

Recibido: 08/08/2024.
Aceptado: 18/02/2025.

Cambio climático. Un análisis holístico sobre su impacto en la salud

Climate change. A holistic analysis of its impact on health

Dr. Gerardo T López-Pérez,* Dr. Luis Carlos Cruz Sánchez,† Dra. Mayra S Torres Altamirano§

RESUMEN. Se analiza de manera integral los elementos que caracterizan, generan y exacerban al cambio climático, haciendo hincapié en aspectos de impacto sobre la salud, pero sobre todo las condiciones que pueden ser útiles para implementar correcciones.

Palabras clave: cambio climático, factores generadores del cambio climático, efectos sobre la salud.

ABSTRACT. The elements that characterize, generate and exacerbate climate change are comprehensively analyzed, emphasizing aspects of impact on health, but above all the conditions that can be useful to implement corrections.

Keywords: climate change, factors generating climate change, effects on health.

Abreviaturas:

BC = carbón negro
CAU = contaminación atmosférica en zonas urbanas
CH₄ = metano
CO₂ = dióxido de carbono
DEP = partículas de escape de diésel
EPOC = enfermedad pulmonar obstructiva crónica
FAO = Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GEI = gases de efecto invernadero
IPCC = Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
N₂O = óxido nitroso
O₃ = ozono
OMM = Organización Meteorológica Mundial
PM = material particulado
PM_{2.5} = material particulado de 2.5 micras
PM₁₀ = material particulado de 10 micras
SDS = tormentas de arena y polvo
TRAP = contaminantes del aire relacionados con el tráfico
UNICEF = Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

* Alergólogo, Infectólogo, Pediatra. Director General de Asistencia Pediátrica Integral Ciudad de México. Exjefe de Servicio de Alergia del Instituto Nacional de Pediatría.
† Alergólogo, egresado del Instituto Nacional de Pediatría.
§ Estomatóloga pediatra, egresada del Instituto Nacional de Pediatría.

doi: 10.35366/120447



INTRODUCCIÓN

El cambio climático es la «mayor amenaza mundial para la salud del siglo XXI». Por lo que nuestra propia supervivencia y la del ecosistema del que dependemos se encuentran en peligro.¹

El cambio en el clima influye en la salud humana de varias maneras. Principalmente, los fenómenos meteorológicos extremos, como calor o sequía, fuertes lluvias, inundaciones y ciclones, afectan los ecosistemas naturales, la productividad agrícola, la migración

Citar como: López-Pérez GT, Cruz SLC, Torres AMS. Cambio climático. Un análisis holístico sobre su impacto en la salud. Alergia Asma Inmunol Pediatr. 2024; 33 (2-3): 68-76. <https://dx.doi.org/10.35366/120447>

de especies y los patrones de distribución de enfermedades transmitidas por vectores, agua y alimentos, lo que de manera indirecta conduce a desnutrición, mala salud mental, violencia y conflictos sociales.² Así, el incremento del calor propicia insolaciones, mala evolución del embarazo, empeoramiento de la función renal y efectos adversos para la salud mental.³

El índice de riesgo climático para la infancia perteneciente a la UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia) reveló en el año 2021 algunos datos que se muestran en la **Tabla 1**.

Por lo que la UNICEF ha exigido a los actores primordiales de esta catástrofe que tomen las siguientes medidas:¹

1. Aumentar las inversiones destinadas a la adaptación y la resiliencia al clima en los servicios más importantes para la infancia.
2. Reducir en un 45% las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) antes de 2030, comparado con 2010, para impedir que la temperatura global aumente más de 1.5 °C.
3. Proporcionar a los niños educación sobre el clima y competencias ecológicas, ya que son fundamentales para su adaptación y su preparación ante los efectos del cambio climático.
4. Incluir a los jóvenes en todas las negociaciones y decisiones relacionadas con el clima a nivel nacional, regional e internacional.
5. Garantizar que la recuperación de la pandemia de COVID-19 sea respetuosa con el medioambiente, genere bajas emisiones de carbono y beneficie a todo el mundo.

Se concluyó que los niños de los países menos responsables sufrirán más que nadie, pero se debe reconocer que el cambio climático es una crisis y hay que actuar con la premura necesaria para garantizar que los niños de hoy hereden un planeta habitable.⁴

GENERALIDADES

El concepto de cambio climático puede ser considerado como la variación en el estado del sistema climático terrestre formado por la atmósfera, hidrósfera, criósfera, litósfera, biósfera, que perdura durante periodos de tiempo suficientemente largos (décadas o más tiempo) hasta alcanzar un nuevo equilibrio y puede afectar tanto a los valores medios meteorológicos como a su variabilidad.⁵

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) afirma que «la mayor parte del aumento observado en las temperaturas promediadas a nivel mundial desde mediados del siglo XX se debe muy probablemente al aumento observado en las concentraciones antropogénicas de gases de efecto invernadero».⁶

