

Incendios forestales: ¿la punta del iceberg para la salud planetaria?

El cambio climático es uno de los principales fenómenos que están ocurriendo y son responsables por emergencias sanitarias en todo el mundo. El cambio climático ha determinado un aumento en el número de incendios forestales, debido a la combinación de condiciones cálidas y secas, con vientos, deforestación e intervención humana. Los incendios forestales, provocados por causas naturales o antropogénicas, son considerados una de las perturbaciones naturales más extendidas en los ecosistemas forestales del mundo. Se estima que la exposición al material particulado PM_{2.5} liberadas durante los incendios forestales se encuentran asociado a 0,68 millones de muertes/año, la mayoría de ellas en niños menores de cinco años. El transporte de PM_{2.5} relacionado con los incendios forestales es de gran alcance y contribuye a la mala calidad del aire incluso después de las temporadas de incendios. La actividad de incendios forestales en 2021-2022 en algunas regiones del mundo fue en una escala mucho mayor que la vista anteriormente en el conjunto de datos del Servicio de Monitoreo de la Atmósfera de Copernicus (CAM5). Así, este documento presenta diferentes informes sobre incendios forestales ocurridos en diversas partes del mundo, especialmente en América Latina, durante los años 2019-2022.

Palabras clave: Incendios forestales; cambio climático; Deforestación; Material particulado; Salud planetaria.

Incêndios florestais: a ponta do iceberg para a saúde planetária?

A mudança climática é um dos principais fenômenos que estão ocorrendo e é responsável por emergências de saúde em todo o mundo. As alterações climáticas determinaram o aumento do número de incêndios florestais, devido à conjugação de condições quentes e secas, com ventos, desflorestação e intervenção humana. Os incêndios florestais, causados por causas naturais ou antrópicas, são considerados uma das perturbações naturais mais difundidas nos ecossistemas florestais do mundo. Estima-se que a exposição ao material particulado PM_{2.5} liberado durante incêndios florestais esteja associada a 0,68 milhões de mortes/ano, a maioria delas em crianças menores de cinco anos. O transporte de PM_{2.5} relacionado a incêndios florestais é de longo alcance e contribui para a má qualidade do ar, mesmo após as temporadas de incêndios. A atividade de incêndios florestais em 2021-2022 em algumas regiões do mundo foi em uma escala muito maior do que a vista anteriormente no conjunto de dados Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAM5). Assim, este documento apresenta diferentes relatórios sobre incêndios florestais ocorridos em várias partes do mundo, especialmente na América Latina, durante os anos de 2019-2022.

Palavras-chave: Incêndios florestais; Alterações Climáticas; Desmatamento; Assunto particular; Saúde planetária.

Topic: **Epidemiologia e Saúde Ambiental**

Received: **05/02/2022**

Approved: **17/05/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Marilyn Nilda Esther Urrutia de Pereira 
Universidade Federal do Pampa, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4501105206228349>
<https://orcid.org/0000-0001-6575-7897>
urrutiamarilyn@gmail.com

Guillermo Guidos Fogelbach 
Instituto Politécnico Nacional, México
<https://orcid.org/0000-0003-1675-3894>
guillermoguidos@hotmail.com

Javier Mallol 
Universidade de Santiago do Chile, Chile
<https://orcid.org/0000-0003-2528-8672>
javier.mallol@usach.cl

Patricia Latour Staffel 
Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, República Dominicana
<https://orcid.org/0000-0001-5110-3788>
latour_patricia@hotmail.com

Alfonso Mario Cepeda Sarabia 
Universidad del Norte, Colômbia
<https://orcid.org/0000-0003-3117-1243>
alerlab@yahoo.es

María Susana Repka Ramirez 
Universidad Nacional de Asunción, Paraguai
<https://orcid.org/0000-0002-9570-1277>
msrepka@hotmail.com

Mario Paz Serrate 
Bolívia
<https://orcid.org/0000-0003-3714-4203>
mario_paz_s@hotmail.com

Oscar Calderón Llosa 
Peruvian Society of Allergy, Asthma and Immunology, Peru
<https://orcid.org/0000-0002-7108-8076>
oscarderonl@gmail.com

Mabel Coello 
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-0130-2778>
mncoello@yahoo.com

Veronica Acosta 
Hospital Pediátrico Juan Pablo II, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-0462-9282>
veroacosta00@hotmail.com

Silvina Wasenius 
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-6451-4823>
waseniusilvina@gmail.com

Herberto Jose Chong Neto 
Universidade Federal do Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0480673534050104>
<https://orcid.org/0000-0002-7960-3925>
h.chong@uol.com.br

Dirceu Solé 
Universidade Federal de São Paulo, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8188258243306974>
<https://orcid.org/0000-0002-3579-0861>
sole.dirceu@gmail.com

Mario Paz Serrate 
Bolívia
<https://orcid.org/0000-0003-3714-4203>
mario_paz_s@hotmail.com

Oscar Calderón Llosa 
Peruvian Society of Allergy, Asthma and Immunology, Peru
<https://orcid.org/0000-0002-7108-8076>
oscarderonl@gmail.com

Mabel Coello 
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-0130-2778>
mncoello@yahoo.com



DOI: 10.6008/CBPC2674-6492.2022.001.0001

Referencing this:

PEREIRA, M. N. E. U.; FOGELBACH, G. G.; MALLOL, J.; STAFFEL, P. L.; SARABIA, A. M. C.; RAMIREZ, M. S. R.; SERRATE, M. P.; LLOSA, O. C.; COELLO, M.; ACOSTA, V.; WASENIUS, S.; CHONG, H. J. N.; SOLÉ, D.. Incendios forestales: ¿la punta del iceberg para la salud planetaria?. *Environmental Scientiae*, v.4, n.1, p.1-13, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2674-6492.2022.001.0001>

INTRODUCCIÓN

En la última década, el medio ambiente ha tenido un enorme deterioro desde que se tiene registro, debido al impacto de la acción humana. El cambio climático es uno de los principales exponentes de ese fenómeno y debería representar una emergencia mundial (CICCO et al., 2020).

