y complementario de saberes, y establecer alianzas duraderas con los territorios como aliados en el fortalecimiento de soluciones locales de manejo integral del fuego.

Desarrollar investigaciones interculturales e intercientíficas que integren los conocimientos y tecnologías tradicionales con los científicos, para comprender mejor los efectos del cambio climático sobre el régimen de lluvias, vientos y temperaturas.

Promover la inclusión de profesionales y líneas de investigación de disciplinas como la agricultura, la sociología, la antropología, las telecomunicaciones, la meteorología y la climatología, entre otras, ampliando el enfoque más allá de las ciencias forestales, biológicas, antropológicas y geográficas.

Fomentar investigaciones científicas articuladas en los ejes centrales del MIF: cultura, ecología y uso del fuego, sin descuidar los estudios orientados al análisis y desarrollo de políticas públicas y marcos de gobernanza en los niveles nacional, subnacional y local.

Producir datos útiles y accesibles para el manejo del fuego en escalas local y regional, apoyando la planificación participativa y la toma de decisiones.

Evaluuar los impactos socioambientales del fuego y la efectividad de las políticas públicas relacionadas, generando evidencias que orienten mejores acciones y decisiones.

Investigar los impactos de la exposición al fuego y al humo en la salud humana, especialmente entre poblaciones vulnerables y avanzar en investigaciones sobre efectos socioambientales más amplios, incluyendo biodiversidad, agua, seguridad alimentaria y género, alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Implementar un programa continuo de monitoreo centrado en la ecología del paisaje, las metapoblaciones y las metacommunidades dentro de un paisaje heterogéneo, de modo que contribuya a mejorar la gestión territorial y orientar decisiones y acciones eficaces.

Garantizar el retorno de los resultados de las investigaciones a las comunidades mediante métodos de traducción del conocimiento adaptados cultural, visual y comunitariamente, y crear trayectorias académicas inclusivas para jóvenes indígenas y campesinos. Las agencias de fomento a la investigación también deben adaptar sus marcos para apoyar estos esfuerzos y promover el uso estratégico local del conocimiento y la formación de liderazgos.



EVALUANDO LA EXPOSICIÓN AL HUMO EN LA AMAZONÍA - USP

BRASIL

Lanzada en 2022, esta iniciativa, desarrollada por la Faculdade de Saúde Pública de la Universidad de São Paulo y el grupo de investigación eXsat (The Human Exposome Research' Group), investiga los impactos de la exposición al humo de los incendios forestales sobre brigadistas y comunidades amazónicas. A través de la recolección de muestras biológicas (sangre, orina, saliva) y ambientales en la región conocida como Arco del Fuego, el proyecto evalúa biomarcadores de exposición y efectos en la salud, identificando metabolitos y proteínas que pueden indicar riesgos biológicos. Al abordar una brecha histórica en los datos de biomonitoring de estas poblaciones en Brasil, la iniciativa avanza en el conocimiento en salud pública. Financiado por la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP – Procesos: 2023/04212-4; 2023/04803-2; 2023/04877-6; y 2024/17990-8), el estudio proporciona evidencias científicas que respaldan políticas de salud y seguridad, ayudando a proteger tanto a quienes combaten los incendios forestales como a quienes viven en las zonas más afectadas.



© Grupo de Pesquisa eXsat



¡FUEGO! – GUÍAS EDUCATIVAS PARA LA SENSIBILIZACIÓN SOBRE EL FUEGO EN LA AMAZONÍA Y EL PANTANAL

Las guías de actividades ¡Fuego! fueron creadas para sensibilizar a las comunidades sobre las causas e impactos de los incendios forestales en la Amazonía y el Pantanal mediante herramientas educativas accesibles y prácticas. Con cinco metodologías adaptables — historia oral, teatro, monitoreo, cine y mapeo social —, las guías conectan el conocimiento científico con el saber tradicional, incentivando la participación comunitaria en la prevención de incendios y la reducción de riesgos. Utilizados por más de 10 mil personas y 70 instituciones, estos materiales fortalecieron la sensibilización y la educación ambiental, aumentaron la percepción de riesgo y empoderaron a los grupos locales para actuar colectivamente frente a la crisis climática.

EJE TRANSVERSAL RED CON TODOS LOS ACTORES

Además de las responsabilidades específicas de cada actor, la implementación efectiva del MIF en la Amazonía depende de la consolidación de redes, plataformas colaborativas y espacios permanentes de diálogo intercultural. Juntos, estos elementos fortalecen la gobernanza multisectorial y permiten el intercambio continuo de experiencias y conocimientos entre territorios.



Fomentar redes amazónicas multisectoriales, locales, nacionales y regionales, que integren gobiernos, comunidades, investigadores y organizaciones de la sociedad civil en acciones coordinadas basadas en la confianza mutua.

Formalizar arreglos de gobernanza compartida con responsabilidades definidas, ciclos continuos de aprendizaje y mecanismos sostenibles de financiamiento (fondos territoriales o mecanismos REDD+ adaptados al MIF).

Establecer plataformas abiertas de monitoreo y aprendizaje, con herramientas simples y accesibles para generar, compartir y utilizar datos territoriales.

Reconocer y apoyar iniciativas comunitarias de comunicación e intercambio entre territorios, como ferias, encuentros, visitas técnicas, radios locales y producciones audiovisuales.

Crear espacios permanentes de formación intercultural que integren prácticas tradicionales y científicas en el diseño de políticas y proyectos.

Garantizar visibilidad, continuidad y financiación para las buenas prácticas existentes, valorizando a quienes las llevan a cabo en el territorio y estimulando su replicabilidad adaptada a diferentes contextos.

Diseñar e implementar programas y proyectos internacionales, nacionales y regionales de MIF que orienten las acciones locales y promuevan la complementariedad en diferentes escalas



PROGRAMA DE BOMBEROS INDÍGENAS DE RIOSUCIO

COLOMBIA

El Programa de Bomberos Indígenas de Riosucio, Caldas, es una estrategia innovadora de la Dirección Nacional de Bomberos de Colombia para prevenir y combatir incendios forestales en territorios indígenas y rurales. Al combinar el conocimiento ancestral de las comunidades con técnicas modernas de control del fuego, el programa capacitó a bomberos indígenas e instaló subestaciones locales con apoyo del gobierno y de socios estratégicos. La iniciativa fortaleció la respuesta comunitaria, redujo significativamente los incendios y promovió la protección de los territorios, la biodiversidad y las economías basadas en la agricultura, la pesca y la ganadería.

REDE DE BRIGADAS DO BAIXO TAPAJÓS

BRASIL

En coordinación con organismos ambientales locales y federales, la Rede de Brigadas do Baixo Tapajós reúne brigadas voluntarias y comunitarias en una estrategia integrada de actividades de MIF. Actuando en más de un millón de hectáreas, la iniciativa combina el mapeo de cultivos, el monitoreo satelital del fuego, la educación climática y un fondo de respuesta a emergencias. Al unir el conocimiento tradicional con tecnología de punta y acciones coordinadas, la red fortaleció la autonomía local, redujo el tiempo de respuesta y protegió vidas, bosques y modos de vida tradicionales en una región compleja y vulnerable.