Desde el año 2003 en que Europa sufrió más de 40,000 muertes por el incremento importante de calor con temperaturas de 35 °C, se ha observado un rápido aumento en el número de días calurosos y eventos meteorológicos graves en todo el mundo. Los niveles del mar han comenzado a subir como efecto de una regresión de las bolsas de hielo polares. Ambos eventos han llevado a la privación de agua en ciertas áreas, con incremento de la migración en la población y los efectos en la salud esperados por este fenómeno demográfico.⁷

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) indicó que para 2080, según las expectativas de desarrollo socioeconómico, estarán en riesgo de padecer hambre entre 5 y 170 millones de personas.⁸

La mayoría de los efectos del cambio climático sobre la salud responden a mecanismos complejos y atacan casi todos los aparatos y sistemas del cuerpo humano: por ejemplo, las gastroenteritis, debidas a la contaminación del agua después de lluvias diluvianas o inundaciones; la amplificación de enfermedades vectoriales, como consecuencia de las mejores condiciones de super-

Tabla 1: Riesgo climático e infancia.

- Casi la mitad de los 2,200 millones de niños en el mundo viven en uno de los 33 países considerados «de muy alto riesgo»
- 330 millones de niños están muy expuestos a las inundaciones fluviales
- 240 millones de niños están muy expuestos a las inundaciones costeras
- 400 millones de niños están muy expuestos a los ciclones
- 600 millones de niños están muy expuestos a las enfermedades transmitidas por vectores
- 815 millones de niños están muy expuestos a la contaminación por plomo
- 820 millones de niños están muy expuestos a las olas de calor
- 920 millones de niños están muy expuestos a la escasez de agua
- 1,000 millones de niños están muy expuestos a niveles cada vez más elevados de contaminación atmosférica, es decir, exposición media anual > 35 µg/m³

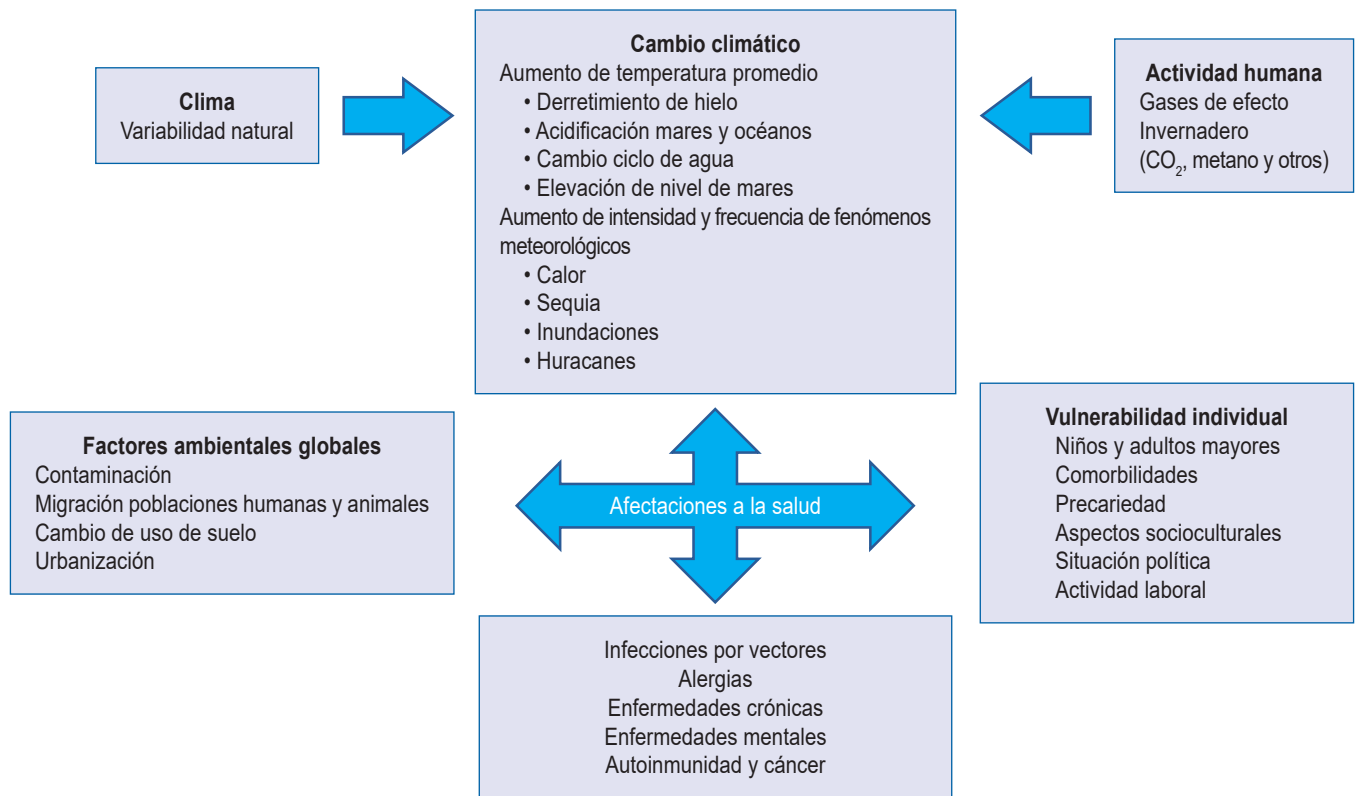


Figura 1: Cambio climático y la salud.
Modificado de: Organización Panamericana de la Salud.⁹