El cambio climático engloba una variedad de afectaciones medio ambientales, que van desde sequías extremas, ondas de calor recurrentes, inundaciones, periodos de lluvia atípicos entre otros; generando profundos desequilibrios y modificaciones en la temperatura, que tienen un impacto directo en la generación de incendios forestales ya sea como facilitadores de los mismos o como resultado de cambios en los patrones de la vegetación existente facilitando su propagación (ANNESI et al., 2021).

Registros climáticos indican que los últimos siete años fueron los más cálidos registrados en el planeta, y muchas regiones experimentaron olas de calor que contribuyeron a la propagación de incendios forestales, a través de una combinación de condiciones cálidas, deforestación, intervención humana y el fenómeno de la sequía, cuya frecuencia e intensidad han aumentado en los últimos años en varias regiones del mundo acentuando la contaminación del aire, convirtiéndola en una de las mayores amenazas ambientales para la salud humana¹²³.

Los incendios forestales, provocados por causas naturales o antropogénicas, son considerados una de las perturbaciones naturales más extendidas en los ecosistemas forestales del mundo, su frecuencia e intensidad determinan la magnitud de sus efectos sobre la vegetación y los ecosistemas, además de ser una importante fuerza selectiva en los procesos de evolución de la biota contribuyendo a su mantenimiento (CORAL et al., 2005).

Por otro lado, los incendios forestales implican graves afectaciones al ecosistema en el corto plazo. La mayor parte de la superficie quemada permanecerá con un alto grado de descomposición, fragilidad y baja diversidad de organismos durante muchos años (CORAL et al., 2005).

Durante la quema, el material particulado (partículas de diámetro inferior a 2,5µm) (PM_{2,5}) presente en el humo generado es el principal contaminante asociado a un riesgo para la salud pública. El PM está compuesto por partículas pequeñas (submicrónicas y ultrafinas) y componentes más oxidativos y proinflamatorios, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos y los aldehídos, lo que justifica su mayor potencial de toxicidad para la salud humana, especialmente para quienes viven en la zona afectada y a los grupos de población vulnerable ya sea por condiciones socioeconómicas o por su condición de salud sobre todo en aquellos que presentan afecciones cardiorrespiratorias preexistentes (XU et al., 2020; ALVES, 2020).

Se postula que la sinergia entre el PM_{2,5} de los incendios forestales con otros contaminantes del aire ambiente como el ozono (O₃), dióxido de nitrógeno (NO₂), y cenizas, confieren una mayor capacidad de toxicidad al material resultante (ALVES et al, 2020; CHEN et al., 2021). Se estima que la exposición al PM_{2,5},

¹ <https://www.noaa.gov/>

² <https://www.copernicus.eu/en/copernicus-services/climate-change>

³ <https://www.undrr.org/publication/gar-special-report-drought-2021>

es responsable por 0,68 millones de muertes/año, la mayoría de ellas en niños menores de cinco años.

El transporte de PM_{2,5} relacionado con los incendios forestales es de largo alcance y contribuye a la mala calidad del aire, incluso después de las temporadas de incendios^{10,11}. Los problemas respiratorios, las enfermedades cardiovasculares, los accidentes cerebrovasculares, el parto prematuro y el bajo peso al nacer son algunos de los efectos de la exposición aguda y/o crónica a PM_{2,5} generado por los incendios forestales sobre la salud humana (ALVES, 2020; YE et al., 2021).

Si bien los incendios forestales afectan a todas las regiones del planeta, estos representan un mayor impacto ambiental y sobre la salud humana en países en desarrollo y densamente poblados, cuyas prácticas agrícolas conlleva las quemadas programadas de manera recurrente¹². Posiblemente debido a su mayor proximidad a las regiones de interfaz entre los entornos urbano y rural, ya que generalmente ocurren en las cercanías de áreas pobladas (BORCHERS et al., 2021).

La actividad de incendios forestales en 2021/22 en algunas regiones del mundo fue en una escala mucho mayor que la vista anteriormente en el conjunto de datos del Servicio de Monitoreo de la Atmósfera de Copernicus (CAM5) basado en el conjunto de datos del Sistema de Asimilación Global de Incendio (GFAS) (2003), superando los límites permitidos en las nuevas directrices de calidad del aire (AQG) de la Organización Mundial de la Salud (OMS)⁴⁵.

Recientemente, el Grupo de Trabajo del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) publicó una alerta que indica que se espera que los incendios forestales se vuelvan aún más comunes debido a la influencia humana y a medida que el clima continúa calentándose, como también fue confirmado por el *Emissions Gap Report 2021*⁶⁷.

Este documento presenta diferentes reportes sobre incendios forestales ocurridos en diversas partes del mundo, y en especial pone una alerta respecto a los incendios ocurridos en América Latina, durante los años 2020-2022.

DISCUSIÓN TEÓRICA

Australia

Los incendios forestales de 2019/2020 fueron devastadores para Australia, siendo éste, el país desarrollado de mayor vulnerabilidad a los impactos del cambio climático, provocados por los incendios forestales que afectan año con año regiones y áreas más extensas.