©Brigada de Alter

DESAFIOS

Posicionar el MIF como una herramienta central para la mitigación y adaptación al cambio climático, de modo que los entornos y territorios sean más resilientes al fuego y estén alineados con los principios de las soluciones basadas en la naturaleza.

Promover una gobernanza inclusiva y coordinada que involucre a gobiernos, sector privado, comunidades y academia, garantizando el reconocimiento de los saberes tradicionales y la participación activa de mujeres, jóvenes y personas mayores.

Avanzar en el desarrollo e implementación de Planes de Manejo Integral del Fuego como herramientas participativas de gestión territorial, integradas a las normas locales de uso del suelo y alineadas con las autorizaciones de uso del fuego, prácticas culturales y medidas de prevención en propiedades rurales.

Asegurar apoyo financiero continuo y de largo plazo para las acciones de MIF en todos los niveles, al mismo tiempo que se involucran socios internacionales para promover estrategias de financiación colaborativas y sostenibles.

Fortalecer las capacidades técnicas, institucionales y comunitarias, pasando de estrategias reactivas a estrategias integradas y alineando las políticas con las diversas realidades y escenarios futuros de cada territorio.

Estandarizar las cualificaciones y promover programas unificados de formación en MIF para garantizar calidad, coherencia y capacidad en toda la región amazónica.

Invertir en la producción de conocimiento y en la integración de herramientas tecnológicas de monitoreo, pronóstico y planificación para apoyar la toma de decisiones territoriales.

Invertir en acciones locales y municipales, como también en brigadas voluntarias y comunitarias, reduciendo igniciones no deseadas y disminuyendo los tiempos de respuesta.

Implementar una estructura de gobernanza a nivel nacional articulada con las estructuras de gobernanza subnacionales, regionales y locales, basadas en el principio de la responsabilidad compartida y en el enfoque de paisaje.





©Augusto Dauster



COOPERACIÓN AMAZÓNICA PARA EL MANEJO INTEGRAL DEL FUEGO

Carlos Salinas¹, Fernando Rodovalho², Cristian Guerrero², Arnaldo Carneiro³

1 Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA)

2 Proyecto CoRAmazonia, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

3 Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) / Observatorio Regional Amazónico (ORA)

Los incendios forestales no reconocen fronteras político-administrativas. Sus impactos atraviesan los límites nacionales, afectando ecosistemas, comunidades y el clima a escala regional. Por eso, la respuesta a este desafío exige más que esfuerzos aislados: requiere cooperación, articulación y compromiso conjunto. Con esa comprensión, en 2023 los Países Miembros de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) establecieron el *Memorando de Entendimiento de Cooperación y Asistencia Mutua para el Manejo Integral del Fuego*¹, con el propósito de desarrollar un sistema de cooperación para el manejo integral del fuego en la región amazónica. Este acuerdo reconoce el carácter transfronterizo de los incendios forestales y establece las bases para la cooperación técnica, el intercambio de experiencias, las acciones coordinadas y el apoyo mutuo.

Esa visión se fortaleció en la Declaración de Belém², realizada por los presidentes de los países amazónicos durante la Cumbre Amazónica en agosto de 2023, donde reafirmaron su compromiso con el desarrollo de políticas y acciones conjuntas destinadas a la prevención y al manejo del fuego, al uso de tecnologías, a la promoción de alternativas al uso del fuego en áreas rurales y al fortalecimiento de las capacidades técnicas, institucionales y comunitarias.



I

RED AMAZÓNICA DE MANEJO INTEGRAL DEL FUEGO (RAMIF)

En este contexto, a finales de 2023 se instituyó la Red Amazónica de Manejo Integral del Fuego (RAMIF). La RAMIF se consolida como un espacio técnico y político de cooperación basado en la igualdad, la solidaridad y el beneficio mutuo. Sus acciones abarcan desde el desarrollo de mecanismos de apoyo y asistencia mutua entre países para el combate de incendios forestales hasta el fortalecimiento de capacidades técnicas e institucionales, el intercambio y la promoción de buenas prácticas en el MIF. Además, la red ha avanzado en estrategias de comunicación

integradas para dar visibilidad a las iniciativas locales y fortalecer el reconocimiento de quienes actúan en los territorios. Más que un arreglo institucional, la RAMIF representa un compromiso colectivo con la selva en pie y con los pueblos que la mantienen viva.

Para orientar su actuación, la RAMIF aprobó en junio de 2024, en Lima (Perú), un Plan de Trabajo Bianual estructurado en campos de acción y acciones estratégicas, como se muestra a continuación:

| Campos de acción | | Acciones estratégicas |
|------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Cooperación y asistencia mutua |  |
| 2 | Fortalecimiento de capacidades |  |
| 3 | Comunicación para el cambio social |  |
| 4 | Planificación estratégica y fortalecimiento institucional |  |

2

OBSERVATORIO REGIONAL AMAZÓNICO (ORA)

Lanzado en 2021, el Observatorio Regional Amazónico (ORA) es una iniciativa de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), concebida como un centro de referencia para la información esencial sobre la gestión integrada y sostenible de la Amazonía. El ORA puede desempeñar un papel fundamental en los esfuerzos de integración de la OTCA: al reunir datos nacionales, ofrece a los Países Miembros una visión conjunta de las realidades amazónicas que trascienden las fronteras nacionales.

Como observatorio, el ORA es responsable de sistematizar información relacionada con eventos críticos que ocurren en la región amazónica y que, al alcanzar un punto de no retorno, podrían desencadenar una nueva dinámica ecosistémica. Su relevancia radica en su capacidad de compilar, integrar, procesar y difundir información científica entre instituciones, autoridades gubernamentales, universidades, el ámbito académico y la sociedad civil en los países amazónicos.

3

OTRAS INICIATIVAS DE COOPERACIÓN GLOBAL Y REGIONAL

La cooperación internacional en torno al MIF, en beneficio de los países amazónicos, se ha fortalecido mediante iniciativas globales, regionales y bilaterales que promueven el intercambio de conocimientos y experiencias, bien como el desarrollo de capacidades para enfrentar los crecientes desafíos de los incendios forestales. El Global Fire Management Hub, de la FAO, funciona como una plataforma mundial de coordinación técnica, promoviendo la capacitación, el intercambio de conocimientos y el apoyo a políticas de manejo integral del fuego en distintos niveles. El Grupo de Expertos en Fuegos Forestales de América Latina y el Caribe (GEFF-LAC), impulsado por la Unión Europea, fomenta el intercambio de experiencias y el desarrollo de capacidades regionales, consolidando una red de especialistas orientada a soluciones adaptadas a las realidades locales.

En el ámbito amazónico, proyectos de cooperación como el CoRAmazonia, de cooperación alemana en alianza con la OTCA, y el Proyecto FiRe (FAO, Alemania y Suiza) suman esfuerzos al promover innovación, capacitación técnica, intercambio de experiencias y fortalecimiento de capacidades institucionales y comunitarias en el MIF. A estos esfuerzos se suman iniciativas como el Programa Amazonía+ de la Unión Europea, proyectos regionales del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), entre otros. Estas acciones convergen en una agenda común que busca reducir los riesgos de incendios forestales, proteger la biodiversidad y contribuir a los compromisos climáticos globales, evidenciando el papel estratégico de la cooperación internacional para la resiliencia socioambiental de la región.