vivencia para el patógeno o el vector; el aumento de enfermedades cardiovasculares, como respuesta del propio organismo frente al estrés térmico de las olas de calor; o los problemas psicosociales relacionados a la carga emocional y social, que se deriva de la pérdida de seres queridos o del empleo. Por otro lado, el cambio climático puede agravar una situación existente y fragilizar aún más a las personas y comunidades ya vulnerables (Figura 1).^{9,10}

Existen diversas condiciones que amenazan a la salud pública y que resultan de las principales consecuencias del cambio climático (Tabla 2).

FACTORES CONDICIONANTES DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO EN LA SALUD

Se han descrito múltiples elementos que intervienen en la generación del cambio climático y que contribuyen al deterioro en la salud de los seres humanos.

Gases de efecto invernadero

El empleo antropogénico de combustibles fósiles ha aumentado las temperaturas globales y la contaminación

del aire a través de la emisión de GEI que atrapan el calor, como son el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), ozono (O₃) y gases fluorados.¹¹ Además de la producción de material particulado (PM) como es el carbón negro (BC), material particulado de 10 micras (PM₁₀) y material particulado de 2.5 micras (PM_{2.5}) y partículas de escape de diésel (DEP), todos estos elementos son conocidos como contaminantes del aire relacionados con el tráfico (TRAP). Se han asociado a múltiples alteraciones como crecimiento pulmonar reducido, función pulmonar afectada y al desarrollo y exacerbación del asma. El mecanismo fisiopatológico global se resume en el estrés oxidativo, la alteración de la integridad de la barrera y la inducción de inflamación. Al dañar la integridad de las barreras epiteliales se permite el ingreso de aeroalérgenos a los tejidos pulmonares, lo que facilita la sensibilización alérgica.¹² Evidencias emergentes sugieren una asociación causal con la diabetes a través del estrés oxidativo que incrementa la resistencia a la insulina.¹³

En 2015, la contaminación atmosférica en zonas urbanas (CAU) originó la muerte prematura de 6.4 millones de personas en el mundo, 400,000 en Europa y 23,000 en España. Ocasiónó el 19% de toda la morta-

lidad cardiovascular (24% de los infartos de miocardio), 21% de los ictus, 51% de las muertes por enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y 23% de los cánceres de pulmón. El 1% de la mortalidad infantil por infecciones respiratorias agudas es atribuida a la CAU.

También tiene efectos adversos preconcepcionales (gametogénesis), transplacentarios (partos prematuros y bajo peso al nacimiento) y mayor morbimortalidad perinatal. Casi la mitad (48%) de las visitas a la sala de urgencias por asma que se dieron en el sudeste asiático (incluida la India) y la región del Pacífico occidental (incluida China) fueron atribuidas al O_3 y más de la mitad (56%) a $PM_{2.5}$.^{14,15}

Los escenarios climáticos para el próximo siglo predicen que el calentamiento estará asociado con olas de calor más frecuentes e intensas en amplias áreas de nuestro planeta con un mayor riesgo de incendios forestales y desertificación. Por cada 1 °C de aumento, el riesgo de muerte prematura entre los sujetos con enfermedades respiratorias es hasta seis veces mayor que en el resto de la población.

El cambio climático influye en la contaminación del aire exterior porque la generación y dispersión de la contaminación del aire está en estricta correlación con los patrones locales de temperatura, viento y precipitación.¹⁶ En 2015, entre 9 y 23 millones (8-20% del total) de visitas a urgencias en todo el mundo y en 2019, 365,000 personas murieron por causas atribuibles a la exposición al O_3 , que es un potente oxidante.^{17,18}

Migración

En la actualidad, 55% del mundo vive en ciudades urbanas, pero se estima que crecerá hasta casi el 70% en 2050.¹⁹ El Banco Mundial estima que para 2050, 143 millones de personas en el África subsahariana, el sur de Asia y América Latina serán desplazadas debido al cambio climático.²⁰ Estudios realizados en Canadá y

Reino Unido encontraron que las tasas de asma fueron más altas en los entornos urbanos en comparación con las zonas rurales.²¹

Calor extremo

El Servicio Meteorológico Nacional de los Estados Unidos de América publicó un gráfico de índice de calor que clasifica los rangos de calor como «precaución», «extrema precaución», «peligro» y «peligro extremo». Por ejemplo, cualquier temperatura superior a 105 °F (41 °C) se considera peligrosa para la salud humana. De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, las olas de calor han aumentado en frecuencia, duración e intensidad.²²