La comunidad científica ha advertido, sobre el aumento de los desastres relacionados con el clima, incluidas temporadas de incendios forestales más largas y peligrosas, en contraste la acción del gobierno australiano se ha focalizado en planes de contingencia a corto plazo⁸.

Además de los efectos de los contaminantes generados por los incendios forestales, las

⁴ <https://atmosphere.copernicus.eu/wildfires-wreaked-havoc-2021-cams-tracked-their-impact>

⁵ <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁶ <https://www.ipcc.ch/2021/09/02/information-technology-officer-in-the-technical-support-unit-ipcc-wgi/>

⁷ <https://reliefweb.int/report/world/emissions-gap-report-2021-heat>

⁸ <https://climateandhealthalliance.org/the-limits-of-livability/>

repercusiones a escala planetaria observadas y modeladas del brote australiano de PiroCb (pirocumulonimbus) en 2020 revolucionaron la comprensión y el reconocimiento actuales del potencial de cambio climático de los incendios forestales⁹ (DOWDY et al., 2019).

PiroCb se forma por un intenso calentamiento del aire de la superficie que induce una convección, lo que hace que la masa de aire ascienda hasta un punto de estabilidad, normalmente en presencia de humedad. Esto provoca una poderosa corriente ascendente que succiona partículas de humo, vapor de agua, cenizas y escombros quemados; luego, la humedad se condensa y crea una gigantesca columna de nubes (KAHYKIN et al., 2020).

Los eventos PiroCb proporcionan un camino para que el humo llegue a la estratosfera a más de 16 km de altitud. Una vez en la estratosfera, el humo puede viajar miles de kilómetros desde su fuente, afectando las condiciones atmosféricas en todo el mundo¹⁰.

El evento PiroCb condujo a la interrupción, en una escala hemisférica sin precedentes, de la composición gaseosa y de aerosoles, el equilibrio radiactivo y la circulación dinámica de la estratosfera con un efecto persistente. Este evento de incendio forestal excepcionalmente fuerte tuvo un impacto sustancial en una serie de otras variables estratosféricas que influyen en el clima, como el vapor de agua, el CO y el O₃¹¹.

Una investigación reciente advierte que los incendios del verano negro australiano de 2019-2020 han causado alteraciones extremas en la composición del gas estratosférico con el potencial de agotar el ozono y, a medida que el cambio climático hace que los incendios forestales sean más frecuentes, los efectos sobre el ozono aumentarán (BERNATH et al., 2022).

América do Norte

Canadá

Ubicado cerca del Ártico, Canadá se está calentando más rápido que otras partes del mundo¹². El IPCC proyecta un aumento del 75 % en los incendios forestales en Canadá hasta 2100. Los incendios forestales se incluyeron en el *relatorio Lancet 2019 Canadá*, como uno de los principales indicadores relacionados con el clima, los impactos de temperaturas récord y tormentas eléctricas severas en diversas áreas¹³.

En 2020 hubo 637 incendios forestales que consumieron 15 000 ha de tierra entre abril y octubre¹⁴. En 2021, la ciudad de Lytton sufrió un incendio devastador después de que la región registrara 50 °C, la temperatura más alta jamás vista en la historia de Canadá (HOWARD et al., 2021; DODD et al., 2018).

Estados Unidos

⁹ <https://www.newstatesman.com/science-tech/2020/01/climate-change-has-introduced-new-word-lexicon-pyrocumulonimbus>

¹⁰ <https://emergencyleadersforclimateaction.org.au/wp-content/uploads/2020/07/australian-bushfire-climate-plan-1.pdf>

¹¹ <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2020/nasa-animates-world-path-of-smoke-and-aerosols-from-australian-fires/>

¹² https://publications.gc.ca/site/archivee-archived.html?url=https://publications.gc.ca/collections/collection_2019/eccc/En4-368-2019-eng.pdf

¹³ <https://policybase.cma.ca/en/permalink/policy14382>

¹⁴ <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/safety/wildfire-status/about-bcws/wildfire-history/wildfire-season-summary>

En 2021, varios estados reportaron sus peores incendios en décadas y el incendio de Dixie fue el segundo más importante en California. En agosto de 2021, los estados de California, Washington y Oregón lucharon contra incendios forestales devastadores que quemaron millones de acres de tierra, hasta 400 hectáreas (1000 acres) (WONG et al., 2019).

El humo de los incendios cubrió el centro de California y el oeste de Nevada, provocando un deterioro importante en los parámetros de calidad del aire, en algunas áreas, a los peores niveles del mundo, según lo medido por el Índice Mundial de Calidad del Aire. Este humo se extendió por todo el continente, llegando a Nueva York y Washington DC en la costa este (WONG et al., 2019).

La alta intensidad y persistencia de las emisiones de incendios forestales pudieron ser constatadas en las previsiones globales del CAMS, cuando una gran columna de humo cruzó el Atlántico Norte, se mezcló con los incendios forestales de Siberia y llegó a las partes occidentales de las Islas Británicas y el noroeste de Europa, antes de viajar por gran parte de Europa.

México

México es un país rico en biodiversidad, contiene aproximadamente 64 millones de hectáreas de tierras forestales, incluyendo ecosistemas adaptados e influenciados por el fuego (AVILA et al., 2010). Entre 1970 y 2020 ocurrieron en México entre 4,000 y 8,000 incendios forestales por año, afectando un promedio de 300,000 ha/año (27% de áreas boscosas y el resto de vegetación arbustiva y pastizales)³⁴. En los últimos cinco años ha habido un aumento considerable y en 2020 se documentaron 5.913 incendios que consumieron 378.928 hectáreas (GONZÁLEZ et al., 2008).