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPÍTULO 1

1. Aliaga-Rossel, E., Martins, M. B., Barrera, S., Benítez, Á., Cano, C. A., dos Santos, T. C. M., et al. Situación, tendencias y dinámica de la diversidad biológica y las contribuciones de la naturaleza para las personas. In: Corvalán, M. E. (ed.) *Evaluación Rápida de la Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos en la Región Amazónica*. OTCA, Proyecto OTCA/BIOMAZ, GIZ-Brasil, BMZ, Instituto Humboldt. Brasília (2023).
2. Levis, C., Costa, F. R., Bongers, F., Peña-Claros, M., Clement, C. R., Junqueira, A. B., et al. Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. *Science* 355, 925–931 (2017). <https://doi.org/10.1126/science.aal0157>
3. Science Panel for the Amazon (SPA). *Amazon Assessment Report 2021*. Nobre, C., Encalada, A., Anderson, E., Roca Alcázar, F. H., Bustamante, M., Mena, C., et al. (eds.) United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York (2021). <https://doi.org/10.55161/RWSX6527>
4. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Summary for policymakers. In: Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Poloczanska, E. S., Mintenbeck, K., Tignor, M., Alegria, A., et al. (eds.) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3–33 (2022). <https://doi.org/10.1017/9781009325844.001>
5. Lovejoy, T. E. & Nobre, C. Amazon tipping point. *Sci. Adv.* 4, eaat2340 (2018). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat2340>
6. Nobre, C. A., Sampaio, G., Borma, L. S., Castilla-Rubio, J. C., Silva, J. S. & Cardoso, M. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 113, 10759–10768 (2016). <https://doi.org/10.1073/pnas.1605516113>
7. Flores, B. M., Montoya, E., Sakschewski, B., et al. Critical transitions in the Amazon forest system. *Nature* 626, 555–564 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06970-0>
8. Marengo, J. A., Cunha, A. P., Espinoza, J.-C., Fu, R., Schöngart, J., Jimenez, J. C., et al. The drought of Amazonía in 2023–2024. *Am. J. Clim. Change* 13, 567–597 (2024). <https://doi.org/10.4236/ajcc.2024133026>
9. Phillips, O. L., Aragão, L. E., Lewis, S. L., Fisher, J. B., Lloyd, J., López-González, G., et al. Drought sensitivity of the Amazon rainforest. *Science* 323, 1344–1347 (2009). <https://doi.org/10.1126/science.1164033>
10. Malhi, Y., Roberts, J. T., Betts, R. A., Killeen, T. J., Li, W. & Nobre, C. A. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. *Science* 319, 169–172 (2008). <https://doi.org/10.1126/science.1146961>
11. Carmenta, R., Cammelli, F., Dressler, W., Verbicaro, C. & Zaehringer, J. G. Between a rock and a hard place: The burdens of uncontrolled fire for smallholders across the tropics. *World Dev.* 145, 105521 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105521>

CAPÍTULO 2

1. Pausas, J. G. & Keeley, J. E. A burning story: the role of fire in the history of life. *BioScience* 59, 593–601 (2009). <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.7.10>
2. Maezumi, S. Y., Fletcher, M. S., Safford, H. & Roberts, P. Fighting with fire: historical ecology and community-based approaches to fire management, stewardship, and ecosystem resilience. *One Earth* 7,

936–941 (2024).

3. Glaser, B., Haumaier, L., Guggenberger, G. & Zech, W. The “Terra Preta” phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften* 88, 37–41 (2001).
4. McMichael, C. H. et al. Predicting pre-Columbian anthropogenic soils in Amazonía. *Proc. R. Soc. B* 281, 20132475 (2014).
5. Levis, C. et al. How people domesticated Amazonian forests. *Front. Ecol. Evol.* 5, 171 (2018). <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00171>
6. Meggers, B. J. Archeological evidence for the impact of mega-Niño events on Amazonía during the past two millennia. *Clim. Change* 28, 321–338 (1994). <https://doi.org/10.1007/BF01104077>
7. Cochrane, M. Fire science for rainforests. *Nature* 421, 913–919 (2003). <https://doi.org/10.1038/nature01437>
8. Santos, F. L. M. et al. Prescribed burning reduces large, high-intensity wildfires and emissions in the Brazilian savanna. *Fire* 4, 56 (2021). <https://doi.org/10.3390/fire4030056>
9. Flores, B. M. & Levis, C. Human-food feedback in tropical forests. *Science* 372, 1146–1147 (2021).
10. Mistry, J., Bilbao, B. A. & Berardi, A. Community owned solutions for fire management in tropical ecosystems: case studies from Indigenous communities of South America. *Philos. Trans. R. Soc. B* 371, 20150174 (2016).
11. Pivello, V. R. The use of fire in the Cerrado and Amazonian rainforests of Brazil: past and present. *Fire Ecol.* 7, 24–39 (2011).
12. Bilbao, B., Mistry, J., Millán, A. & Berardi, A. Sharing multiple perspectives on burning: towards a participatory and intercultural fire management policy in Venezuela, Brazil, and Guyana. *Fire* 2, 39 (2019). <https://doi.org/10.3390/fire2030039>
13. Moura, L. C. et al. The legacy of colonial fire management policies on traditional livelihoods and ecological sustainability in savannas: impacts, consequences, new directions. *J. Environ. Manag.* 232, 600–606 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.057>
14. UNESCO. Indigenous peoples’ traditional knowledge of fire: observing, understanding, and coping with climate change and the vulnerabilities of socio-environmental systems – case studies from the Guiana Shield (Guyana, Suriname, Venezuela). UNESCO, Paris (2024).
15. Bilbao, B. A., Ferrero, B. G., Falleiro, R. M., Moura, L. C. & Fagundes, G. M. Traditional fire uses by Indigenous Peoples and local communities in South America. In: Fidelis, A. & Pivello, V. R. (eds) *Fire in the South American Ecosystems*. Ecological Studies 250. Springer, Cham (2025). https://doi.org/10.1007/978-3-031-89372-8_3
16. Bilbao, B. A., Leal, A. V. & Méndez, C. L. Indigenous use of fire and forest loss in Canaima National Park, Venezuela: assessment of and tools for alternative strategies of fire management in Pemón indigenous lands. *Hum. Ecol.* 38, 663–673 (2010). <https://doi.org/10.1007/s10745-010-9344-0>
17. FAO. Community-based fire management: a review. *Forestry Paper* 166. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome (2011).
18. Myers, R. Living with fire: sustaining ecosystems & livelihoods through integrated fire management. The Nature Conservancy, Global Fire Partnership (2006).
19. Pasiecznik, N. & Goldammer, J. G. (eds) Towards fire-smart landscapes. *Tropical Forest Issues* 61. Tropenbos International, Ede