Las olas de calor (definidas como ≥ 2 días de clima inusualmente caluroso) están aumentando en frecuencia e intensidad. Los modelos indican que sería extraordinariamente improbable que se produjeran algunas olas de calor en ausencia de cambio climático. La exposición a olas de calor durante el desarrollo intrauterino se asocia con mayores riesgos de parto prematuro y bajo peso al nacer; hipertermia y muerte entre los lactantes; y estrés por calor, enfermedades renales y otras enfermedades entre los niños. En los Estados Unidos, las enfermedades relacionadas con el calor son una de las principales y crecientes causas de muerte y enfermedades entre los estudiantes atletas. Los estudios sugieren que el calor asociado con el cambio climático tiene efectos adversos en la salud mental de niños y adolescentes, lo que aumenta las visitas a los departamentos de emergencia; un calor tan extremo también afecta la capacidad de aprendizaje de los niños.^{23,24}

Entre 1955 y finales de 2021, los GEI han atrapado la energía equivalente a 374 zettajulios de calor en nuestros océanos y atmósfera, la energía equivalente a 6,23 mil millones de bombas de Hiroshima.²⁵

Tabla 2: Cambio climático y amenazas a la salud pública.

Aumentos en desastres naturales relacionados con el clima o eventos climáticos importantes que crean estragos, con destrucción de viviendas, desplazamiento de poblaciones y amenaza de propagación de enfermedades
Cambios en las precipitaciones: en algunas áreas excesivas, lo que provoca inundaciones, y en otras una escasez sorprendente, lo que ocasiona sequías prolongadas y malas cosechas
Las olas de calor están asociadas con un exceso de mortalidad
El aumento del calor también tendrá impactos importantes en la calidad del aire y los niveles de contaminantes, y estos son particularmente amenazantes para los niños, los ancianos y las personas con trastornos cardiovasculares y respiratorios
Las temperaturas más cálidas y el aumento de CO_2 tienen efectos sobre los alérgenos y las enfermedades alérgicas, como el asma y la rinosinusitis alérgica

Modificado de: Katelaris CH et al.⁵

Tabla 3: Cambio climático y alergia al polen.

Crecimiento rápido de las plantas
Aumento de la cantidad de polen producido por cada planta
Aumento de la cantidad de proteínas alergénicas contenidas en el polen
Aumento en el tiempo de inicio del crecimiento de las plantas y, por lo tanto, el inicio de la producción de polen y temporadas de polen más tempranas y más largas
Incremento del potencial alergénico y de citotoxicidad al unirse con productos de la contaminación
Colonización de plantas en regiones no habitadas previamente

Las precipitaciones récord, las olas de calor, los incendios y las inundaciones se han intensificado a nivel mundial en los últimos 20 meses, mucho más rápido de lo previsto.²⁶

Pólenes

El cambio climático y el calentamiento global están aumentando las concentraciones de polen. La temporada de polen varía según la fuente. Por ejemplo, el polen de los árboles es más común en primavera, mientras que el polen de las malezas es más común en el otoño.²⁷

Se estima que el cambio climático en América del Norte contribuye aproximadamente en un 50% al alargamiento de la temporada de polen.²⁸ Los estudios han encontrado que las concentraciones de pólenes aumentarán en un 200% para finales de siglo. Las temperaturas más altas y los niveles elevados de CO₂ estimulan la fotosíntesis, el crecimiento de las plantas y la producción de polen.²⁹

Los aumentos en la concentración de polen tienen consecuencias importantes para los resultados de salud pública, en especial para las enfermedades atópicas como la alergia y el asma. Una revisión sistémica y un metaanálisis encontraron un aumento significativo en el número de visitas al departamento de emergencias por asma con aumentos de 10 granos de polen de gramíneas por metro cúbico de exposición.³⁰

La contaminación de la superficie del polen disperso en la región urbana puede desencadenar la polinosis, debido a que la concomitancia de metales pesados promueve la reacción alérgica y los gases ácidos causan inflamación de las vías respiratorias.³¹

El efecto de fenómenos meteorológicos extremos como fuertes lluvias y tormentas eléctricas podría provocar la liberación de partículas muy pequeñas de los granos de polen, que se conocen como partículas paucimicrónicas. Estas partículas están representadas por gránulos con un diámetro inferior a 5 µm, derivados

de los tejidos de las anteras, que pueden transportar una cantidad importante de alérgenos con efectos negativos en sujetos alérgicos y asmáticos.³²

Un gran estudio realizado en 2021 en 130 estaciones, en 31 países y cinco continentes, encontró que el polen en sinergia con la temperatura y la humedad, puede explicar alrededor del 44% de la variabilidad de la tasa de infección. Además, se indica que la exposición al polen en sí misma puede modular la defensa antiviral del epitelio respiratorio, lo que sugiere que algunas personas deben evitar la exposición en actividades al aire libre durante la coincidencia de las temporadas de polen y virus respiratorios.^{33,34}

Existen múltiples planteamientos del porqué el cambio climático se correlaciona con la alergia al polen, los cuales están vinculados de varias formas a la respuesta que tienen las plantas para protegerse contra las agresiones de este terrible fenómeno^{35,36} (Tabla 3).