De acuerdo con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), los últimos años han sido retadores para México en materia de incendios forestales. En 2021 hubo 6,529 incendios forestales en 32 estados que afectaron una superficie de 580,030 ha. El 80% de los estados mexicanos se vieron afectados por incendios y representaron el 82% del total nacional. Los estados con mayor superficie afectada fueron: Chihuahua, Guerrero, Durango, Chiapas, Jalisco, Nuevo León, Nayarit, Michoacán, Oaxaca y Sonora¹⁵.

A pesar de las iniciativas de contingencia por incendios forestales por parte de los gobiernos locales y federal en México, estas no son suficientes si no van acompañadas de estrategias que modifiquen los patrones socioculturales de la población, que es la principal causa del incremento anual (GALVÁN et al., 2020; ZUÑIGA et al., 2017).

América del Sur

Argentina

Desde febrero de 2021, más de 120.000 ha de pastos y bosques en once provincias argentinas han sido destruidas por incendios, siendo el Delta del Paraná y la provincia de Córdoba las zonas más afectadas. Estos incendios han asumido la magnitud de un desastre, que ha provocado importantes pérdidas de

¹⁵ <https://snigf.cnf.gob.mx/wp-content/uploads/Incendios/Informes%20anuales/2020%201231%20-%20CIERRE.PDF>

biodiversidad, daños en viviendas, infraestructuras y en la salud de los habitantes como consecuencia de las intensas emisiones de humo provocado por los incendios¹⁶¹⁷.

En pocas ocasiones los incendios forestales tienen su origen en fenómenos naturales (rayos, o por el efecto de magnificación resultante del calentamiento de un objeto), la mayor parte de los incendios forestales tienen causas antropogénicas debido a los patrones culturales en la siembra de cultivos¹⁸.

Los incendios de invierno son muy comunes en las montañas del norte y oeste de la Provincia de Córdoba. Los que se dan en la montaña son más complicados por la topografía irregular y los frecuentes cambios en la dirección de los vientos, en el segundo caso la presencia de masas boscosas dificulta el control, por la magnitud que puede alcanzar el fuego¹⁹²⁰.

En 2022, la provincia de Corrientes sufrió catastróficos incendios forestales desde mediados de enero hasta principios de marzo, se quemó el 12% del territorio provincial, afectando directamente la biodiversidad de los ecosistemas naturales, la salud de la población, así como el medio ambiente donde se desarrollan las actividades productivas y económicas de la provincia.

Corrientes sufre la peor sequía en 60 años. En esta ciudad se encuentra la reserva de agua más importante de Argentina, los Esteros del Iberá, habitados por más de 400 especies de plantas y animales (195.000 ha), sufrió severas afectaciones durante el incendio forestal del 2022²¹.

Las escasas precipitaciones de los últimos dos años y las altas temperaturas registradas desde fines de 2021 y principios de 2022, favorecieron las condiciones para la proliferación de incendios espontáneos o intencionales en la provincia de Corrientes, la zona afectada cubrió hasta fines de febrero 1.042.514 ha, lo que significa que el 12% de la provincia fue afectada por el fuego, provocando emisiones de carbono que no se veían en casi 20 años en Argentina, las cifras fueron seis veces superiores a las de 2021 (12 megatonnes), según un informe del Servicio Europeo de Control Atmosférico Copérnico (CAMS).

Bolivia

Durante 2020, 4,5 millones de ha fueron afectadas por incendios forestales en Bolivia, cifra inferior a la registrada en 2019 (5,9 millones de ha). Esta extensión representa alrededor del 4% de todo el territorio nacional y aproximadamente el 11% de las Tierras Bajas del país. En 2021, el Estado del Beni tuvo 2,2 millones de ha quemadas, 48% del área afectada en todo el país, seguido de Santa Cruz con más de 1,9 millones de has quemadas, representando en conjunto el 56% del total de áreas quemadas en todo el país²²

La magnitud de la superficie forestal quemada, 23% (1 millón de ha), es preocupante, debido a que estos fenómenos ocurren en extensas áreas forestales. Un millón ochocientos mil ha (39% del total de áreas quemadas) ocurrieron en áreas protegidas y 15% (660 mil ha) en tierras indígenas. En 2021, los incendios

¹⁶ <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/botaxo/wp-content/uploads/sites/14/2019/08/FLORA-NATIVA-2019.pdf>

¹⁷ <http://www.agro.unc.edu.ar>

¹⁸ <https://cienciahooy.org.ar/nuevo-mapa-fitogeografico-de-la-argentina/>

¹⁹ <https://www.unrc.edu.ar/unrc/ocsa/img/cursoref/Ponencia%20Los%20Bosques%20Nativos%20en%20Cordoba,%20por%20Natalia%20De%20Luca.pdf>

²⁰ https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_informe_de_emergencias_por_incendios_cordoba_2020.pdf

²¹ <https://inta.gob.ar/documentos/cambio-climatico-entendiendo-la-sequia-en-el-norte-argentino>

²² <https://www.fan-bo.org>

registrados consumieron más de 1,65 millones de ha de pastos, con 16.517 km² de reservas forestales²³.

El impacto de los incendios forestales sobre los ecosistemas y su biodiversidad, con especial atención a aquellos cuya área de distribución es limitada, muestra una tendencia creciente de mayor impacto, con diferentes grados de severidad, que pueden afectar la capacidad de regeneración del área afectada o incluso continuar con sus funciones ambientales.

Este escenario amenaza la sustentabilidad y biodiversidad de especies autóctonas de la región, Fue en 2020/2021 el periodo de mayor afectación en bosques intactos, que sustentan valores ambientes de importancia mundial, como la biodiversidad, el secuestro y almacenamiento de carbono, el abastecimiento de agua dulce, importantes para los medios de vida de las poblaciones indígenas y para el mantenimiento de corredores de conectividad que permitan una mayor resiliencia al cambio climático²⁴.