- (2022).
20. Simmons, C. S., Walker, R. T., Wood, C. H., Arima, E. & Cochrane, M. A. Wildfires in Amazonía: a pilot study examining the role of farming systems, social capital, and fire contagion. *J. Lat. Am. Geogr.* 3, 81–95 (2004). <https://doi.org/10.1353/lag.200>
 21. Bowman, M. S., Amacher, G. S. & Merry, F. D. Fire use and prevention by traditional households in the Brazilian Amazon. *Ecol. Econ.* 7 (2008). <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.12.003>
 22. Silva, R. D. O., Barioni, L. G. & Moran, D. Fire, deforestation, and livestock: when the smoke clears. *Land Use Policy* 100, 104949 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104949>
 23. Becker, B. K. Geopolítica da Amazonía. *Estud. Avançados* 19, 71–86 (2005).
 24. Fearnside, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonía: history, rates, and consequences. *Conserv. Biol.* 19, 680–688 (2005). <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x>
 25. Prates, R. C. & Bacha, C. J. C. Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazonía. *Econ. Soc.* 43 (2011). <https://doi.org/10.1590/S0104-06182011000300006>
 26. Carmenta, R. Between a rock and a hard place: the burden of environmental regulations for smallholders in the Brazilian Amazon. *For. Policy Econ.* 128, 102452 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102452>
 27. Moutinho, P. & Azevedo-Ramos, C. Untitled public forestlands threaten Amazon conservation. *Nat. Commun.* 14, 1152 (2023).
 28. Lapola, D. M. et al. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science* 379, eabp8622 (2023). <https://doi.org/10.1126/science.abp8622>
 29. Berenguer, E. et al. Drivers and ecological impacts of deforestation and forest degradation in the Amazon. In: Nobre, C. et al. (eds) *Amazon Assessment Report 2021*. United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York (2021). <https://doi.org/10.55161/AIZJ1133>
 30. Alencar, A., Brando, P. M., Asner, G. P. & Putz, F. E. Landscape fragmentation, severe drought, and the new Amazon forest fire regime. *Ecol. Appl.* 25, 1493–1505 (2015). <https://doi.org/10.1890/14-1528.1>
 31. Fonseca, M. G. et al. Effects of climate and land-use change on fire regimes in the Amazon. *Nat. Commun.* 14, 345 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-35647-z>
 32. Nepstad, D. et al. Amazon drought and its implications for forest flammability and tree growth: a basin-wide analysis. *Glob. Change Biol.* 10, 704–717 (2004). <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2003.00772.x>
 33. de Faria, B. L. et al. Climate change and deforestation increase the vulnerability of Amazonian forests to post-fire grass invasion. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 30, 2368–2381 (2021).

CAPÍTULO 3

1. MapBiomas Amazonía. Colección 6 de la serie anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo. (2025). Disponible en: <https://amazonia.mapbiomas.org/pt/>
2. MapBiomas Bolivia. Colección 2 de la serie anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de Bolivia. (2025). Disponible en: <https://bolivia.mapbiomas.org/en/>
3. MapBiomas Brasil. Colección 9 de la serie anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de Brasil. (2025). Disponible en: <https://brasil.mapbiomas.org/>
4. MapBiomas Colombia. Colección 2 de la serie anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de Colombia. (2025). Disponible en: <https://colombia.mapbiomas.org/>
5. MapBiomas Ecuador. Colección 2 de la serie anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de Ecuador. (2025). Disponible en: <https://ecuador.mapbiomas.org/>
6. MapBiomas Perú. Colección 3 de la serie anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de Perú. (2025). Disponible en: <https://peru.mapbiomas.org/>
7. MapBiomas Venezuela. Colección 2 de la serie anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de Venezuela. (2025). Disponible en: <https://venezuela.mapbiomas.org/en/>
8. Shlisky, A., Alencar, A., Manta, M. & Curran, L. M. Overview: Global fire regime conditions, threats, and opportunities for fire management in the tropics. In: Cochrane, M. A. (ed.) *Tropical Fire Ecology* 65–83 (Springer, 2009).
9. Pivello, V. R. et al. Understanding Brazil's catastrophic fires: causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. *Perspect. Ecol. Conserv.* 19, 233–255 (2021).
10. Meggers, B. J. Archeological evidence for the impact of mega-Niño events on Amazonía during the past two millennia. *Clim. Change* 28, 321–338 (1994).
11. Bilbao, B., Mistry, J., Millán, A. & Berardi, A. Sharing multiple perspectives on burning. *Fire* 2, 39 (2019).
12. Giglio, L., Csiszar, I. & Justice, C. O. Global distribution and seasonality of active fires with MODIS. *J. Geophys. Res. Biogeosci.* 111, G02016 (2006).
13. Lima, A., Silva, T. S. F. & Aragão, L. E. O. C. Land use/cover changes determine the spatial relationship between fire and deforestation in the Brazilian Amazon. *Appl. Geogr.* 34, 239–246 (2012).
14. Alencar, A. A., Brando, P. M., Asner, G. P. & Putz, F. E. Landscape fragmentation, severe drought, and the new Amazon forest fire regime. *Ecol. Appl.* 25, 1493–1505 (2015).
15. Alencar, A. A. C. et al. Long-term Landsat-based monthly burned area dataset. *Remote Sens.* 14, 2510 (2022).
16. Cochrane, M. A. Fire science for rainforests. *Nature* 421, 913–919 (2003).
17. Barlow, J., Berenguer, E., Carmenta, R. & França, F. Clarifying Amazonía's burning crisis. *Glob. Change Biol.* 26, 319–321 (2020).
18. Projeto MapBiomas. Coleção 10 da série anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. (2025). Disponible en: <https://brasil.mapbiomas.org/>
19. Brando, P. M. et al. Droughts, wildfires, and forest carbon cycling: a pantropical synthesis. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 47, 555–581 (2019).
20. Silvério, D. V. et al. Intensification of fire regimes and forest loss in the Território Indígena do Xingu. *Environ. Res. Lett.* 17, 045012 (2022).
21. Lapola, D. M. et al. The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science* 379, eabp8622 (2023).
22. Alencar, A., Nepstad, D. & Diaz, M. C. V. Forest understory fire in the Brazilian Amazon. *Earth Interact.* 10, 1–17 (2006).
23. Aragão, L. E. O. C. et al. Drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. *Nat. Commun.* 9, 536 (2018).
24. Vara-Vela, A. L. et al. A predictive framework for Amazon forest fire smoke dispersion. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 102, E1700–E1713 (2021).
25. Nepstad, D. et al. Amazon drought and implications for forest flammability and tree growth. *Glob. Change Biol.* 10, 704–717 (2004).
26. Marengo, J. A. et al. Long-term variability, extremes and changes in temperature and hydrometeorology in the Amazon. *Acta Amaz.* 54, e54es22098 (2024).