Este fenómeno de alergenidad se ha vinculado al alto nivel de dióxido de carbono atmosférico que, de la era preindustrial, en el siglo XVIII, alcanzaba niveles de 280 ppm, ahora ha llegado a ser de 400 ppm. Así, para los pólenes de ambrosía se estima que cuadrupliquen su concentración en el año 2050.

Tormentas de arena y polvo

La Organización de las Naciones Unidas señala que cada año se emiten a la atmósfera aproximadamente dos mil millones de toneladas de polvo, y la región de Asia y el Pacífico contribuye con el 27%.³⁷ El aumento de la frecuencia e intensidad de los incendios forestales y las tormentas de arena y polvo (SDS, por sus siglas en inglés) han favorecido también mayores concentraciones de PM, CO₂ y O₃.³⁸

Además, se sabe que las SDS incluyen patógenos y microorganismos como bacterias, hongos y esporas. Por ejemplo, en California, ha existido un aumento de la infección por coccidioidomicosis, causada por el hongo *Coccidioides immitis*.^{39,40}

Tormentas e inundaciones

Las inundaciones también se asocian con un aumento del asma y de otros problemas respiratorios. Después de grandes inundaciones, hay una proliferación de esporas de moho debido al aumento de la humedad, lo que expone a los residentes a aeroalérgenos en interiores.⁴¹

Ganadería y agricultura

El aumento del consumo de proteína animal está impulsando el crecimiento de la agricultura animal. El mundo ahora produce más del triple de carne y más del doble de leche que hace 50 años. La ganadería genera el 50% de las emisiones de metano y el 60% de las emisiones de óxido nitroso, que tienen respectivamente 25 y 298 veces el potencial de calentamiento global del dióxido de carbono en masa. Además, esto tiene efectos negativos bien establecidos en el medio ambiente, incluida la destrucción de los ecosistemas nativos para sustentar el pastoreo de ganado y el aumento del cultivo de alimentos para animales. Se ha observado que esto es propiciado por el propio humano, ya que menos del 5% de la población de los Estados Unidos de Norteamérica cumple con las recomendaciones de fibra dietética debido a una ingesta inadecuada de alimentos de origen vegetal. Con la aparición de enfermedades crónicas degenerativas como la obesidad y las cardiopatías, la

transformación hacia dietas saludables y sostenibles para 2050 requerirá una reducción superior al 50% en el consumo mundial de carne roja y un aumento superior al 100% en el consumo de frutos secos, frutas, verduras y legumbres. Esta reducción puede contribuir significativamente al descenso de las emisiones de GEI.⁴²

La agricultura contribuye en un 15 a 23% de todas las emisiones de GEI, y con los desperdicios de alimentos aumenta hasta un 29%. Niveles altos de dióxido de carbono reducen el contenido de proteínas y micronutrientes en los cultivos. Por otro lado, los agricultores de pequeña escala y de bajos ingresos son los más afectados por tormentas, inundaciones, sequías, erosión costera, calentamiento de los océanos y aumento del nivel del mar. Es aquí, seguramente, en donde nuestro país sufrirá en la salud los efectos del cambio climático.⁴³

Ecología vectorial

El cambio climático se asocia con mayores riesgos de varias enfermedades transmitidas por vectores, como la malaria, el dengue, la infección por el virus del Zika y la enfermedad de Lyme, en determinadas regiones debido a los cambios en la duración de la temporada de transmisión y la propagación geográfica de los vectores de enfermedades. Los rangos geográficos de las especies de mosquitos portadores de malaria

Tabla 4: Material particulado, fuente y efectos en la salud.

Tamaño de partícula	Fuente	Sitio anatómico con potencial daño a la salud
PM _{0.1} (PM ultrafino)	Aerosol marino La erosión del suelo Erupciones volcánicas Polvo arrastrado por el viento de las carreteras, la agricultura y la construcción Incendios forestales/tormentas de polvo Interior Estufas de leña Materia orgánica y combustión de combustibles fósiles para calentar/cocinar	Diámetro ≤ 0.1 μm y puede penetrar en la región alveolar
PM _{2.5} (PM fina)	Combustión de materia orgánica y combustibles fósiles Centrales eléctricas/industria	Diámetro ≤ 2.5 μm y puede penetrar en el tracto traqueobronquial (tráquea, bronquios, bronquiolos)
PM ₅ (partículas gruesas)	Tráfico de vehículos	Diámetro que oscila entre 2.5 y 10 μm y es capaz de penetrar en el tracto respiratorio superior (nariz, garganta y laringe)
PM ₁₀ (PM inhalables)	Exterior	Diámetro ≤ 10 μm y puede penetrar en el tracto respiratorio superior (nariz, garganta y laringe)

PM = material particulado.

Modificado de: Baldacci S et al.⁴⁷

Tabla 5: Propuestas para mitigar efectos del cambio climático.