Brasil

La Amazonía es el bioma más grande de Brasil y cubre más de 4 millones de kilómetros cuadrados, ocupa cerca del 49,3% del territorio y cubre tres regiones (Norte, Nordeste y Centro-Oeste) del país. Su bosque tropical alberga la mayor biodiversidad biológica del mundo, así como la cuenca hidrográfica más grande del planeta²².

En 2019 y 2020, el fuego se apoderó de la Amazonía. Este es un escenario inusual en años sin registro de sequías extremas y la razón principal está asociada a la tendencia de aumento de la deforestación, que ha alcanzado niveles nunca vistos en una década. La deforestación y los incendios están destruyendo los bosques nativos, comprometiendo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos; liberan dióxido de carbono (CO₂), que agrava el efecto invernadero, estableciendo un círculo vicioso que calienta el planeta y crea condiciones para incendios aún más intensos. En 2020 se agregaron a la atmósfera más de 300 gigatoneladas de CO₂ por la deforestación en la Amazonía, equivalente a la emisión anual de 65 millones de vehículos automotores²².

La sequía también se ha visto exacerbada por el aumento promedio de las temperaturas debido al cambio climático, que aumenta la evaporación, reduce la humedad del suelo y hace que el medio ambiente sea más inflamable.

El Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) anunció en noviembre de 2021 que la tasa de deforestación en la Amazonía Legal Brasileña (ALB) se extendió a 13.235 Km², entre agosto de 2020 y julio de 2021. El Monitoreo Satelital (Prodes) mostró un aumento del 21,97% en relación a la tasa de deforestación del período anterior²³.

Los focos de incendios en 2021 superaron los del mismo período de 2020 en tres biomas, según datos del INPE: Mata Atlántica, Cerrado y Caatinga fueron los biomas más castigados hasta agosto de 2021 (GARCIA et al., 2021). Los datos son del Programa Nacional de Quemas del Instituto de Investigaciones

²³ <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2021/06/2021-Amazon-Fire-Outlook-early-pt.pdf>

²⁴ <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-11/desmatamento-na-amazonia-legal-tem-aumento-de-2197-em-2021>

Espaciales. El bioma más comprometido fue la Caatinga, donde hubo un incremento de más del 100% en este período de análisis (Tabla 1). En Minas Gerais, según los registros de septiembre de 2021 del INPE, se concentra la mediana más alta de focos activos de calor del estado. Los incendios se extendieron por todo el estado y el fuego se propagó por plantaciones, y bosques, alterando incluso el paisaje urbano²⁵.

Hubo un crecimiento del 75% en los incendios forestales en Belo Horizonte en 2021. Entre enero y agosto de 2020 hubo 1.805 registros. En 2021 se registraron 3.158 en el mismo período. Solo en la capital, el aumento ha sido del 51% (712 en 2020 frente a 1.073 en 2021, es decir, 361 registros más)²⁶. La Tabla 2 describe los municipios brasileños con mayor número de incendios.

Chile

En las últimas dos décadas, incendios extremadamente destructivos y de difícil control afectaron la región centro sur de Chile, generando graves impactos sociales, económicos y ambientales. Varios estudios indican que la actividad humana y los cambios en el uso del suelo afectan la magnitud de los incendios, con clara evidencia de que se ven exacerbados por el cambio climático (GONZALEZ et al., 2020).

La extensa y prolongada sequía de la última década, acompañada de intensas olas de calor, contribuyó a la desecación y/o mortalidad de la vegetación, extensión de la temporada de incendios y mayor incidencia de condiciones climáticas sujetas a incendios extremos y destructivos (GONZALEZ et al., 2020).

Según la Corporación Nacional Forestal (CONAF), entre 2018 y 2019 hubo un total de 5.865 incendios forestales en Chile, que afectaron una superficie de 73.721 ha. Entre 2010 y 2019, las temporadas de incendios han sido cada vez más intensas y extensas, especialmente entre las regiones de Valparaíso y La Araucanía. El mega incendio que afectó a la región de Cochrane en el verano de 2019 reveló la extrema vulnerabilidad de la región de Aysén ante este tipo de catástrofes. El incendio afectó a más de 15.000 ha de vegetación (en su mayoría autóctona) y, por sus características y extensión, fue uno de los más graves de la región en las últimas décadas (GONZALEZ et al., 2020).

Alrededor del 60% de los incendios se originan en áreas de interfaz urbano-rural, y en los últimos años estas áreas han aumentado debido al crecimiento de la población, la expansión de la mancha urbana y la mayor cobertura vegetal cercana a estos (GONZALEZ et al., 2020).

En las últimas décadas, el paisaje del centro-sur de Chile ha experimentado una rápida transformación. Alrededor del 20% del bosque nativo ha sido reemplazado por matorrales y pastizales degradados, áreas agrícolas y plantaciones forestales de especies exóticas que exacerbaban la magnitud e intensidad de los incendios (BOWMAN et al., 2019).

Las plantas exóticas acumulan grandes cantidades de biomasa, principalmente combustible fino (con un diámetro menor a 2,5 cm) en sus ramas y follaje y tienen bajo contenido de humedad, alta concentración de compuestos volátiles y alto poder calorífico (BOWMAN et al., 2019).