27. Cochrane, M. A. et al. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed-canopy tropical forests. *Science* 284, 1832–1835 (1999).
28. Brando, P. M. et al. Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought–fire interactions. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 111, 6347–6352 (2014).
29. Berenguer, E. et al. Tracking the impacts of El Niño drought and fire in human-modified Amazonian forests. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 118, e2019377118 (2021).
30. Giglio, L. Global estimation of burned area using MODIS active fire observations. *Atmos. Chem. Phys.* 6, 957–974 (2006).
31. Pessôa, A. C. M. et al. Intercomparison of burned area products and implications for carbon emission estimates in the Amazon. *Remote Sens.* 12, 3864 (2020).
32. Science Panel for the Amazon (SPA). Amazon Assessment Report 2021 – Annex I: The multiple viewpoints for the Amazon. (UN SDSN, 2021).
33. RAISG. Amazon Geo-Referenced Socio-Environmental Information Network. RAISG limits 2024 [cartographic data]. (2024).
34. Carvalho, N. S. et al. Spatio-temporal variation in dry season determines the Amazonian fire calendar. *Environ. Res. Lett.* 16, 125009 (2021).
35. Fundación Tierra. *Incendios forestales 2024: Tras las huellas del fuego.* (2024).
36. Pacheco, P. El contexto de la deforestación y degradación de los bosques en Bolivia: causas, agentes e instituciones. (CIFOR, 2012).
37. WWF. *Uncovering sub-regional drivers of deforestation in the Amazon.* (2024).
38. Maillard, O. et al. Forest cover fragmentation, drought and forest fires in Santa Cruz, Bolivia. *Forests* 11, 910 (2020).
39. He, Y. et al. Enact reforms to protect Bolivia's forests from fire. *Science* 387, 255 (2025).
40. Pismel, G. O. et al. Wildfire governance in a tri-national frontier of southwestern Amazonia. *Int. J. Disaster Risk Reduct.* 86, 103529 (2023).
41. Singh, M. et al. Fire dynamics of the Bolivian Amazon. *Land* 11, 1436 (2022).
42. BRASIL. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazonia Legal. (2004).
43. Haddad, E. A. et al. Economic drivers of deforestation in the Brazilian Legal Amazon. *Nat. Sustain.* 7, 1141–1148 (2024).
44. Morton, D. C. et al. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 103, 14637–14641 (2006).
45. Morton, D. C. et al. Agricultural intensification increases deforestation fire activity in Amazonia. *Glob. Change Biol.* 14, 2262–2275 (2008).
46. Brito, B. et al. Stimulus for land grabbing and deforestation in the Brazilian Amazon. *Environ. Res. Lett.* 14, 064018 (2019).
47. Armenteras, D., Schneider, L. & Dávalos, L. M. Fires in protected areas reveal unforeseen costs of Colombian peace. *Nat. Ecol. Evol.* 3, 20–23 (2019).
48. Armenteras, D. et al. Curb land grabbing to save the Amazon. *Nat. Ecol. Evol.* 3, 1497 (2019).
49. Peek, P. Urban poverty, migration and land reform in Ecuador. *ILO Working Paper* (1979).
50. Messina, J. P. & Cochrane, M. A. The forests are bleeding: land-use change and a new fire regime in the Ecuadorian Amazon. *J. Lat. Am. Geogr.* 6, 85–100 (2007).
51. Wasserstrom, R. & Southgate, D. D. Deforestation, agrarian reform and oil development in Ecuador, 1964–1994. *Natural Resources* 4, 31 (2013).
52. Dezécache, C. et al. Gold-rush in a forested El Dorado: deforestation leakages and need for regional cooperation. *Environ. Res. Lett.* 12, 034013 (2017).
53. Torres-Padilla, J. *Informe: Incendios forestales y deforestación en la Amazonía peruana.* (2025).
54. Finer, M. et al. Future of oil and gas development in the western Amazon. *Environ. Res. Lett.* 10, 024003 (2015).
55. Finer, M. & Mamani, N. Deforestación 2020 en la Amazonía Peruana (MAAP n.º 124). (2020).
56. Uriarte, M. et al. Depopulation of rural landscapes exacerbates fire activity in the western Amazon. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 109, 21546–21550 (2012).
57. Valdivia Blume, C. Expansión de la frontera agropecuaria y deforestación en la Amazonía peruana. (2024).
58. Giljum, S. et al. Uncovering global drivers of forest loss due to mining. *Nat. Commun.* 13, 116 (2022).
59. Pacheco, P., Aguado, I. & Mollicone, D. Drivers of forest fires in the Venezuelan Amazon. *Reg. Environ. Change* 14, 1041–1053 (2014).

CAPÍTULO 4

1. Jolly, W. M. et al. Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013. *Nat Commun* 6, 7537 (2015). <https://doi.org/10.1038/ncomms8537>
2. Jones, M. W. et al. Global and Regional Trends and Drivers of Fire Under Climate Change. *Reviews of Geophysics* 60, e2020RG000726 (2022). <https://doi.org/10.1029/2020RG000726>
3. Libonati, R. et al. Drought–heatwave nexus in Brazil and related impacts on health and fires: A comprehensive review. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1517, 44–62 (2022b). <https://doi.org/10.1111/nyas.14764>
4. Libonati, R. et al. Twenty-first century droughts have not increasingly exacerbated fire season severity in the Brazilian Amazon. *Sci Rep* 11, 4400 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83724-7>
5. Berenguer, E. et al. Drivers and ecological impacts of deforestation and forest degradation in the Amazon. *Acta Amaz.* 54, e54es22342 (2024). <https://doi.org/10.1590/1809-4392202301113>
6. Oliveras Menor, I. et al. Integrated fire management as an adaptation and mitigation strategy to altered fire regimes. *Commun Earth Environ* 6, 202 (2025). <https://doi.org/10.1038/s43247-025-01553-3>
7. Flores, B. M. et al. Critical transitions in the Amazon forest system. *Nature* 626, 555–564 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07288-0>
8. Lovejoy, T. E. & Nobre, C. Amazon Tipping Point. *Sci. Adv.* 4, eaat2340 (2018). <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat2340>
9. NASA Goddard Institute for Space Studies. GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP). <https://data.giss.nasa.gov/> (2024).
10. Sherwood, S. C. & Huber, M. An adaptability limit to climate change due to heat stress. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 107, 9552–9555 (2010). <https://doi.org/10.1073/pnas.0913352107>
11. Geirinhas, J. L., Trigo, R. M., Libonati, R., Coelho, C. A. S. & Palmeira, A. C. Climatic and synoptic characterization of heat waves in Brazil. *Int. J. Climatol* 38, 1760–1776 (2018). <https://doi.org/10.1002/joc.5294>
12. Miranda, V. F. V. V. et al. Heat stress in South America over the last four decades: a bioclimatic analysis. *Theor Appl Climatol* 155, 911–928 (2024). <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04847-3>