Reducir el uso de combustibles fósiles y controlar las emisiones de los vehículos
Reducir el tráfico privado en las ciudades
Mejorar el transporte público
Plantar árboles hipoalergénicos en las ciudades
Minimizar las actividades al aire libre en días con alta contaminación
Sugerir a sujetos susceptibles y enfermos vivan en áreas remotas del tráfico pesado

(*Anopheles*) y dengue (*Aedes*) se han ampliado debido a las temperaturas más cálidas.⁴⁴

Estados Unidos también ha tenido un marcado aumento en la incidencia de la enfermedad de Lyme, con las tasas más altas entre los niños. Michigan, Minnesota, Nueva York, Virginia y el oeste de Pensilvania han informado un aumento en el número de casos de enfermedad de Lyme en las últimas décadas.⁴⁵

MÉXICO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Es muy bien conocido que diversas ciudades de nuestro país presentan gran contaminación, rebasando de manera constante los niveles permitidos para los diversos elementos participantes, destacando indudablemente los GEI. En 2023, tan sólo el 21% de los días tuvieron aire limpio,⁴⁶ por lo que 20 millones de habitantes estuvieron expuestos a partículas contaminantes relacionadas con enfermedades cardiovasculares y respiratorias; en 2022, México ocupó el lugar 49 de los países más contaminados, registrando una concentración anual promedio de 19.5 microgramos por metro cúbico de partículas contaminantes PM_{2.5}, tomando en cuenta que existen infinidad de fuentes emisoras de estos y otros elementos con afectación grave sobre la salud (*Tabla 4*).

Con relación al efecto de la temperatura y los daños en la salud, se ha descrito que en el Golfo de México aumentó el 22% los casos semanales de diarrea aguda (IC95%: 1.013-1.242) en niños menores de cinco años por cada aumento de 1 °C en las temperaturas máximas. Asimismo, las infecciones respiratorias agudas disminuirían a medida que aumentaran las temperaturas. En el caso del dengue, cada aumento de 1 °C en la temperatura mínima incrementan los casos entre 4.4% (IC95%: 0.3-8.4%) y 5.8% (IC95%: 1.8-9.8%). Similar comportamiento sería para el Zika y Chikungunya.⁴⁸

Al abordar el golpe de calor, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) señala que el número de muertes asociadas al calor se duplicará en los próximos 20 años. Además, y como ejemplo del impacto, se ha

observado que por cada grado centígrado de aumento de temperatura hay un incremento de picadura de alacrán del 9.8% (IC95%: 8.3-11.3%).⁴⁸

PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

El cambio climático puede empeorar significativamente las desigualdades en salud dentro y entre los países y ejercer una presión adicional sobre los grupos más pobres. Los términos «mitigación» y «adaptación» son fundamentales en el debate sobre el cambio climático. La mitigación climática es cualquier acción tomada para eliminar o reducir de manera permanente los riesgos y peligros a largo plazo del cambio climático para la vida humana y la propiedad. La adaptación climática se refiere a la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las oportunidades o hacer frente a las consecuencias. Las estrategias de mitigación y adaptación pueden crear beneficios colaterales para la salud tanto individual como comunitaria, al reducir la exposición a peligros para la salud no relacionados con el clima y al fomentar comportamientos y estilos de vida que promuevan la salud (*Tabla 5*).

CONCLUSIONES

Las causas del cambio climático son originadas por actividad humana, empleando el término de efecto antropoceno. Este momento de la historia del planeta Tierra, es un momento crítico para la vida que habita en él, ya que sin duda existe una amenaza inminente en contra de la supervivencia de las especies. En pasadas eras geológicas, la extinción ocurría con intervalos de millones de años, ahora está acelerada, alcanzando una velocidad de más de 100 veces y esto es generado por la actividad humana. El uso de combustibles fósiles con producción de gases con efecto invernadero es, quizá, la causa más importante de la futura *extinción*. Se debe considerar que las políticas gubernamentales en este rubro deben ser corregidas de inmediato.

En fecha reciente, nuestro país ha recibido una muestra de un fenómeno meteorológico que ha devastado la región de Acapulco, Guerrero, y que hace reflexionar que quizá no vaya a ser el único en presentarse, y aparezca con cierta regularidad. La resiliencia de la población debe ser demostrada en estos momentos, pero al estar previamente depauperada tendrá una cuesta enorme por avanzar; sin embargo, como se mencionó en el desarrollo de este documento, la población que sufre y sufrirá estos fenómenos es la más humilde y modesta.

Por otro lado, la población de México y el mundo tiene muchas comorbilidades que agravan los efectos causados por el cambio climático, es por ello que el médico debe estar responsabilizado, preparado y consciente de abordar esta temática en forma holística, ya que la afectación en la salud es sistémica. Las estrategias para reducir el cambio climático y la contaminación del aire son de naturaleza político-económica, pero los ciudadanos, especialmente los profesionales de la salud y las sociedades, deben alzar la voz en el proceso de toma de decisiones para brindar un fuerte apoyo a las políticas de uso de energías limpias tanto a nivel nacional como internacional, así como a la atención preventiva de las enfermedades en etapas tempranas de la vida. Estos esfuerzos son cruciales para reducir los impactos futuros; no obstante, debido a que las emisiones globales en general continúan aumentando, también será necesario crear estrategias que permitan la adaptación a los impactos de la variabilidad climática futura, condición que es realmente un reto.