²⁵ <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/situacao-atual/>

²⁶ <https://climateandhealthalliance.org/forest-fire-smoke-health-climate/>

Colombia

Julio de 2021 fue el mes más cálido desde que se iniciaron los registros en el mundo, un récord que altera aún más la peligrosa trayectoria del cambio climático en Colombia. En los tres primeros meses de 2021 se produjeron 1.790 incendios forestales, comparados a la media de 12 diarios de 2020, la mitad de los cuales fueron de alta intensidad²⁷²⁸.

Colombia tiene una superficie forestal total de 58.633.631 ha y se estima que el 24% de esta superficie es altamente vulnerable a los incendios forestales. Las principales causas de estos incendios son los provocados por el cambio de suelos para la ganadería, la agricultura y el desarrollo de infraestructura²⁹.

Frente a la ciudad de Barranquilla, en la costa caribeña de Colombia, se encuentra el Parque Nacional Isla de Salamanca, de importancia mundial y *Reserva Mundial del Hombre y la Biosfera de la UNESCO*. Esta reserva ha sido, durante muchos años, una de las zonas más afectadas por quemadas e incendios forestales, cuya contaminación, por la dirección de los vientos, afecta a los habitantes de Barranquilla, provocando urgentes problemas de salud pública (ARMENTERAS et al., 2019)³⁰³¹.

De acuerdo con los datos proporcionados por el sensor basado en imágenes que detectan incendios forestales de la NASA, Mod45, Colombia ocupa el cuarto lugar en incendios en América Latina, teniendo en cuenta la relación del área afectada con la superficie total del país.

Paraguay

Los incendios forestales son un problema que afecta negativamente a la biodiversidad, no solo en Paraguay, sino en todo el mundo. Se estima que el 99% de los incendios forestales son causados por actividades humanas³².

En 2019, importantes áreas de las ecorregiones (Cerrado, Chaco y Pantanal) ubicadas en el Departamento del Alto Paraguay (norte del país) se vieron severamente afectadas durante la persistente temporada de incendios forestales³³. Estos incendios se vieron agravados por condiciones climáticas adversas (altas temperaturas, vientos superiores a 20 km/h y baja humedad) y afectaron alrededor de 325.000 ha, principalmente en las áreas del Monumento Natural Cerro Chovoreca (Chaco, 230.200 ha) y el Río Parque Nacional Negro (Pantanal, 94.600 ha)³⁴.

En marzo de 2022, una enorme nube de cenizas de cientos de metros de altura y varios kilómetros de ancho se movió rápidamente hacia el sur de Paraguay mientras las tormentas arrastraban los escombros de los incendios forestales que asolaron la ciudad de Corrientes, Argentina, provocados por dos años de una sequía severa.

En marzo de 2022, una enorme columna de cenizas de cientos de metros de alto y varios kilómetros

²⁷ https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Los-Incendios-Forestales/250414_causas_incendios_forestales.pdf

²⁸ <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/010239/INCENDIOS.pdf>

²⁹ <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/010239/INCENDIOS.pdf>

³⁰ https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Los-Incendios-Forestales/554_plan_prevenccion_incendios.pdf

³¹ <https://www.rcnradio.com/politica/minambiente-sera-citado-control-politico-por-quemas-en-parque-ista-salamanca>

³² <https://guyra.org.py/incendios-forestales-en-el-paraguay-y-la-crisis-ambiental>

³³ <https://www.wwf.org.py/>

³⁴ <https://www.theguardian.com/world/2020/oct/02/paraguay-wildfires-drought-heat>

de ancho que se movía rápidamente, se extendió por el sur de Paraguay mientras las tormentas arrastraban los escombros de los incendios forestales que asolaron la ciudad de Corrientes, Argentina, después de dos años de sequía severa³⁵.

Perú

La Amazonía peruana tiene una superficie aproximada de 782.880 km², lo que corresponde al 62% de la superficie del país. Existen zonas en la Amazonía peruana donde ocurren incendios forestales, también llamados “quemadas”, actividades que han sido utilizadas durante muchos años por los agricultores para limpiar el suelo, reciclar nutrientes y eliminar plagas (URIARTEA et al., 2012).

Además, otros factores a considerar en relación con los incendios, entre los más importantes, son el desarrollo de las ciudades, la construcción de carreteras, la rápida urbanización y la distribución de la población (URIARTEA et al., 2012).

Además, otros factores a considerar en relación con los incendios, entre los más importantes, son el desarrollo de las ciudades, la construcción de carreteras, la rápida urbanización y la distribución de la población (URIARTEA et al., 2012).

La frecuencia de incendios en la Amazonía peruana aumenta en la segunda mitad del año, de agosto a noviembre, siendo septiembre el mes de mayor intensidad. Los años con mayor frecuencia histórica de incendios forestales fueron 2005, 2010 y 2016, los cuales estuvieron asociados a eventos de sequía extrema y procesos de transición del fenómeno El Niño a un evento La Niña en el Pacífico, con fuerte impacto en los Andes y en la selva peruana (PERU, 2019).

Continente Asiático

Siberia

En 2021, varios países informaron sus peores incendios en décadas y los incendios forestales de Siberia se promocionan como algunos de los incendios más grandes registrados en la historia. Las áreas alrededor de Omsk y Tyumen mostraron emisiones diarias muy por encima del promedio de años anteriores en el conjunto de datos para 2003-2021 (CAMS).

En Rusia, los incendios incontrolables consumieron miles de kilómetros cuadrados de vastos bosques de coníferas siberianas, en la región más grande y fría del país, el mayor de estos incendios ha superado los 1,5 millones de hectáreas (3,7 millones de acres) y el humo se extendió por el Océano Pacífico hasta Alaska⁴.