13. Monteiro Dos Santos, D. et al. Twenty-first-century demographic and social inequalities of heat-related deaths in Brazilian urban areas. *PLoS ONE* 19, e0295766 (2024). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295766>
14. Marengo, J. A. et al. Climatological patterns of heatwaves during winter and spring 2023 and trends for the period 1979–2023 in central South America. *Front. Clim.* 7, 1529082 (2025). <https://doi.org/10.3389/fclim.2025.1529082>
15. Jiménez-Muñoz, J. C., Sobrino, J. A., Mattar, C. & Malhi, Y. Spatial and temporal patterns of the recent warming of the Amazon forest. *JGR Atmospheres* 118, 5204–5215 (2013). <https://doi.org/10.1002/jgrd.50456>
16. Jiménez, J. C. et al. Vegetation Warming and Greenness Decline across Amazonía during the Extreme Drought of 2023. *Remote Sensing* 16, 2519 (2024). <https://doi.org/10.3390/rs16102519>
17. Marengo, J. A. et al. The Drought of Amazonía in 2023-2024. *AJCC* 13, 567–597 (2024). <https://doi.org/10.4236/ajcc.2024.134028>
18. de Lima, L. S. et al. Severe droughts reduce river navigability and isolate communities in the Brazilian Amazon. *Commun Earth Environ* 5, 370 (2024). <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01585-w>
19. Maciel, D. A. et al. Sentinel-1 data reveals unprecedented reduction of open water extent due to 2023-2024 drought in the central Amazon basin. *Environ. Res. Lett.* 19, 124034 (2024). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad813b>
20. Libonati, R. et al. Assessing the role of compound drought and heatwave events on unprecedented 2020 wildfires in the Pantanal. *Environ. Res. Lett.* 17, 015005 (2022a). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac449c>
21. Libonati, R. et al. Drought-heatwave nexus in Brazil and related impacts on health and fires: A comprehensive review. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1517, 44–62 (2022b). <https://doi.org/10.1111/nyas.14764>
22. Geirinhas, J. L. et al. Recent increasing frequency of compound summer drought and heatwaves in Southeast Brazil. *Environ. Res. Lett.* 16, 034036 (2021). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abde36>
23. Zscheischler, J. et al. Compound weather and climate events: a review. *Nat Rev Earth Environ* 1, 333–347 (2020). <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0060-z>
24. Geirinhas, J. L., Russo, A. C., Libonati, R. et al. Combined large-scale tropical and subtropical forcing on the severe 2019–2022 drought in South America. *npj Clim Atmos Sci* 6, 185 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41612-023-00510-3>
25. Mukherjee, S., Mishra, A. K., Ashfaq, M. & Kao, S.-C. Relative effect of anthropogenic warming and natural climate variability to changes in Compound drought and heatwaves. *Journal of Hydrology* 605, 127396 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.127396>
26. Costa, D. F., Gomes, H. B., Silva, M. C. L. & Zhou, L. The most extreme heat waves in Amazonía happened under extreme dryness. *Clim Dyn* 59, 281–295 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00382-022-06182-9>
27. Drumond, A. et al. The role of the Amazon Basin moisture in the atmospheric branch of the hydrological cycle: a Lagrangian analysis. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 18, 2577–2598 (2014). <https://doi.org/10.5194/hess-18-2577-2014>
28. Espinoza, J.-C. et al. The new record of drought and warmth in the Amazon in 2023 related to regional and global climatic features. *Sci Rep* 14, 8107 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54140-y>
29. Cochrane, M. A. & Barber, C. P. Climate change, human land use and future fires in the Amazon. *Global Change Biology* 15, 601–612 (2009). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01786.x>
30. Libonati, R. et al. Drought-heatwave nexus in Brazil and related impacts on health and fires: A comprehensive review. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1517, 44–62 (2022b). <https://doi.org/10.1111/nyas.14764>
31. Zscheischler, J. et al. Compound weather and climate events in 2024. *Nat Rev Earth Environ* 6, 240–242 (2025). <https://doi.org/10.1038/s43017-025-00777-9>
32. Clarke, B. et al. Climate change, not El Niño, main driver of extreme drought in highly vulnerable Amazon River Basin. (2024). <https://doi.org/10.25561/108761>
33. Panisset, J. S. et al. Contrasting patterns of the extreme drought episodes of 2005, 2010 and 2015 in the Amazon Basin. *Int J Climatol* 38, 1096–1104 (2018). <https://doi.org/10.1002/joc.5224>
34. Nepstad, D. et al. Amazon drought and its implications for forest flammability and tree growth: a basin wide analysis. *Global Change Biology* 10, 704–717 (2004). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2003.00786.x>
35. Bowman, D. M. J. S. et al. Fire in the Earth System. *Science* 324, 481–484 (2009). <https://doi.org/10.1126/science.1163886>
36. Vitolo, C. et al. ERA5-based global meteorological wildfire danger maps. *Sci Data* 7, 216 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0544-y>
37. O'Neill, B. C. et al. The Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6. *Geosci. Model Dev.* 9, 3461–3482 (2016). <https://doi.org/10.5194/gmd-9-3461-2016>
38. IPCC. *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press (2022). <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
39. Coppola, E. et al. Climate hazard indices projections based on CORDEX-CORE, CMIP5 and CMIP6 ensemble. *Clim Dyn* 57, 1293–1383 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00382-021-05640-z>
40. Schwingshackl, C., Sillmann, J., Vicedo Cabrera, A. M., Sandstad, M. & Aunan, K. Heat Stress Indicators in CMIP6: Estimating Future Trends and Exceedances of Impact Relevant Thresholds. *Earth's Future* 9, e2020EF001885 (2021). <https://doi.org/10.1029/2020EF001885>
41. Almazroui, M. et al. Assessment of CMIP6 Performance and Projected Temperature and Precipitation Changes Over South America. *Earth Syst Environ* 5, 155–183 (2021). <https://doi.org/10.1007/s41748-021-00237-9>
42. Quilcaillie, Y. & Batibeniz, F. Fire weather index data under historical and SSP projections in CMIP6 from 1850 to 2100. Preprint at <https://doi.org/10.3929/ETHZ-B-000583391> (2022).
43. Quilcaillie, Y., Batibeniz, F., Ribeiro, A. F. S., Padrón, R. S. & Seneviratne, S. I. Fire weather index data under historical and shared socioeconomic pathway projections in the 6th phase of the Coupled Model Intercomparison Project from 1850 to 2100. *Earth Syst. Sci. Data* 15, 2153–2177 (2023). <https://doi.org/10.5194/essd-15-2153-2023>

CAPÍTULO 5

1. Fidelis, A. *Is fire always the “bad guy”?* *Flora* 268, 151611 (2020).
2. Bilbao, B. A., Ferrero, B. G., Falleiro, R. M., Moura, L. C. & Fagundes, G. M. Traditional Fire Uses by Indigenous Peoples and Local Communities in South America. In *Fire in the South American Ecosystems* 39–81 (Springer, Cham, 2025).
3. de Mendonça, M. J. C. et al. The economic cost of the use of fire in the Amazon. *Ecol. Econ.* 49, 89–105 (2004).
4. Johnston, F. H., Williamson, G., Borchers-Arriagada, N., Henderson, S. B. & Bowman, D. M. Climate change, landscape fires, and human health: a global perspective. *Annu. Rev. Public Health* 45, 295–314 (2024).