REFERENCIAS

- Costello A, Abbas M, Allen A et al. Managing the health effects of climate change: Lancet and University College London Institute for Global Health Commission. *Lancet*. 2009; 373 (9676): 1693-1733.
- Wheeler N, Watts N. Climate change: from science to practice. *Curr Environ Health Rep*. 2018; 5 (1): 170-178. doi: 10.1007/s40572-018-0187-y.
- Ebi KL, Capon A, Berry P et al. Hot weather and heat extremes: health risks. *Lancet*. 2021; 398 (10301): 698-708.
- UNICEF (2021), The Climate Crisis is a Child Rights Crisis: Introducing the Children's Climate Risk Index. ISBN 978-92-806-5276-5.
- Katellaris CH, Beggs PJ. Climate change: allergens and allergic diseases. *Intern Med J*. 2018; 48 (2): 129-134. Available in: <https://doi.org/10.1111/imj.13699>
- Hegerl GC, Zwiers FW, Braconnot P et al. Understanding and attributing climate change. Climate change 2007: the basis of physical science. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by: Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, et al. 2007, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 663-746.
- Stafoggia M, Forastiere F, Agostini D et al. Factors affecting in-hospital heat-related mortality: a multi-city case-crossover analysis. *J Epidemiol Community Health*. 2008; 62 (3): 209-215. Doi: 10.1136/jech.2007.060715.
- D'Amato G, Rottem M, Dahl R et al. Climate change, migration, and allergic respiratory diseases: an update for the allergist. *WAO Journal*. 2011; 4: 121-125.
- Cambio climático para profesionales de la salud: un libro de bolsillo. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud; 2020. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Datos de catalogación: pueden consultarse en <http://iris.paho.org>
- ¿Qué es el cambio climático? ONU acción por el clima. Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>
- Seastedt H, Nadeau K. Factors by which global warming worsens allergic disease. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2023; 131 (6): 694-702. doi: 10.1016/j.anai.2023.08.610.
- Murrison LB, Brandt EB, Myers JB, Hershey GKK. Environmental exposures and mechanisms in allergy and asthma development. *J Clin Invest*. 2019; 129 (4): 1504-1515. doi: 10.1172/JCI124612.
- Ortega-García B, Sánchez-Solís M, Ferrís-Tortajada J. Contaminación atmosférica y salud de los niños. *An Pediatr*. 2018; 89 (2): 77-79.
- Singh AB, Kumar P. Climate change and allergic diseases: an overview. *Front Allergy*. 2022; 13 (3): 964987. doi: 10.3389/falgy.2022.964987.
- Kaluarachchi Y. Deploying data-driven smart city applications for future cities. *Smart Cities*. 2022; 5 (2): 455-474. doi: 10.3390/smartcities5020025.
- D'Amato G, Pawankar R, Vitale C et al. Climate change and air pollution: effects on respiratory allergy. *Allergy Asthma Immunol Res*. 2016; 8 (5): 391-395. doi: 10.4168/aaair.2016.8.5.391.
- Chemical Sciences Laboratory. A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. Available in: https://csl.noaa.gov/news/2020/293_1015.html
- Anenberg SC, Henze DK, Tinney V et al. Estimates of the Global Burden of Ambient [Formula: see text], Ozone, and [Formula: see text] on Asthma Incidence and Emergency Room Visits. *Environ Health Perspect*. 2018; 126 (10): 107004.
- United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Urbanization Prospects 2018: Highlights (ST/ESA/SER.A/421).
- Rigaud KK, Sherbinin Alex de, Jones BR, Bergmann JS, Clement VWC, Ober KJ, Schewe J et al. Groundswell: preparing for internal climate migration. 2018. World Bank. License: CC BY 3.0 IGO. Available in: <http://hdl.handle.net/10986/29461>
- Lawson JA, Rennie DC, Cockcroft DW et al. Childhood asthma, asthma severity indicators, and related conditions along an urban-rural gradient: a cross-sectional study. *BMC Pulm Med*. 2017; 17 (1): 4.
- National Meteorological Service. *Heat index graph*. Available in: <https://www.weather.gov/ffc/hichart>. Accessed August 16, 2023. United States Environmental Protection Agency. Climate change indicators: heat waves. [Accessed May 30, 2023] Available in: <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-heat-waves>
- Chersich MF, Pham MD, Areal A et al. Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2020; 371: m3811.
- Vergunst F, Berry HL. Climate change and children's mental health: a developmental perspective. *Clin Psychol Sci*. 2022; 10 (4): 767-785. doi: 10.1177/21677026211040787.
- Ocean Warming. The ocean and climate change. Available in: <https://science.nasa.gov/earth/explore/the-ocean-and-climate-change/>
- Witze A. Extreme heatwaves: surprising lessons from record heat. *Nature*. 2022; 608: 464-465.
- American Asthma and Allergy Foundation. *Allergy Capitals: The most challenging places to live with allergies*. [Accessed July 22, 2023] Available in: <https://www.aafa.org/wp-content/uploads/2022/08/aafa-2022-allergy-capitals-report.pdf>
- Anderegg WRL, Abatzoglou JT, Anderegg LDL et al. Anthropogenic climate change is worsening North American pollen seasons. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2021; 118 (7): e2013284118.
- Zhang Y, Steiner AL. Projected climate-driven changes in pollen emission season length and magnitude over the continental United States. *Nat Commun*. 2022; 13 (1): 1234.