Quemándose un bosque boreal rico en resina, turba (material fósil, órgano-mineral, originado a partir de la descomposición de restos vegetales y derretimiento del permafrost (suelo que permanece constantemente helado) de la tundra (un bioma situado en el hemisferio norte, en las tierras más septentrionales del planeta, inmediatamente al sur de los casquetes polares, por encima del círculo polar

³⁵ <https://www.theguardian.com/world/2022/mar/01/paraguay-wildfires-ash-cloud>

ártico), todos liberan altas concentraciones de CO₂ en la atmósfera junto con metano y contaminantes tóxicos como el mercurio. Esta región también se vio afectada por las olas de calor récord que azotaron el Ártico a principios del verano, lo que ayudó a descongelar partes de la tundra, haciéndola mucho más susceptible a los incendios³⁶.

Mediterráneo

Muchos países del este y centro del Mediterráneo experimentaron varios días de incendios forestales de alta intensidad en julio y agosto de 2021, lo que contribuyó con altas concentraciones de PM_{2,5} y la degradación de la calidad del aire. Las condiciones particularmente secas y calurosas durante los meses de verano proporcionaron el entorno ideal para incendios intensos y duraderos⁴.

Turquía fue el país más afectado en julio de 2021, y los datos de CAMS y GFAS mostraron que la intensidad diaria de los incendios se encontraba en niveles muy altos y por encima del promedio de la región. Otros países también afectados por los devastadores incendios forestales incluyen: Grecia, Italia, Albania, Macedonia del Norte, Argelia y Túnez.

La mayoría de los incendios ocurrieron en los estados indios de Punjab y Haryana. Punjab, en particular, experimentó una gran cantidad de incendios y las emisiones estimadas por CAMS para septiembre-noviembre fueron las más altas en 2021 para el conjunto de datos. Pakistán también experimentó varios días de potencia radiactiva superior a la media durante este período.

La acumulación de contaminación del aire y neblina a lo largo de la planicie Indo-Gangética durante este período se debió a una combinación de factores: emisiones causadas por la actividad agrícola, temperaturas más frías y la topografía del lugar (la línea del Himalaya actúa como una barrera, manteniendo las emisiones y las partículas en suspensión)⁴.

Soluciones para la prevención, respuesta y gestión de los incendios forestales

Mejorará la planificación, las políticas y las prácticas aumento de las capacidad de lucha contra incendios y programas comunitarios de creación de resiliencia; Mayor cooperación a largo plazo entre las diferentes regiones y países para compartir recursos; Participación de los grupos vulnerables en todas las etapas de preparación y respuestas; Uso de herramientas modernas como el pronóstico del tiempo a largo plazo, capacidades de teledetección (satélites, radar terrestre, detección de rayos) y el manejo de datos que mejoran el monitoreo y la gestión de los incendios forestales³⁷.

CONCLUSIONES

Los cambios climáticos ocurridos en la última década han sido identificados como uno de los principales agentes etiológicos de los incendios forestales. Sin embargo, cada vez es más evidente la acción

³⁶ <https://www.bbc.com/future/article/20200821-how-wildfire-pollution-may-be-harming-your-health>

³⁷ <https://www.unep.org/frontiers>

del hombre en la generación de estos hechos. Si bien todos los países mencionados aquí tienen leyes que prohíben tal acción con la intención de controlar las quemaduras prescritas, los castigos ocurren muy por debajo de la velocidad con la que los incendios forestales destruyen dichos biomas.

El daño a la salud derivado de la acción de estos contaminantes es incuestionable, la redefinición de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en las nuevas Pautas de Calidad del Aire (WHO-AQG) de los niveles de contaminantes atmosféricos (principalmente material particulado, ozono, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, entre otros), por encima de los cuales se comprometería la salud, demuestra la urgente necesidad de que los países se esfuercen por cumplir con estos nuevos niveles para proteger la salud de sus habitantes además de mitigar los efectos de los cambios climáticos globales (WHO, 2021).

REFERÊNCIAS

ALVES, L.. Amazon fires coincide with increased respiratory illnesses in indigenous populations. **Lancet Respir Med.**, v.8, n.11, p.e84, 2020.

ANNESI, I.; MAESANO, C. N.; BIAGIONI, B.; DAMATO, G.; CECCHI, L.. Call to action: Air pollution, asthma, and allergy in the exposome era. **J. Allergy Clin Immunol.**, v.148, n.1, p.70-72, 2021.

ARMENTERAS, D.; MEZA, M. C.; SALAZAR, N.; BARRETO, S.; MESA, L. I.; GONZÁLEZ, T. M.. Estado del conocimiento de la ecología del fuego en Colombia: síntesis de hallazgos y aplicaciones. **USAID.**, p.1-20, 2019.

AVILA, D.; POMPA, M.; ANTONIO, X.; RODRÍGUEZ, D.; VARGAS, E.; SANTILLÁN, J.. Driving factors for forest fire occurrence in Durango State of Mexico: A geospatial perspective. **Chin Geogra Sci.**, v.20, n.6, p.491-497, 2010.

BERNATH, P.; BOONE, C.; CROUSE, J.. Wildfire smoke destroys stratospheric ozone. **Science**, v.375, p.6586, 2022.

BORCHERS, N.; BOWMAN, D. M. J. S.; PRICE, O.; PALMER, A.; SAMSON, S.; CLARKE, H.. Smoke health costs and the calculus for wildfires fuel management: a modelling study. **Lancet Planet Health.**, v.5, p.e608-619, 2021.

BOWMAN, D. M. J. S.; MOREIRA, A.; KOLDEN, C. A.; CHÁVEZ, R. O.; MUÑOZ, A. A.; SALINAS, F.. Human-environmental drivers and impacts of the globally extreme 2017 Chilean fires. **Ambio.**, v.48, n.4, p.350-362, 2019.