5. To, P., Eboreime, E. & Agyapong, V. I. O. The Impact of Wildfires on Mental Health: A Scoping Review. *Behav. Sci.* 11, 126 (2021).
6. Brando, P. M. et al. Fire-induced tree mortality in a neotropical forest: the roles of bark traits, tree size, wood density and fire behavior. *Glob. Change Biol.* 18, 630–641 (2012).
7. Cochrane, M. A. et al. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. *Science* 284, 1832–1835 (1999).
8. Silvério, D. V. et al. Testing the Amazon savannization hypothesis: fire effects on invasion of a neotropical forest by native cerrado and exotic pasture grasses. *Phil. Trans. R. Soc. B* 368, 20120427 (2013).
9. Armenteras, D. et al. Fire-induced loss of the world's most biodiverse forests in Latin America. *Sci. Adv.* 7, eabd3357 (2021).
10. Foley, J. A. et al. Amazonía revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Environ. Res. Lett.* 2, 045015 (2007).
11. Pereira, A. R., Torres, F. T. P. & Berlinck, C. N. Ecological implications of the direct effects of fire on neotropical vertebrates. *Sci. Total Environ.* 979, 179437 (2025).
12. Pfeifer, M. et al. Creation of forest edges has a global impact on forest vertebrates. *Nature* 551, 187–191 (2017).
13. Maillard, O., Herzog, S. K., Soria-Auza, R. W. & Vides-Almonacid, R. Impact of fires on Key Biodiversity Areas (KBAs) and priority bird species for conservation in Bolivia. *Fire* 5, 4 (2022).
14. Ledezma-Vargas, R. & Nina, R. E. Impacto de los incendios en la estructura y composición de la vegetación del Bosque Seco Chiquitano. Informe Técnico. Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado (2021).
15. Silva, C. V. et al. Estimating the multi-decadal carbon deficit of burned Amazonian forests. *Environ. Res. Lett.* 15, 114023 (2020).
16. Andreae, M. O. et al. Transport of biomass burning smoke to the upper troposphere by deep convection in the equatorial region. *Geophys. Res. Lett.* 28, 951–954 (2001).
17. Barros, B., Oliveira, M. & Moraes, S. Continent-based systematic review of the short-term health impacts of wildfire emissions. *J. Toxicol. Environ. Health B* 26, 387–415 (2023).
18. Nawaz, M. O. & Henze, D. K. Premature deaths in Brazil associated with long-term exposure to PM2.5 from Amazon fires between 2016 and 2019. *GeoHealth* 4, e2020GH000268 (2020).
19. Butt, E. W. et al. Large air quality and public health impacts due to Amazonian deforestation fires in 2019. *GeoHealth* 5, e2021GH000429 (2021).
20. Sant'Anna, A. A. & Rocha, R. Health impacts of deforestation-related fires in the Brazilian Amazon. Instituto de Estudos para Políticas de Saúde (2020).
21. Carneiro, J., Cole, M. A. & Strobl, E. Foetal Exposure to Air Pollution and Students' Cognitive Performance: Evidence from Agricultural Fires in Brazil. *Oxf. Bull. Econ. Stat.* 86, 156–186 (2024).
22. Butt, E. W. et al. Large air quality and human health impacts due to Amazon forest and vegetation fires. *Environ. Res. Commun.* 2, 095001 (2020).
23. Oliveira, A. S. et al. Economic losses to sustainable timber production by fire in the Brazilian Amazon. *Geogr. J.* 185, 55–67 (2019).
24. Canavire-Bacarreza, G., Puerta-Cuertas, A. & Ramos, A. On the effects of wildfires on poverty in Bolivia. *J. Dev. Econ.* 175, 103494 (2025).
25. Hope, E. S., McKenney, D. W., Johnston, L. M. & Johnston, J. M. A cost-benefit analysis of WildFireSat, a wildfire monitoring satellite mission for Canada. *PLoS One* 19, e0302699 (2024).
26. Wang, D. et al. Economic footprint of California wildfires in 2018. *Nat. Sustain.* 4, 252–260 (2020).
27. Kiely, L. et al. Assessing costs of Indonesian fires and the benefits of restoring peatland. *Nat. Commun.* 12, 1–11 (2021).
28. Campanharo, W. A., Lopes, A. P., Anderson, L. O., da Silva, T. F. M. R. & Aragão, L. E. O. C. Translating Fire Impacts in Southwestern Amazonia into Economic Costs. *Remote Sens.* 11, 764 (2019).
29. Barrett, K. The full community costs of wildfire. Headwater Economics (2018). <https://headwaterseconomics.org/wp-content/uploads/full-wildfire-costs-report.pdf>
30. Thomas, D. S., Butry, D. T., Gilbert, S. W., Webb, D. H. & Fung, J. F. The costs and losses of wildfires: a literature review. NIST Special Publication 1215 (2017).
31. Buckley, M. et al. Mokelumne watershed avoided cost analysis: why Sierra fuel treatments make economic sense. Sierra Nevada Conservancy, The Nature Conservancy & USDA Forest Service (2014).
32. Jones, K. W., Gannon, B., Timberlake, T., Chamberlain, J. L. & Wolk, B. Societal benefits from wildfire mitigation activities through payments for watershed services: Insights from Colorado. *For. Policy Econ.* 135, 102661 (2022).
33. Hjerpe, E. E., Colavito, M. M., Waltz, A. E. & Meador, A. S. Return on investments in restoration and fuel treatments in frequent-fire forests of the American west: A meta-analysis. *Ecol. Econ.* 223, 108244 (2024).
34. Prestemon, J. P., Butry, D. T., Abt, K. L. & Sutphen, R. Net benefits of wildfire prevention education efforts. *For. Sci.* 56, 181–192 (2010).
35. Venn, T. J. & Quiggin, J. Early evacuation is the best bushfire risk mitigation strategy for south-eastern Australia. *Aust. J. Agric. Resour. Econ.* 61, 481–497 (2017).
36. Oliveira, A. S. et al. Costs and effectiveness of public and private fire management programs in the Brazilian Amazon and Cerrado. *For. Policy Econ.* 127, 102447 (2021).
37. Machado, M. S. et al. Emergency policies are not enough to resolve Amazonía's fire crises. *Commun. Earth Environ.* 5, 204 (2024).
38. World Bank Group. *The cost of fire: an economic analysis of Indonesia's 2015 fire crisis*. Indonesia sustainable landscapes knowledge note no. 1 (2016).

CAPÍTULO 6

1. World Health Organization (WHO). *COP29 special report on climate change and health: Health is the argument for climate action*. Geneva: WHO (2024).
2. Armenteras, D. et al. Human well-being and health impacts of the degradation of terrestrial and aquatic ecosystems. In: *Amazon Assessment Report 2021* (eds Nobre, C. et al.) United Nations Sustainable Development Solutions Network, New York (2021).
3. Butt, E. W., Conibear, L., Knot, C. & Spracklen, D. V. Large air quality and public health impacts due to Amazonian deforestation fires in 2019. *GeoHealth* 5, e2021GH000429 (2021).
4. Bolaño-Díaz, S., Camargo-Caicedo, Y., Tovar Bernal, F. & Bolaño-Ortiz, T. R. The effect of forest fire events on air quality: A case study of Northern Colombia. *Fire* 5, 191 (2022).
5. Ribeiro, M. R. et al. Amazon wildfires and respiratory health: Impacts during the forest fire season from 2009 to 2019. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 21, 675 (2024).
6. Machado-Silva, F. et al. Drought and fires influence the respiratory diseases hospitalizations in the Amazon. *Ecol. Indic.* 109, 105817 (2020).
7. Requia, W. J. et al. Health impacts of wildfire-related air pollution in Brazil: A nationwide study of more than 2 million hospital admis-