30. Erbas B, Jazayeri M, Lambert KA et al. Outdoor pollen is a trigger of child and adolescent asthma emergency department presentations: a systematic review and meta-analysis. *Allergy*. 2018; 73 (8): 1632-1641.
31. Okuyama Y, Matsumoto K, Okochi H et al. Adsorption of air pollutants on the grain surface of Japanese cedar pollen. *Atmospheric Environment*. 2007; 41: 253-260.
32. D'Amato G, Holgate ST, Pawankar R et al. Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. A statement of the World Allergy Organization. *World Allergy Organ J*. 2015; 8 (1): 25.
33. Damialis A, Gilles S, Sofiev M et al. Higher airborne pollen concentrations correlated with increased SARS-CoV-2 infection rates, as evidenced from 31 countries across the globe. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2021; 118 (12): e2019034118.
34. Gilles S, Blume C, Wimmer M et al. Pollen exposure weakens innate defense against respiratory viruses. *Allergy*. 2020; 75 (3): 576-587.
35. Katelaris CH. *Impacts of climate change on allergic diseases*. In: Beggs PJ ed. *Impacts of climate change on allergens and allergic diseases*. Cambridge: Cambridge University Press; 2016, 157-178.
36. Ariano R, Canonica GW, Passalacqua G. Possible role of climate changes in variations in pollen seasons and allergic sensitizations during 27 years. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2010; 104 (3): 215-222.
37. United Nations. Publication. *Sand and dust storms in Asia and the Pacific: opportunities for regional cooperation and action*. [Accessed May 30, 2023] Available in: https://www.unescap.org/sites/default/files/UNESCAP%20SDS%20Report_1.pdf
38. Meo SA, Abukhalaf AA, Alomar AA et al. Effect of environmental pollutants PM-2.5, carbon monoxide, and ozone on the incidence and mortality of SARS-COV-2 infection in ten wildfire affected counties in California. *Sci Total Environ*. 2021; 757: 143948.
39. Schweitzer MD, Calzadilla AS, Salamo O et al. Lung health in era of climate change and dust storms. *Environ Res*. 2018; 163: 36-42.
40. Pearson D, Ebisu K, Wu X, Basu R. A review of coccidioidomycosis in California: exploring the intersection of land use, population movement, and climate change. *Epidemiol Rev*. 2019; 41 (1): 145-157.
41. Rorie A, Poole JA. The role of extreme weather and climate-related events on asthma outcomes. *Immunol Allergy Clin North Am*. 2021; 41 (1): 73-84.
42. Shah UA, Merlo G. Personal and planetary health-the connection with dietary choices. *JAMA*. 2023; 329 (21): 1823-1824. doi: 10.1001/jama.2023.6118.
43. Buenrostro N, Aburto T, Barquera S. Obesidad, desnutrición y cambio climático: una sindemia sin atender Gaceta INSP 2021; 5 (1): 35-37.
44. Rocklov J, Dubrow R. Climate change: an enduring challenge for vector-borne disease prevention and control. *Nat Immunol*. 2020; 21 (5): 479-483. doi: 10.1038/s41590-020-0648-y. Erratum in: *Nat Immunol*. 2020; 21 (6): 695.
45. Eddens T, Kaplan DJ, Anderson AJM, Nowalk AJ, Campfield BT. Insights from the geographic spread of the lyme disease epidemic. *Clin Infect Dis*. 2019; 68 (3): 426-434.
46. Sistema de Monitoreo Atmosférico. Disponible en: <https://datos.cdmx.gob.mx/group/medio-ambiente-y-cambio-climatico>
47. Baldacci S, Maio S, Cerrai S et al. Allergy and asthma: Effects of the exposure to particulate matter and biological allergens. *Respir Med*. 2015; 109 (9): 1089-1104. doi: 10.1016/j.rmed.2015.05.017.
48. Riojas-Rodríguez H, Quezada-Jiménez ML, Zúñiga-Bello P, Hurtado-Díaz M. Climate change and potential health effects in mexican children. *Ann Glob Health*. 2018; 84 (2): 281-284.

Correspondencia:

Dr. Gerardo T López Pérez

Asistencia Pediátrica Integral

Ciudad de México.

E-mail: apiger3@gmail.com