CHEN, G.; GUO, Y.; YUE, X.; TONG, S.; GASPARRINI, A.; BELL, M.. Mortality risk attributable to wildfire-related PM_{2.5} pollution: a global time series study in 749 locations. **Lancet Planet Health.**, v.5, p.e579-587, 2021.

CICCO, M. E.; FERRANTE, G.; AMATO, D.; CAPIZZI, A.; PIERI, C.; FERRARO, V. A.. Climate Change and Childhood Respiratory Health: A Call to Action for Paediatricians. **Int J Environ Res Public Health**, v.17, n.15, p.5344, 2020.

CORRAL, J. J. R.; AGUIRRE, O. A. C.; PEREZ, J.; CORRAL, S. R.. Un análisis del efecto del aprovechamiento forestal sobre la diversidad estructural en el bosque mesófilo de montaña, "El

Cielo" Tamaulipas, México. 2005. **Invest Agrar Sist Recur For.**, v.14, n.2, p.217-228, 2005.

DODD, W.; SCOTT, P.; HOWARD, C.; SCOTT, C.; ROSE, C.; CUNSOLO, A.. Lived experience of a record wildfire season in the Northwest Territories, Canada. **Can J Public Health.**, v.109, n.3, p.327-337, 2018.

DOWDY, A. J.; YE, H.; PEPLER, A.; TRATCHER, M.; STACEY, L. O.; EVANS, J. P.. Future changes in extreme weather and pyroconvection risk factors for Australian wildfires. **Sci Rep.**, v.9, p.10073, 2019.

GALVÁN, L.; MAGAÑA, V.. Forest fires in Mexico: an approach to estimate fire probabilities. **Int J Wildl. Fire.**, v.29, n.9, p.753-763, 2020.

GARCIA, L. C.; SZABO, J. K.; ROQUE, F. O.; PEREIRA, A. M. M.; CUNHA, C. N.; DAMASCENO, G. A.. Record-breaking wildfires in the world's largest continuous tropical wetland: Integrative fire management is urgently needed for both biodiversity and humans. **J Environ Manage.**, v.293, p.112870, 2021.

GONZÁLEZ, M. A.; SCHWENDEMANN, L.; JIMÉNEZ, J.; SCHULZ, R.. Forest structure and woody plant species composition along a fire chronosequence in mixed pine-oak forest in the Sierra Madre Oriental, Northeast Mexico. **For Ecol Manag.**, v.256, p.161-167, 2008.

HOWARD, C.; ROSE, C.; DODD, W.; KOHLE, K.; SCOTT, C.; SCOTT, P.. SOS! Summer of Smoke: a retrospective cohort study examining the cardiorespiratory impacts of a severe and prolonged wildfire season in Canada's high subarctic. **BMJ Open.**, v.11, n.2, p.e037029, 2021.

KHAYKIN, S.; LEGRAS, B.; BUCCI, S.; SELLITTO, P.; ISAKSEN, I.; TENCÉ, F.. The 2019/20 Australian wildfires generated a persistent smoke-charged vortex rising up to 35 km altitude. **Commun Earth Environ.**, v.21, n.1, p.1-12, 2020.

PACHECO, S. E.. Catastrophic effects of climate change on children's health start before birth. **J Clin Invest.**, v.130, n.2, p.562-564, 2020.

PERU. **Ocurrencia de incendios forestales en el Perú durante eventos El Niño.** Lima: Ministerio del Ambiente, 2019

URIARTEA, M.; PINEDO, M.; DEFRIESA, R. S.; FERNANDES, K.; GUTIERREZ, V.; BAETHGEN, W. E.. Depopulation of rural landscapes exacerbates fire activity in the western Amazon. **PNAS.**, v.109, n.52, p.21547, 2012.

VARDOULAKIS, S.; JALALUDIN, B. B.; MORGAN, G. G.; HANIGAN, I. C.; JOHNSTON, F. H.. Bushfire smoke: urgent need for a national health protection strategy. **Med J Aust.**, v.212, n.8, p.349-353, 2020.

WONG, J. P. S.; TSAGKARAKI, M.; TSIODRA, I.; MIHALOPOULOS, N.; VIOLAKI, K.; KANAKIDOU, M.. Effects of Atmospheric Processing on the Oxidative Potential of Biomass Burning Organic Aerosols. **Environ Sci Technol.**, v.53, n.12, p.6747-6756, 2019.

XU, R.; YU, P.; ABRAMSON, M. J.; JOHNSTON, F. H.; SAMET, J. M.; BELL, M. L.. Wildfires, Global Climate Change, and Human Health. **N Engl J Med.**, v.383, n.22, p.2173-2181, 2020.

XUE, T.; GENG, G.; LI, J.; HAN, Y.; GUO, O.; KELLY, F. J.. Associations between exposure to landscape fire smoke and child mortality in low-income and middle-income countries: a matched case-control study. **Lancet Planet Health.**, v.5, p.e588-598, 2021.

YE, T.; GUO, Y.; CHEN, G.; YUE, X.; XU, R.; COELHO, M. S. Z. S.. Risk and burden of hospital admissions associated with wildfire-related PM_{2.5} in Brazil, 2000–15: a nationwide time-series study. **Lancet Planet Health**, v.5, p.e599-607, 2021.

ZÚÑIGA, J. M.; CISNEROS, G. D.; POMPA, G. M.; RODRÍGUEZ, T. D. A.; PÉREZ, V. G.. Spatial modeling of forest fires in Mexico: an integration of two data sources. **Bosque**, v.38, p.563-574, 2017.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



Link