- sions between 2008 and 2018. *Nat. Commun.* 12, 6555 (2021).
8. Ignotti, E. et al. Impact on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region. *Rev. Saúde Pública* 44, 121–130 (2010).
 9. Campanharo, W. A., Morello, T., Christofoletti, M. A. M. & Anderson, L. O. Hospitalization due to fire-induced pollution in the Brazilian Legal Amazon from 2005 to 2018. *Remote Sens.* 14, 69 (2022).
 10. Blaskievicz, P. H. et al. Atmospheric pollution exposure increases disease activity of systemic lupus erythematosus. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, 1984 (2020).
 11. Cândido da Silva, A. M., Moi, G. P., Mattos, I. E. & Hacon, S. S. Low birth weight at term and the presence of fine particulate matter and carbon monoxide in the Brazilian Amazon. *BMC Pregnancy Childbirth* 14, 309 (2014).
 12. Sisenando, H. A. et al. Micronucleus frequency in children exposed to biomass burning in the Brazilian Legal Amazon region: A control case study. *BMC Oral Health* 12, 6 (2012).
 13. Gioda, A. et al. Assessing over decadal biomass burning influence on particulate matter composition in subequatorial Amazon. *Atmos. Pollut. Res.* 14, 101675 (2023).
 14. Andreae, M. O. et al. Smoking rain clouds over the Amazon. *Science* 303, 1337–1342 (2004).
 15. Holanda, B. A. et al. African biomass burning affects aerosol cycling over the Amazon. *Commun. Earth Environ.* 4, 154 (2023).
 - Stein, A. F. et al. NOAA's HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 96, 2059–2077 (2015).
 16. Rolph, G., Stein, A. & Stunder, B. Real-time Environmental Applications and Display System: READY. *Environ. Model. Softw.* 95, 210–228 (2017).
 17. Rocha, R. & Sant'Anna, A. A. Winds of fire and smoke: Air pollution and health in the Brazilian Amazon. *World Dev.* 151, 105722 (2022).
 18. Carvalho, L. V. B. et al. Exposição ocupacional a substâncias químicas, fatores socioeconômicos e Saúde do Trabalhador: uma visão integrada. *Saúde Debate* 41, 313–326 (2017).
 19. Palmeiro-Silva, Y. K. et al. Identifying gaps on health impacts, exposures, and vulnerabilities to climate change on human health and wellbeing in South America: A scoping review. *Lancet Reg. Health Am.* 26, 100580 (2023).
 20. Allen, T. et al. Global hotspots and correlates of emerging zoonotic diseases. *Nat. Commun.* 8, 1124 (2017).
 21. International Agency for Research on Cancer (IARC). *Occupational exposure as a firefighter*. IARC Monographs, Vol. 132. Lyon: WHO/ IARC (2023).
 22. Oliveira, M. et al. Firefighters exposure to fire emissions: Impact on biomarkers of exposure to PAHs and genotoxic/oxidative effects. *J. Hazard. Mater.* 383, 121179 (2020).
 23. Held, M. B. et al. Environmental health of wildland firefighters: A scoping review. *Fire Ecol.* 20, 16 (2024).
 24. Amorim, L. C. A. Os biomarcadores e sua aplicação na avaliação da exposição aos agentes químicos ambientais. *Rev. Bras. Epidemiol.* 6, 158–166 (2003).
- the Amazon forest system. *Nature* 626, 555–564 (2024).
4. Londres, M., Salk, C., Andersson, K. P., Tengö, M., Brondizio, E. S., Lopes, G. R. et al. Place-based solutions for global social-ecological dilemmas: An analysis of locally grounded, diversified, and cross-scalar initiatives in the Amazon. *Glob. Environ. Change* 82, 102718 (2023).
 5. Nóbrega Spínola, J., Soares da Silva, M. J., Assis da Silva, J. R., Barlow, J., Ferreira, J. & Leverkus, A. B. A shared perspective on managing Amazonian sustainable-use reserves in an era of megafires. *J. Appl. Ecol.* 57, (2020).
 6. Myers, R. *Living with Fire: Sustaining ecosystems & livelihoods through Integrated Fire Management*. The Nature Conservancy, Global Fire Partnership (2006).
 7. FAO. *Community-based fire management: A review*. Forestry Paper 166. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome (2011).
 8. Pasiecznik, N. & Goldammer, J. G. (eds). *Towards fire-smart landscapes*. Tropical Forest Issues 61. Tropenbos International, Ede, the Netherlands (2022).
 9. UNEP. *Spreading like wildfire: The rising threat of extraordinary landscape fires*. United Nations Environment Programme (2022).
 10. Oliveras Menor, I., Prat-Guitart, N., Spaldoni, G. L. et al. Integrated fire management as an adaptation and mitigation strategy to altered fire regimes. *Commun. Earth Environ.* 6, 202 (2025).
 11. FAO. *Integrated Fire Management Voluntary Guidelines – Principles and strategic actions. Second edition*. Forestry Working Paper 41. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome (2024).
 12. Maffi, L. What is biocultural diversity? In *Biocultural diversity conservation* 3–11 (Routledge, 2012).
 13. Brasil. Lei nº 14.944, de 31 de julho de 2024 – Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo. Diário Oficial da União, Brasília (2024).
 14. Erickson, P. J. What is the vulnerability of a food system to global environmental change? *Ecol. Soc.* 13, 2 (2008).
 15. Rosenfeld, T., Pokorny, B., Marcovitch, J. & Poschen, P. BIOECONOMY based on non-timber forest products for development and forest conservation. *For. Policy Econ.* 163, 103228 (2024).
 16. Schlossberg, D. & Collins, L. B. From environmental to climate justice: climate change and the discourse of environmental justice. *WIREs Clim. Change* 5, 359–374 (2014).
 17. Sultana, F. Critical climate justice. *Geogr. J.* 188, 118–124 (2022).
 18. Ottolini, I., Salesa, D., del Romero Renau, L. & Salvador, N. Kindling Change: Shaping a New Fire Culture in Mediterranean socioenvironmental systems from the roots. *Hum. Geogr.* 18, 1 (2024).
 19. UNFCCC. *Paris Agreement*. United Nations Framework Convention on Climate Change (2015).
 20. CBD. *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2022).
 21. UNDRR. *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2015).

CAPÍTULO 7

1. Carmenta, R., Cammelli, F., Dressler, W., Verbicardo, C. & Zaehringer, J. G. Between a rock and a hard place: The burdens of uncontrolled fire for smallholders across the tropics. *World Development* 145, 105521 (2021).
2. Lovejoy, T. E. & Nobre, C. Amazon tipping point. *Sci. Adv.* 4, eaat2340 (2018).
3. Flores, B. M., Montoya, E., Sakschewski, B. et al. Critical transitions in

EPÍLOGO

1. OTCA – Organização do Tratado de Cooperação Amazônica. Memorando de Entendimento entre os Países Membros da OTCA para a Cooperação em Manejo Integrado do Fogo na Região Amazônica. (OTCA, 2021); disponível en: <https://otca.org/memorando-fogo/>
2. OTCA – Organização do Tratado de Cooperação Amazônica. Declaração de Belém: Cúpula dos Países Amazônicos. (OTCA, 2023); Disponível en: <https://otca.org/declaracao-de-belem/>



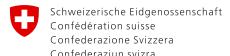


FRONTERAS DEL FUEGO

UN PANORAMA
DEL FUEGO EN LA
REGIÓN AMAZÓNICA



EJECUCIÓN



Embajada de Suiza en el Perú
Cooperación Internacional - COSUDE
Hub Regional Lima

SOCIOS ESTRÁTÉGICOS



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA

