

# Salud y cambio climático

Samuel Ponce de León R., Horacio Riojas-Rodríguez,  
Karla Rangel-Moreno, Patricia Segura Medina,  
Araceli Adelina Morelos Ulibbari, Estefanía Aguilar Romero,  
Magali Hurtado-Díaz, Pamela E. Zúñiga Bello y  
Eunice E. Félix Arellano



¿Qué sabemos del cambio climático en México?  
Colección dirigida por Francisco Estrada Porrúa



**PINCC**  
Programa de Investigación  
en Cambio Climático



# **Salud y cambio climático**

¿Qué sabemos del cambio climático en México?  
Colección dirigida por Francisco Estrada Porrúa



# Salud y cambio climático

Samuel Ponce de León R., Horacio Riojas-Rodríguez,  
Karla Rangel-Moreno, Patricia Segura Medina,  
Araceli Adelina Morelos Ulibbari, Estefanía Aguilar Romero,  
Magali Hurtado-Díaz, Pamela E. Zúñiga Bello y  
Eunice E. Félix Arellano

¿Qué sabemos del cambio climático en México?  
Colección dirigida por Francisco Estrada Porrúa

Dewey  
363.738746  
S25

LC  
RA566.3  
.S25  
2025

Salud y cambio climático / colección dirigida Francisco Porrúa ; colaboradores Samuel Ponce de León R., Horacio Riojas-Rodríguez, Karla Rangel-Moreno, Patricia Segura Medina, Araceli Adelina Morelos Ulibbari, Estefanía Aguilar Romero, Magali Hurtado-Díaz, Pamela E. Zúñiga Bello y Eunice E. Félix Arellano ; coordinación editorial Rubén Darío Martínez Ramírez ; cuidado de edición Gerardo Mendiola Patiño ; corrección de estilo Samy Zacarías Reyes García y Marisol García Romero y maquetación y diseño de portada Vanesa Gómez Vivas. – 1ª. ed. – Ciudad de de Cambio Climático, 2025.

1 recurso en línea (84 páginas) : il., tablas y figuras – (¿Qué sabemos sobre el cambio climático en México ; v.5)

ISBN colección: 978-607-30-8709-4

ISBN volumen: 978-607-587-694-8

1. SERES HUMANOS-EFECTOS DEL CLIMA SOBRE. 2. CAMBIOS CLIMÁTICO. 3. SALUD AMBIENTAL. 4. CALENTAMIENTO GLOBAL Y CAMBIO CLIMATICO.

Primera edición 2025

D. R.© Universidad Nacional Autónoma de México

Ciudad Universitaria, 04510 México, Ciudad de México

Programa de Investigación en Cambio Climático

Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio, sin la autorización escrita de su legítimo titular de derechos

ISBN colección: 978-607-30-8709-4

ISBN volumen: 978-607-587-694-8

Impreso y hecho en México

Coordinación editorial: Rubén Darío Martínez Ramírez

Cuidado de edición: Gerardo Mendiola Patiño

Corrección de estilo: Samy Zacarías Reyes García y Marisol García Romero

Maquetación y diseño de portada: Vanesa Gómez Vivas



# ÍNDICE

- 9** Salud y cambio climático
- 11** Necesidades de investigación sobre cambio climático y salud en México
- 39** ¿Qué sabemos del cambio climático y sus efectos en la salud en México?
- 51** Cambio climático y salud: efectos actuales y emergentes



# Salud y cambio climático

Samuel Ponce de León R. <sup>1</sup>

## Introducción

El año 2024 será el más caliente del que tengamos registro en el mundo. Es posible que 2025 lo supere, si la tendencia persiste y la elevación de la temperatura mundial ha sido continua hasta hoy. Una de las consecuencias del calentamiento global está directamente relacionada con la salud de nuestra especie.

La temperatura promedio en el mundo aumentó 1.2 °C entre 1900 y 2020, y en los últimos años su incremento ha sido más rápido. Nuestro organismo, nuestras sociedades y nuestro sistema social, claramente, no tienen capacidad para adaptarse con la velocidad requerida a la inmensa variedad de consecuencias que resultan de estos incrementos, y la vida en el planeta se afectará en proporción al calentamiento. A nivel planetario, un cambio de 1.2 °C es un cambio drástico que resulta en eventos extremos que incluyen olas de calor y tormentas de más intensidad y frecuencia, elevación del mar, así como impactos a ecosistemas que son críticos para nuestra existencia (p.ej., redes alimentarias, polinización, salud de ecosistemas para turismo y agricultura).

El presente documento es una revisión de los temas sobresalientes que ya afectan actualmente nuestra salud. Es un llamado para iniciar una amplia reflexión para que los riesgos que resultan sean

---

<sup>1</sup> Programa Universitario de Investigación sobre Riesgos Epidemiológicos y Emergentes (PUIREE). Correo: [sponce@unam.mx](mailto:sponce@unam.mx)

estudiados y atendidos. Se requiere de una más amplia vigilancia de las condiciones atmosféricas y su relación con la enfermedad en la perspectiva de Una-Salud. Como señalan Horacio Riojas y Karla Rangel, es necesario destinar recursos para investigación en general (básica, clínica, epidemiológica, etc.) de los impactos en México del calentamiento en la salud.

Es cierto que existe información creciente sobre los impactos en la salud, pero requerimos datos nacionales y regionales. La mitad de la población en nuestro país vive por arriba de 1500 metros sobre el nivel del mar, y nuestra altísima frecuencia de enfermedades metabólicas (DM, obesidad) crean condiciones particulares que requieren investigación puntual. Los grupos de Patricia Segura, Araceli Morelos, y de Estefanía Aguilar, Magali Hurtado, Pamela Zúñiga y Eunice Félix, revisan complementariamente las condiciones clínicas derivadas del calentamiento, y también de las cambiantes condiciones meteorológicas que imponen estos nuevos riesgos.

El calentamiento global y sus impactos generan una nueva y compleja situación que requiere atención particular urgente. Se necesitan educación sobre sus efectos y políticas públicas puntuales, junto con la creación de proyectos a corto y largo plazo para construir condiciones que mitiguen estos cambios en áreas urbanas y rurales.

Los cambios que se preveían para dentro de algunos lustros o décadas, se han acelerado y, por consiguiente, no se puede perder más tiempo.

# Necesidades de investigación sobre cambio climático y salud en México

Horacio Riojas-Rodríguez<sup>1</sup>, Karla Rangel-Moreno<sup>1</sup>

## Introducción

El cambio climático se ha asociado con varios eventos en salud poblacional de forma directa e indirecta. No obstante, en la actualidad existe una brecha importante relacionada con la generación de evidencia científica, respecto a un panorama integral sobre el impacto del cambio climático en la salud en nuestro país, principalmente en los grupos vulnerables.

De igual forma, existe un retraso en la generación de políticas públicas en el campo del cambio climático y la salud en el contexto nacional. Si bien la evidencia actual presenta cierta incertidumbre y vacíos, es consistente en el sentido de que el cambio climático representa una seria amenaza para la salud poblacional, por lo que se debería de considerar en el diseño, monitoreo y evaluación de políticas públicas en el tema, con la participación de distintos sectores gubernamentales.

A partir de lo anteriormente mencionado, en este capítulo se presenta una revisión sobre las investigaciones que se han publicado sobre este tema y cuáles son las necesidades hacia futuro.

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Salud Pública. Correo: [hriojas@insp.mx](mailto:hriojas@insp.mx)

**“...existe una brecha importante relacionada con la generación de evidencia científica, respecto a un panorama integral sobre el impacto del cambio climático en la salud en nuestro país,...”**





## **Contexto del cambio climático y salud en México**

El escenario nacional presenta algunos retos como una transición epidemiológica que se caracteriza por el aumento en la carga de la enfermedad de padecimientos crónicos y la disminución por desnutrición, enfermedades transmisibles, maternas y perinatales. Sin embargo, hay diferencias a nivel subnacional y existen zonas donde los factores pretransicionales, como la falta de condiciones sanitarias y contaminación del aire intramuros, prevalecen respecto a los emergentes como la exposición a contaminantes químicos, industrialización, variabilidad climática, entre otros. Un tema relevante tiene que ver con la probabilidad de emergencia o reemergencia de enfermedades, entre ellas, sin duda, la posibilidad de aparición de nuevas pandemias.

Además, en la población también hay diferencias significativas en las condiciones de vulnerabilidad social y ambiental al cambio climático. Los sectores económicamente menos favorecidos tienen menos posibilidades de adaptación y pueden sufrir con un mayor impacto los efectos del cambio climático. A ello se añade la vulnerabilidad ambiental, la mayoría de las veces construida, que obliga a sectores de la población a vivir y trabajar en zonas en donde el cambio climático afecta con mayor severidad. Desde el sector salud han sido muy limitadas las políticas de prevención frente a esta amenaza; apenas se pueden contabilizar entre ellas las campañas de promoción en temporada de calor y los sistemas de vigilancia epidemiológica en casos de desastres como huracanes, pero no existen estrategias de largo plazo. Lo anterior contrasta con los compromisos internacionales que México ha adquirido al ser parte de convenios internacionales como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el Acuerdo de París que incluyen crecientemente el tema de atención a la salud pública. Por ejemplo, en la COP27 realizada en noviembre de

2022 en Sharm el Sheij, Egipto, se urgió a los países para que incluyeran indicadores de salud como parte de sus programas de mitigación y adaptación (The Global Climate & Health Alliance, 2022).

## **Efectos del cambio climático sobre la salud y el bienestar**

El consenso indica que existe un avance en la evidencia de que el cambio climático tiene efectos sobre la salud de forma directa e indirecta donde interactúa la dinámica social: de forma directa se ha relacionado con la morbilidad de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como con lesiones, enfermedades y defunciones por fenómenos meteorológicos como olas de calor, tormentas, sequías e inundaciones; mientras que, de forma indirecta, el cambio climático se ha asociado con asma, alergias, enfermedades respiratorias, intoxicaciones, alteración de la salud mental, inseguridad alimentaria, enfermedades crónicas no transmisibles y transmitidas por los alimentos y el agua, incremento de exposición a sustancias químicas, alacranismo, así como enfermedades transmitidas por vector y zoonóticas (Chowell *et al.*, 2005; D'Amato *et al.*, 2015; Urrutia-Pereira *et al.*, 2022; Watts *et al.*, 2015), como se muestra en la Figura 1.

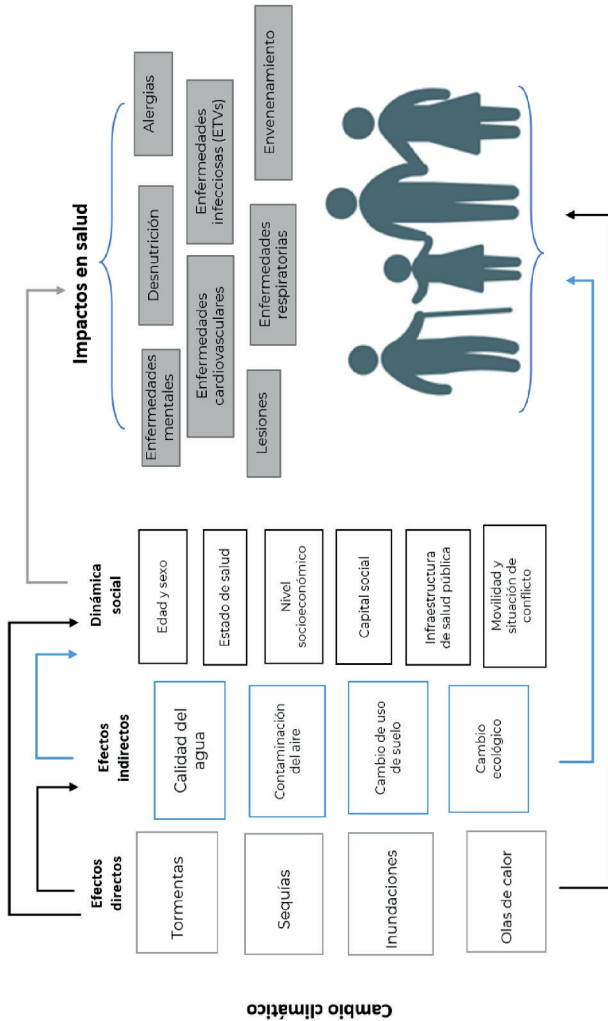
A este respecto, se han descrito rutas directas e indirectas por las que el cambio climático se relaciona con efectos en la salud a corto y largo plazo. Por ejemplo, entre las rutas indirectas se ha descrito la destrucción de los campos de cultivo y la crisis hídrica, que representan una amenaza para la seguridad alimentaria y el estado de salud de la población, especialmente en los niños y niñas.

Otra ruta importante es la disrupción socioeconómica y su alteración del bienestar mental y físico, las alteraciones en la composición química y física del aire por la concentración de contaminantes. En

**“El consenso indica que existe un avance en la evidencia de que el cambio climático tiene efectos sobre la salud de forma directa e indirecta donde interactúa la dinámica social.”**







**Figura 1.** Los efectos directos e indirectos del cambio climático sobre la salud y el bienestar.  
Fuente: Watts *et al.*, 2015

este rubro es importante el tema de los contaminantes climáticos de vida corta como el carbono negro.

## **Evidencia sobre la relación entre cambio climático y salud**

La investigación sobre cambio climático y salud utiliza, principalmente, tres tipos de estudios. Uno de ellos son los estudios retrospectivos donde se utilizan datos históricos sobre clima y salud para analizar su asociación con las condiciones de eventos actuales. Estos estudios sirven para hacer estimaciones en el futuro y generar mapas de riesgo globales y nacionales sobre la vulnerabilidad en el cambio climático, estimar las asociaciones con diferentes eventos en salud, cuantificar los efectos de la variabilidad climática sobre la salud y estimar la carga de la enfermedad atribuible al cambio climático y vulnerabilidad en los próximos años.

Se realizó una revisión sobre salud y cambio climático en México con el algoritmo de búsqueda: *((climate change) AND (Mexico)) AND (health)*, que arrojó 295 resultados con 35 estudios, los cuales evaluaron la relación entre el cambio climático y la salud en México. Los resultados mostraron una tendencia creciente en la investigación sobre este tema en la última década, aunque el número de estudios correspondientes a salud es limitado, la evidencia utiliza diferentes definiciones de vulnerabilidad y pone de manifiesto la falta de una perspectiva multidisciplinaria.

La mayoría de las publicaciones se relacionaron con proyecciones climáticas, mortalidad, enfermedades infecciosas, enfermedades transmitidas por vector, contaminación, políticas públicas, urbanismo y precipitación. Además, al revisar un estudio previo sobre las tendencias y vacíos en la investigación sobre cambio climático y salud

en América del Norte, se observó que en la región hay 756 artículos sobre el tema, de los cuales la mayor proporción de la evidencia publicada se centra en la relación entre la morbilidad general y por calor, eventos respiratorios, eventos cardiovasculares y enfermedades transmitidas por vector con variables climáticas como temperatura, eventos de calor, calidad del aire y precipitación. Mientras que se identificaron, en menor proporción, investigaciones sobre enfermedades transmitidas por alimentos, alergias y condiciones dermatológicas, así como sobre eventos de frío, erosión de las costas y cambios en el *permafrost*. Esta revisión muestra una diferencia importante tanto en número como en calidad de los estudios hechos en México en comparación con Estados Unidos y Canadá (Harper *et al.*, 2021).

Al igual que en México, en Estados Unidos de América y Canadá también ha aumentado, significativamente, las publicaciones en los últimos años, lo que ha contribuido a disminuir algunos vacíos de investigación en las áreas de salud mental y nutrición. No obstante, la investigación sobre proyecciones sobre el cambio climático y múltiples desenlaces en salud es limitada, y en el caso específico de México se enfatiza la necesidad de desarrollar investigación en las áreas rurales y remotas, en medidas de adaptación y mitigación (Harper *et al.*, 2021).

Adicionalmente, se reporta una comparación sobre el nivel de evidencia y confianza en la evaluación de la asociación entre clima y salud entre los reportes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) y el capítulo de América del Norte. Se reportó que para la región no hay evidencia sobre la morbilidad por exposición a radiación UV, salud mental, morbilidad relacionada con el frío e incendios forestales, salud ocupacional y nutrición, así como pocos estudios sobre enfermedades transmitidas por el agua y alimentos (Harper *et al.*, 2021).

De igual forma se identificó el reporte “Tomar medidas contra

el cambio climático beneficiará la salud y promoverá la equidad en salud en las Américas” de la Red Interamericana de Academias de Ciencias. En este reporte se identificaron como los principales riesgos climáticos para México: el calentamiento global, la contaminación del aire, los incendios forestales y el aumento de las condiciones de sequía. Por otro lado, los principales impactos en salud son la seguridad alimentaria e hídrica, morbimortalidad asociada a calor, enfermedades transmitidas por vector, los impactos en salud respiratoria y las muertes por contaminación del aire (Inter-American Network of Academies of Sciences, 2022).

## **Vacíos en la evidencia y necesidades de investigación sobre cambio climático y salud en México**

En septiembre del 2021, más de 200 editores de revistas científicas sobre salud manifestaron la urgencia a la acción para lidiar con el daño catastrófico a la salud que representa el cambio climático, principalmente en grupos vulnerables como niños, ancianos, minorías étnicas, comunidades más pobres y personas con problemas de salud subyacentes. Los profesionales de la salud invitaron a los líderes mundiales a realizar acciones costo-efectivas para transformar las sociedades y las economías y proteger la salud pública a nivel mundial (Wise, 2021). Sin embargo, se requiere un análisis sobre qué sitio tiene en las agendas políticas y qué presupuesto se le asigna de investigación a esta amenaza en cada región y país.

A este respecto, en el contexto nacional, existe relativamente poco interés sobre el tema de cambio climático y salud. Lo anterior se sustenta en las pocas menciones sobre los temas de degradación ambiental y cambio climático en el Plan Nacional de Salud, la nula existencia de alguna área de la Secretaría de Salud que atienda este

**“...en el contexto nacional,  
existe relativamente poco  
interés sobre el tema de  
cambio climático y salud.”**



tema y de iniciativas desde el sector ambiental o de salud con relación a este aspecto; el presupuesto para investigación en cambio climático en salud es mínimo y no existe ninguna convocatoria de financiamiento de investigaciones sobre el tema específicamente, ya que las convocatorias existentes solo se dirigen a proyectos de investigación sobre la adaptación y mitigación del cambio climático, por lo que se requiere aumentar el financiamiento para generar investigación del tema en México.

Respecto a la evidencia disponible, se ha observado de manera consistente un aumento en la mortalidad por todas las causas y, en particular, las causas cardiovasculares relacionado al cambio climático en ciudades mexicanas (Hurtado-Díaz *et al.*, 2019; Zhao *et al.*, 2021). Estos estudios hacen parte de una línea de investigación a nivel global para estimar los riesgos de mortalidad asociados con los cambios de temperatura. En el futuro, se tendrán que resolver otras preguntas de investigación, por ejemplo, cuál es la asociación con la morbimortalidad por causas específicas (renales, metabólicas), además de considerar que la magnitud de la asociación puede cambiar a través de las categorías de nivel socioeconómico y considerar las diferencias entre zonas rurales o urbanas. El uso de esta información puede servir para el desarrollo de políticas de adaptación y mitigación, con el fin de proteger la salud y el desarrollo de atlas de riesgos, así como de proyecciones en escenarios de cambio climático para responder a escenarios de olas de calor.

En el tema de salud mental, si bien existe un vacío en la comprensión total del mecanismo biológico que genera afectaciones en la salud mental relacionados con el cambio climático, recientemente se han publicado estudios que relacionan la tendencia del aumento en la temperatura con un incremento en la tasa de suicidios (Burke *et al.*, 2018); estos resultados deben confirmarse con estudios en otros

sitios para incluir en la agenda el estudio de la salud mental en el contexto del cambio climático.

En lo referente a la seguridad alimentaria, el cambio climático está generando una gran cantidad de desafíos relacionados con la producción, distribución y el consumo de alimentos, principalmente en las áreas que dependen del autoconsumo; también existen estudios que muestran la afectación en la cadena de producción y consumo. Un estudio que tuvo como objetivo evaluar la asociación entre el consumo de alimentos ultraprocesados y no procesados con los cambios en la precipitación y la temperatura, estimó que la reducción anual de 0.5 mm en la precipitación y un incremento anual de 0.1 °C, se asociaron con un menor consumo de alimentos no procesados y un mayor consumo de alimentos ultraprocesados; además, se observó que la magnitud de la asociación es diferente en el país, siendo las regiones tropicales las más afectadas (López-Olmedo *et al.*, 2021), por lo que se requiere desarrollar medidas de adaptación que consideren el contexto local y promover la adopción de la dieta sustentable. Esto es solo un ejemplo del impacto que puede tener el cambio climático en los patrones alimenticios.

Adicionalmente, se ha generado evidencia sobre la exposición a altas temperaturas y la enfermedad renal, particularmente en los trabajadores del sector agrícola. Se ha sugerido que la deshidratación repetida en la población expuesta de forma habitual a altas temperaturas podría relacionarse con una nueva entidad dentro de la enfermedad renal crónica (ERC), que se ha denominado nefropatía mesoamericana. Esta enfermedad se caracteriza por la ausencia de los factores de riesgo tradicionales de la ERC como diabetes mellitus e hipertensión arterial, por lo que se ha hipotetizado que podría asociarse con la exposición a tóxicos, plaguicidas, metales pesados y temperaturas elevadas (Hanson *et al.*, 2021). Se requiere el desarrollo de más investigación para

dilucidar este evento en salud, principalmente en las zonas urbanas que podrían tener una mayor vulnerabilidad, debido al fenómeno de islas de calor, y en zonas rurales en donde los trabajadores agrícolas se exponen a altas temperaturas en sus jornadas de trabajo.

Por otro lado, los cambios en la temperatura ambiental se han relacionado con la mortalidad por causas cardiovasculares (Hurtado-Díaz *et al.*, 2019), debido a cambios en la presión y la composición sanguínea (Giorgini *et al.*, 2017). Sin embargo, aún quedan preguntas por responder, por ejemplo, si existen otros eventos en salud de corto y largo plazo sobre el sistema cardiovascular en la población mexicana y si estos riesgos están diferenciados por regiones, grupos etarios o grupos ocupacionales.

Es importante mencionar que la mayor parte de evidencia científica publicada en México sobre cambio climático y salud corresponde a las enfermedades transmitidas por vector, por ejemplo, gran parte de los artículos publicados reportan una asociación positiva entre variables meteorológicas como temperatura, humedad y precipitación (Díaz-Castro *et al.*, 2017; Eisen *et al.*, 2014; García *et al.*, 2011; Hernández-Aguilar *et al.*, 2021; Leduc-Galindo *et al.*, 2015; Núñez-López *et al.*, 2021; Robles-Fernández *et al.*, 2021; Solís-Navarro *et al.*, 2022) y su estacionalidad (Carreto *et al.*, 2022). Se ha descrito que los cambios en las variables climáticas modifican el nicho ecológico de múltiples vectores hacia zonas donde no se habían descrito previamente por lo que representan nuevos riesgos a la salud (Ordoñez-Sierra *et al.*, 2020). Un ejemplo de lo anterior es un estudio que reportó la presencia de *Aedes aegypti* en la Ciudad de México (Mejía-Guevara *et al.*, 2020), por lo que se requiere mayor investigación sobre la asociación entre el cambio climático, el nicho ecológico de los vectores y las enfermedades que se transmiten en zonas geográficas donde no se habían registrado previamente.

De igual forma, se ha estimado que los nichos ecológicos de la enfermedad de Chagas y de Lyme podría ser mayor en América del Norte para el año 2050, al considerar los cambios en las variables climáticas en la región (Garza *et al.*, 2014; Illoldi-Rangel *et al.*, 2012). Actualmente, se requiere tener una mejor caracterización sobre las enfermedades transmitidas por vector y zoonóticas relacionadas con el cambio climático en México para generar información sobre cómo interactúa el clima con nuevas pandemias, evaluar el nivel de certidumbre de las proyecciones estimadas, qué ocurre con el nicho ecológico en otras zonas endémicas y cómo interactúan los factores climáticos con los sociales; de igual forma es importante fortalecer los sistemas de vigilancia epidemiológica para determinar la incidencia de dichas enfermedades y si está relacionada con la degradación ambiental y el incremento de las temperaturas.

Otro tema de interés relacionado con el cambio climático es los contaminantes climáticos de vida corta, como el ozono, metano, hidrofluorocarbonos y el carbono negro. En América Latina se realizó una evaluación integral de los contaminantes climáticos de vida corta en América Latina y el Caribe, que utilizó un modelo de interacciones y sinergias de la contaminación de efecto invernadero y aire. Entre los principales resultados destaca que el calentamiento por las emisiones de metano y la combustión incompleta se duplicará entre 2010 y 2050. La mayor parte se asocia con el sector petrolero y el pecuario (con gran potencial de mitigación). Adicionalmente, se prevé que las emisiones de carbono negro disminuirán en las próximas décadas, debido a las estrategias para reducir la contaminación atmosférica urbana en el sector del transporte. No obstante, las proyecciones vuelven a aumentar, ya que las medidas de mitigación no bastarían para lograr la disminución de las emisiones, a menos que se introduzcan nuevas políticas (United Nations Environment Programme

& Climate and Clean Air Coalition, 2016); en este sentido, también es necesario mejorar los sistemas de monitoreo de carbono negro y su estimación de exposición en la población para poder determinar si tiene un impacto significativo en la morbilidad y si presenta variaciones dentro y entre las ciudades. Lo anterior podría contribuir a la evidencia disponible para establecer la necesidad de una red de monitoreo de los contaminantes de vida corta.

De igual forma, es necesario hacer énfasis en la vulnerabilidad en salud frente al cambio climático. Aunque se han desarrollado modelos para estimar dicha vulnerabilidad, se necesitan operacionalizar para la generación de buenos mapas de riesgo que permitan conocer si hay diferencias en la vulnerabilidad en salud al cambio climático en la población mexicana y cuáles poblaciones han generado o están generando medidas de adaptación.

Lo anterior tiene que considerar la vulnerabilidad frente al cambio climático a nivel social, ambiental e individual: este último nivel se refiere a aquellos factores propios del individuo como edad y género; la vulnerabilidad ambiental está relacionada con el entorno físico o el entorno en el que un individuo puede encontrarse como el vivir en costas, en sitios con islas de calor o en los lechos de los ríos; y la vulnerabilidad social es resultado de las desigualdades sociales, las características de las comunidades y el entorno construido, es decir, son los factores sociales que influyen en la susceptibilidad de un individuo o grupo de individuos al daño. Es importante considerar que en cada nivel se debe de incorporar el término de resiliencia.

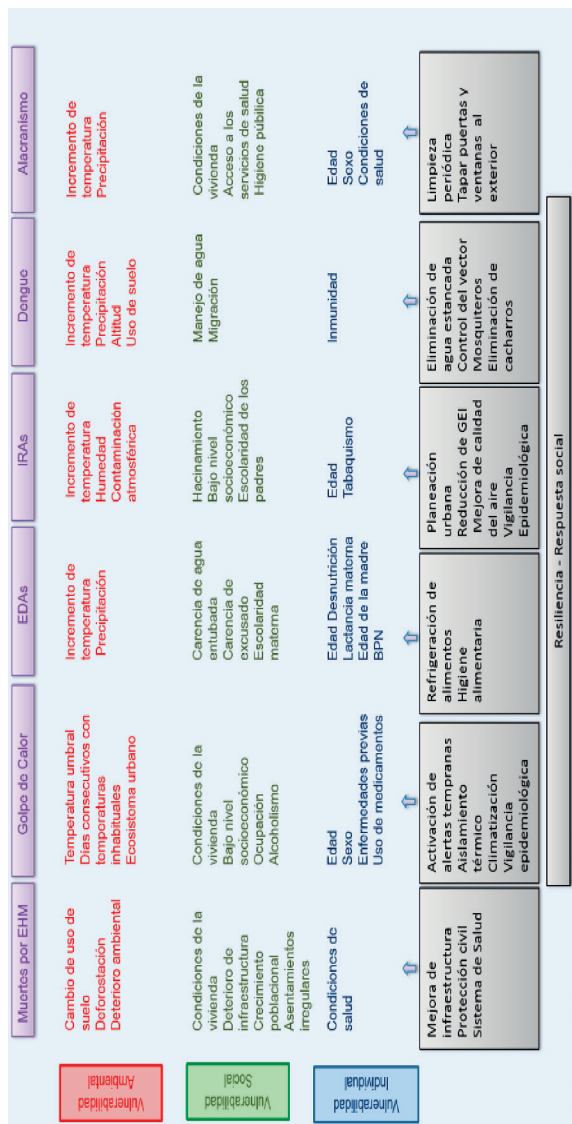
El grupo de la Dirección de Salud Ambiental del Instituto Nacional de Salud Pública ha desarrollado un marco conceptual para la evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo a la salud frente al cambio climático, que considera las diferencias en los factores de vulnerabilidad social y ambiental de algunos eventos en salud

como mortalidad por eventos hidrometeorológicos extremos, golpes de calor, enfermedades diarreicas agudas, infecciones respiratorias agudas, dengue y alacranismo, así como las alternativas de respuesta social frente a esas amenazas, como se muestra en la Figura 2. En este sentido, se necesitan construir mejores modelos de vulnerabilidad frente al cambio climático para fortalecer la respuesta social tanto individual, como institucional.

Por otro lado, el área de investigación en políticas e intervenciones en cambio climático y salud. A este respecto, en conjunto con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), se ha desarrollado la *Guía metodológica para el análisis y formulación de propuestas de políticas, estrategias y acciones de prevención y atención de enfermedades sensibles al clima en los países de Centroamérica* (Riojas-Rodríguez *et al.*, 2015) que se ha aplicado en algunos países de Centroamérica.

En México, se utilizó esta metodología para generar la *Estrategia Nacional de Cambio Climático y Salud 2014-2018*, que incluía el monitoreo con la generación de sistemas de alerta temprana, la evaluación de vulnerabilidad, la comunicación y educación y el fortalecimiento del marco normativo y programático. Sin embargo, en la Administración actual no se ha desarrollado una política clara relacionada al cambio climático y salud, por ello se requiere la generación de investigación que evalúe el efecto del desarrollo deficiente de estas políticas.

En las últimas dos décadas, el cambio climático ha impuesto retos importantes para el sector salud en el ámbito de adaptación, por tanto, es importante considerar la evaluación de intervenciones para definir si tenemos buenas políticas en el sector salud o de salud y bienestar, que permitan la óptima utilización de programas y financiamientos, así como la inclusión de criterios de salud y bienestar en la evaluación de las políticas de mitigación locales, estatales y



**Figura 2.** Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo a la salud frente al cambio climático.  
Fuente: Elaborado por Magali Hurtado-Díaz.

nacionales. Si bien aún no existe una metodología establecida, existen múltiples indicadores en salud que se podrían utilizar para evaluar el impacto de las intervenciones, principalmente en países de bajos y medianos ingresos, con el objetivo a corto plazo de generar una guía metodológica para identificar vulnerabilidades, riesgos, políticas y programas de salud frente al cambio climático.

Finalmente, el tema del cambio climático también ha generado cuestionamientos sobre la ética en salud pública con una nueva visión, que lo considera como un problema prioritario para la salud humana, y representa un escalamiento de la bioética al ámbito de la salud ambiental global que busca incrementar el compromiso del sector salud.

## **Conclusiones**

La comunidad internacional ha generado evidencia sobre el riesgo que representa el cambio climático para la salud humana, no obstante, la investigación y las políticas públicas sobre cambio climático y salud en México son escasas y no responden al reto que representa la crisis climática para la salud pública. A este respecto, existen problemas de salud que, por el grado de vulnerabilidad que implican, requieren acciones oportunas como la seguridad alimentaria en zonas rurales con alto grado de marginación, migración, exposiciones ocupacionales y nivel de adaptación a las olas de calor en grupos vulnerables de las ciudades mexicanas.

Aunque existen avances en la evidencia disponible sobre la exposición a la temperatura ambiental, mortalidad y variabilidad climática con las enfermedades transmitidas por vectores, es necesario consolidar una agenda de investigación que llene los vacíos de conocimiento, genere propuestas de intervención y que sea capaz de desarrollar y evaluar políticas y programas locales y regionales

en el ámbito de adaptación al cambio climático para la protección de la salud.

Algunos de los temas que consideramos prioritarios en términos de investigación y cambio climático para México incluyen:

- Impacto en enfermedades crónicas como enfermedad renal y enfermedades cardiovasculares.
- Riesgos sobre salud mental desde diferentes vertientes.
- Pérdida en indicadores de bienestar como actividad física.
- Influencia del cambio climático en lesiones y accidentes.
- Interacción con contaminantes atmosféricos.
- Impactos a largo plazo de sequías e inundaciones.
- Diferentes vertientes sobre los impactos en seguridad alimentaria.
- Otras enfermedades transmitidas por vectores como enfermedad de Lyme y enfermedad de Chagas.
- Riesgos en la salud reproductiva.
- Inseguridad alimentaria relacionada con el cambio climático, principalmente en grupos vulnerables.
- Asociación entre los factores de variabilidad climática y riesgos dermatológicos.
- Diagnóstico de vulnerabilidad en salud a nivel local y regional.

Adicionalmente, se debe de considerar el fortalecimiento de los sistemas de vigilancia epidemiológica, la preparación al personal de salud para diagnosticar los eventos relacionados en salud, aumentar el financiamiento para la investigación en cambio climático y salud a nivel estatal y federal y consolidar la respuesta del Estado frente a fenómenos meteorológicos más extremos y frecuentes.

## Referencias

- Burke, M., González, F., Baylis, P., Heft-Neal, S., Baysan, C., Basu, S., & Hsiang, S. (2018). Higher temperatures increase suicide rates in the United States and Mexico. *Nature Climate Change* 2018 8:8, 8(8), 723–729. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0222-x>
- Carreto, C., Gutiérrez-Romero, R., & Rodríguez, T. (2022). Climate-driven mosquito-borne viral suitability index: measuring risk transmission of dengue, chikungunya and Zika in Mexico. *International Journal of Health Geographics*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/S12942-022-00317-0>
- Chowell, G., Hyman, J. M., Díaz-Dueñas, P., & Hengartner, N. W. (2005). Predicting scorpion sting incidence in an endemic region using climatological variables. *International Journal of Environmental Health Research*, 15(6), 425–435. <https://doi.org/10.1080/09603120500392475>
- D'Amato, G., Holgate, S. T., Pawankar, R., Ledford, D. K., Cecchi, L., Al-Ahmad, M., Al-Enezi, F., Al-Muhsen, S., Ansotegui, I., Baena-Cagnani, C. E., Baker, D. J., Bayram, H., Bergmann, K. C., Boulet, L. P., Buters, J. T. M., D'Amato, M., Dorsano, S., Douwes, J., Finlay, S. E., ... & Annesi-Maesano, I. (2015). Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. A statement of the World Allergy Organization. *The World Allergy Organization Journal*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/S40413-015-0073-0>
- Díaz-Castro, S., Moreno-Legorreta, M., Ortega-Rubio, A., & Serrano-Pinto, V. (2017). Relation between dengue and climate trends in the Northwest of Mexico. *Tropical Biomedicine*. <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/1915>
- Eisen, L., García-Rejón, J. E., Gómez-Carro, S., Vázquez, M. D. R. N., Keefe, T. J., Beaty, B. J., & Loroño-Pino, M. A. (2014). Temporal correlations between mosquito-based dengue virus surveillance measures or indoor mosquito abundance and dengue case numbers in Mérida City, México. *Journal of*

- Medical Entomology*, 51(4), 885–890. <https://doi.org/10.1603/ME14008>
- García, C., García, L., Espinosa-Carreón, L. y Ley, C. (2011). Abundancia y distribución de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) y dispersión del dengue en Guasave Sinaloa, México. *Revista de Biología Tropical*, 59(4), 1609–1619. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442011000400015&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442011000400015&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Garza, M., Feria Arroyo, T. P., Casillas, E. A., Sanchez-Cordero, V., Rivaldi, C. L., & Sarkar, S. (2014). Projected future distributions of vectors of *Trypanosoma cruzi* in North America under climate change scenarios. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(5). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0002818>
- Giorgini, P., di Giosia, P., Petrarca, M., Lattanzio, F., Stamerra, C. A., & Ferri, C. (2017). Climate Changes and Human Health: A Review of the Effect of Environmental Stressors on Cardiovascular Diseases Across Epidemiology and Biological Mechanisms. *Current Pharmaceutical Design*, 23(22). <https://doi.org/10.2174/1381612823666170317143248>
- Hansson, E., Mansourian, A., Farnaghi, M., Petzold, M., & Jakobsson, K. (2021). An ecological study of chronic kidney disease in five Mesoamerican countries: associations with crop and heat. *BMC Public Health*, 21(1), 840. <https://doi.org/10.1186/S12889-021-10822-9>
- Harper, S. L., Cunsolo, A., Babujee, A., Coggins, S., de Jongh, E., Rusnak, T., Wright, C. J., & Domínguez Aguilar, M. (2021). Trends and gaps in climate change and health research in North America. *Environmental Research*, 199, 111205. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2021.111205>
- Hernández-Aguilar, I., Lorenzo, C., Santos-Moreno, A., Gutiérrez, D. N., & Naranjo, E. J. (2021). Current Knowledge and Ecological and Human Impact Variables Involved in the Distribution of the Dengue Virus by Bats in the Americas. *Vector Borne and Zoonotic Diseases (Larchmont, N.Y.)*, 21(4), 217–231. <https://doi.org/10.1089/VBZ.2020.2696>
- Hurtado-Díaz, M., Cruz, J. C., Texcalac-Sangrador, J. L., Félix-Arellano, E. E.,

- Gutiérrez-Ávila, I., Briseño-Pérez, A. A., Saavedra-Lara, N., Tobías, A., & Riojas-Rodríguez, H. (2019). Short-term effects of ambient temperature on non-external and cardiovascular mortality among older adults of metropolitan areas of Mexico. *International Journal of Biometeorology*, 63(12), 1641–1650. <https://doi.org/10.1007/S00484-019-01778-Y>
- Illoldi-Rangel, P., Rivaldi, C. L., Sissel, B., Trout Fryxell, R., Gordillo-Pérez, G., Rodríguez-Moreno, A., Williamson, P., Montiel-Parra, G., Sánchez-Cordero, V., & Sarkar, S. (2012). Species distribution models and ecological suitability analysis for potential tick vectors of lyme disease in Mexico. *Journal of Tropical Medicine*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/959101>
- Inter-American Network of Academies of Sciences. (2022). *Taking action against climate change will benefit health and advance health equity in the Americas* (S. L. Harper & J. N. McNeil, Eds.; IANAS).
- Leduc-Galindo, D., Rincón-Herrera, U., Ramos-Jiménez, J., Garcia-Luna, S., Arellanos-Soto, D., Mendoza-Tavera, N., Tavitas-Aguilar, I., Garcia-Garcia, E., Galindo-Galindo, E., Villarreal-Perez, J., Fernandez-Salas, I., Santiago, G. A., Muñoz-Jordan, J., & Rivas-Estilla, A. M. (2015). Characterization of the dengue outbreak in Nuevo Leon state, Mexico, 2010. *Infection*, 43(2), 201–206. <https://doi.org/10.1007/S15010-014-0700-7>
- López-Olmedo, N., Diez-Roux, A. v., Pérez-Ferrer, C., Prado-Galbarro, F. J., Riojas-Rodríguez, H., Rivera-Dommarco, J., & Barrientos-Gutierrez, T. (2021). Climate Trends and Consumption of Foods and Beverages by Processing Level in Mexican Cities. *Frontiers in Nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2021.647497>
- Mejía-Guevara, M. D., Correa-Morales, F., González-Acosta, C., Dávalos-Becerril, E., Peralta-Rodríguez, J. L., Martínez-Gaona, A., Hernández-Nava, M., Ramírez-Huicochea, C., Rosas-Trinidad, L., Carmona-Pérez, M., Salazar-Bueyes, V., Tapia-Olarte, F., & Moreno-García, M. (2020). El mosquito del dengue en la Ciudad de México. Invasión incipiente de *Aedes aegypti* y sus potenciales riesgos. *Gaceta Médica de México*, 156(5),

- 388–395. <https://doi.org/10.24875/GMM.20000009>
- Núñez-López, M., Alarcón Ramos, L., & Velasco-Hernández, J. X. (2021). Migration rate estimation in an epidemic network. *Applied Mathematical Modelling*, 89, 1949. <https://doi.org/10.1016/J.APM.2020.08.025>
- Ordoñez-Sierra, R., Mastachi-Loza, C. A., Díaz-Delgado, C., Cuervo-Robayo, A. P., Ortiz, C. R. F., Gómez-Albores, M. A., & Torres, I. M. (2020). Spatial Risk Distribution of Dengue Based on the Ecological Niche Model of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the Central Mexican Highlands. *Journal of Medical Entomology*, 57(3), 728–737. <https://doi.org/10.1093/JME/TJZ244>
- Riojas-Rodríguez, H., Hurtado-Díaz, M., Moreno-Banda, G. L., & Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2015). *Guía metodológica para el análisis y formulación de propuestas de políticas, estrategias y acciones de prevención y atención de enfermedades sensibles al clima en los países de Centroamérica*.
- Robles-Fernández, Á. L., Santiago-Alarcon, D., & Lira-Noriega, A. (2021). American Mammals Susceptibility to Dengue According to Geographical, Environmental, and Phylogenetic Distances. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/FVETS.2021.604560>
- Solís-Navarro, M., Vargas-De-León, C., Gúzman-Martínez, M., & Corzo-Gómez, J. (2022). A Bayesian Prediction Spatial Model for Confirmed Dengue Cases in the State of Chiapas, Mexico. *Journal of Tropical Medicine*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/1971786>
- The Global Climate & Health Alliance. (2022). *COP27: Necesidad urgente de medir la salud en los planes de progreso climático - indican organizaciones de salud - The Global Climate and Health Alliance*. <https://climateandhealthalliance.org/es/press-releases-es/cop27-necesidad-urgente-de-medir-la-salud-en-los-planes-de-progreso-climatico-indican-organizaciones-de-salud/>
- United Nations Environment Programme, & Climate and Clean Air Coalition.

- (2016). *Integrated Assessment of Short-Lived Climate Pollutants for Latin America and the Caribbean: improving air quality while mitigating climate change. Summary for decision makers.*
- Urrutia-Pereira, M., Guidos-Fogelbach, G., & Solé, D. (2022). Climate changes, air pollution and allergic diseases in childhood and adolescence. *Journal de Pediatria*, 98 Suppl 1(Suppl 1), S47–S54. <https://doi.org/10.1016/J.JPED.2021.10.005>
- Watts, N., Adger, W. N., Agnolucci, P., Blackstock, J., Byass, P., Cai, W., Chaytor, S., Colbourn, T., Collins, M., Cooper, A., Cox, P. M., Depledge, J., Drummond, P., Ekins, P., Galaz, V., Grace, D., Graham, H., Grubb, M., Haines, A., ... & Costello, A. (2015). Health and climate change: policy responses to protect public health. *The Lancet*, 386(10006), 1861–1914. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60854-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60854-6)
- Wise, J. (2021). Climate crisis: Over 200 health journals urge world leaders to tackle “catastrophic harm”. *BMJ*, 374. <https://doi.org/10.1136/BMJ.N2177>
- Zhao, Q., Guo, Y., Ye, T., Gasparrini, A., Tong, S., Overcenco, A., Urban, A., Schneider, A., Entezari, A., Vicedo-Cabrera, A. M., Zanobetti, A., Analitis, A., Zeka, A., Tobias, A., Nunes, B., Alahmad, B., Armstrong, B., Forsberg, B., Pan, S. C., ... & Li, S. (2021). Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling study. *The Lancet. Planetary Health*, 5(7), e415–e425. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00081-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00081-4)

**“La humanidad estará a salvo  
hasta que los más vulnerables  
lo estén.”**



# ¿Qué sabemos del cambio climático y sus efectos en la salud en México?

Patricia Segura Medina<sup>1</sup>, Araceli Adelina Morelos Ulibbari<sup>2</sup>,  
Estefanía Aguilar Romero<sup>1</sup>

## Introducción

Para comprender los efectos que el cambio climático (CC) puede generar en la salud humana, debemos, principalmente conocer qué es el cambio climático y cómo podría en todo caso, afectar a la salud humana.

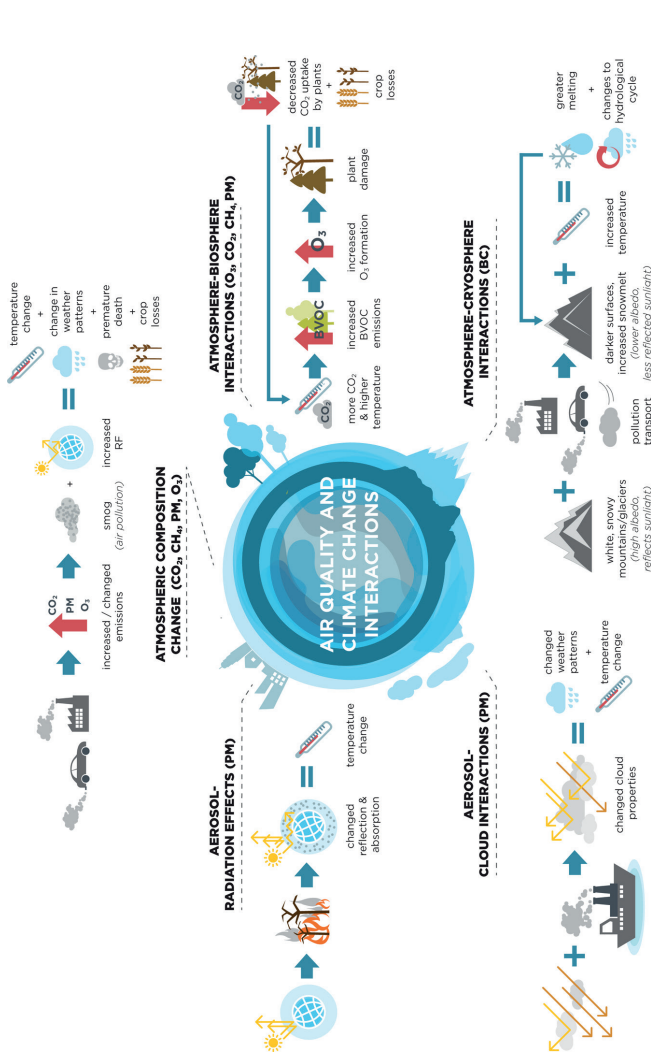
El cambio climático es el conjunto de modificaciones que se presentan en las condiciones meteorológicas, de composición atmosférica, afectando la calidad del aire por la presencia de contaminantes, como el dióxido de carbono y el metano, de vida larga o de vida corta como el ozono, los óxidos de nitrógeno y de azufre y los compuestos orgánicos volátiles de duración variable.

La mayoría de estos compuestos son de origen antropogénico, es decir que son generados por las actividades humanas. Los gases de vida larga pueden contribuir al efecto invernadero contribuyendo al incremento de la temperatura medioambiental; mientras que los de vida corta pueden generar humos contaminantes (*smog*) que dañan la salud de los seres vivos, tanto de los humanos como de las plantas y los animales.

---

<sup>1</sup> Departamento de Investigación en Hiperreactividad Bronquial, Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, México, México. Correo: [psegura@unam.mx](mailto:psegura@unam.mx)

<sup>2</sup> Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Tecnológico de Monterrey CCM, México



**Figure 1.** An overview of the main categories of air quality and climate change interactions.

Tomado de von Schneidmesser et al. (2015).

El incremento de compuestos orgánicos volátiles y de hidrocarburos aromáticos policíclicos de vida variable son precursores de contaminantes secundarios como el ozono, aunque ellos por sí mismos pueden ser muy dañinos para la salud humana, animal y vegetal.

Los cambios en la temperatura y composición atmosférica afectan severamente el ciclo del agua, la formación de las nubes, la generación de corrientes marítimas y de ríos; mientras que el incremento global del calor favorece que se derritan los glaciares y se incremente el nivel del mar.

Todos los efectos ocasionados por el cambio climático en nuestro planeta: calentamiento de los océanos, desaparición de glaciares, elevación del nivel del mar, aumento en la frecuencia, intensidad de eventos climatológicos extremos, mayor evaporación de agua, superficies oceánicas más calientes, temperaturas ambientales más elevadas y cambios en los patrones pluviales, contribuyen tanto de manera directa como indirecta a generar severos daños en la salud humana.

## **Efectos del cambio climático en la salud humana**

La salud humana puede ser afectada por el cambio climático de dos maneras distintas:

1. Vía directa: los impactos negativos a la salud humana se dan por vía directa, como en el caso de olas de calor y el aumento de la contaminación exacerbada por el aumento en la temperatura o los daños físicos causados por eventos extremos.
2. Vía indirecta: como resultado de sequías, inundaciones y cambios climáticos causantes de condiciones favorables para que los agentes infecciosos, virus, bacterias o parásitos y sus agentes transmisores, llamados «vectores», se propaguen y las condiciones sean menos salobres (Maione *et al.*, 2016; Lema, 2002).

## **¿Qué es el exposoma?**

Christopher P. Wild, en 2005, fue el primero en introducir el concepto de exposoma, que hace referencia a todas las interacciones químicas y físicas con el entorno, a las que está expuesto un ser humano a lo largo de su vida y que pueden tener influencia en su salud.

## **Muertes y padecimientos asociados al calor**

Existe un aumento en la morbilidad y la mortalidad humanas en periodos de climas extremos, tanto altas como bajas térmicas.

### **Ola de calor**

Dentro de las altas térmicas tenemos a las olas de calor, las cuales alcanzan su letalidad máxima al principio del verano (cuando aún no se logra un aclimatamiento a la temperatura), este efecto se acentúa en las ciudades, debido al efecto de “isla de calor urbano”: este fenómeno se debe a que durante el día el calor se acumula dentro del cemento y los materiales metálicos de una ciudad; mientras que durante la noche todo ese calor almacenado se libera, potenciando los efectos de la ola de calor y sus efectos deletéreos en la salud. Ante estos fenómenos son particularmente sensibles las personas que padecen problemas cardiacos o respiratorios, dando como resultado exacerbación de sus síntomas (Lema, 2002).

### **Golpe de calor**

Cuando existe un alza térmica importante a la que somos expuestos, el cuerpo cuenta con diferentes respuestas para intentar regular esa

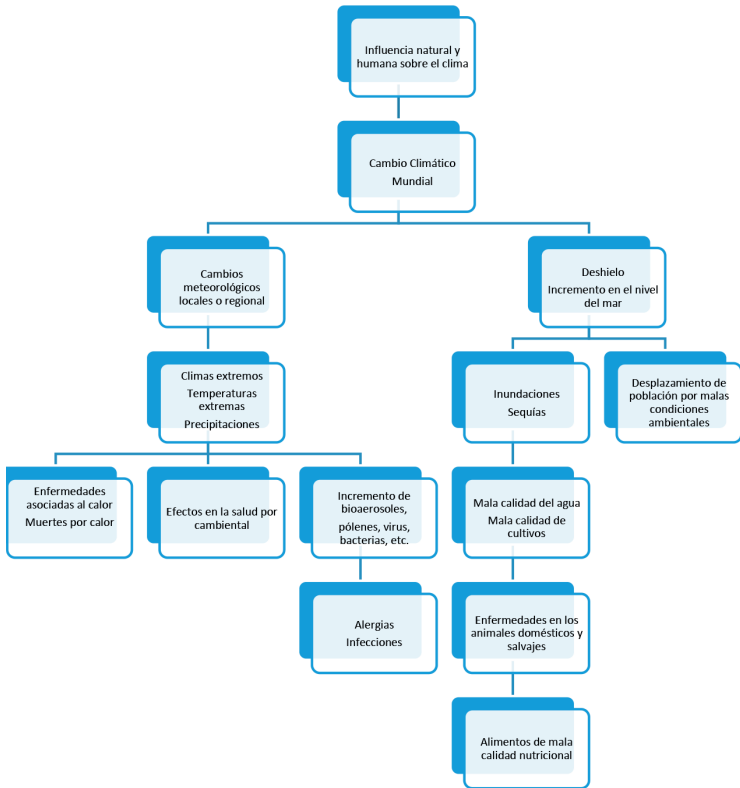


Figura 2. Adaptada de Haines & Patz (2004).

temperatura, como lo son el aumento de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial, para llevar a cabo esas respuestas fisiológicas el cuerpo necesita tiempo, sin embargo si es un aumento súbito en la temperatura como lo que ocurre en los golpes de calor, estas respuestas adaptativas no tienen tiempo de llevarse a cabo correctamente, lo que resulta en un estado de inflamación en todos los sistemas del cuerpo, esta inflamación en conjunto con los padecimientos de la población como lo son cardiovasculares y respiratorios son lo que llevan a las muertes relacionadas al calor (Wu *et al.* 2022).

## **Calor y enfermedades mentales**

Los golpes de calor han sido asociados con un aumento en cuadros que vinculados con la salud mental, siendo más susceptibles personas con antecedentes psiquiátricos; así como un aumento en la tasa de suicidios en temporadas de extremo calor, el aumento de temperatura genera apatía, además de falta de motivación a realizar actividades que nos resultan placenteras, también puede afectar la calidad del sueño e incluso provocar reacciones violentas (Gormaz *et al.*, 2014).

## **Radiación ultravioleta**

La radiación ultravioleta (UV) es una forma de radiación no ionizante que es emitida por el sol y fuentes artificiales como las camas bronceadoras. Existen beneficios para la salud de esta radiación, tales como el aumento en la síntesis de vitamina D, es por eso que la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda de 5 a 15 minutos de exposición al sol, 2 o 3 veces por semana. Sin embargo, en la Ciudad de México, diariamente se sobrepasan los límites de

radiación ultravioleta que no producen un daño a la salud ( $<1\text{mSV}$ ), entre las 10:00 a. m. y las 17:00 p. m. alcanza su punto máximo. Entre los efectos deletéreos a la salud se encuentran: quemaduras solares, más riesgo de presentar enfermedades que dañen la vista, cáncer en la piel, siendo especialmente susceptibles las personas con tonos de piel más bajos (personas de piel más clara) (Dirección de Monitoreo Atmosférico, s.f.; Radiación ultravioleta, s.f.).

## **Somos lo que respiramos**

En el aire existen pequeñas partículas o productos gaseosos generados por distintas fuentes de contaminación (transporte, habitacionales, industriales), que implican un daño a los humanos al ser expuesto a estas. A partir de la revolución industrial se han disparado los niveles de dióxido de carbono y otros contaminantes en el aire, produciendo el llamado “efecto invernadero”, el cual consiste en la presencia de múltiples gases como lo son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el óxido nitroso, el metano y el ozono, los cuales acumulan calor que permite mantener una temperatura adecuada en el planeta. Si bien este efecto en un principio es benéfico para la vida al producir temperaturas adecuadas para la misma, actualmente hemos sobreproducido estos gases generando una retención de calor excesiva, que termina en un aumento de la temperatura y produce el famoso “calentamiento global”, que, a su vez, causa todos los efectos directos del calor previamente mencionados (Maione *et al.*, 2016).

En la Ciudad de México se cuenta con una herramienta muy útil que nos ha permitido monitorizar los niveles de los principales contaminantes en el aire, en cada momento del día, en una localización precisa, permitiendo así a la población tomar decisiones basadas en el conocimiento de la calidad del aire en ese momento, en alguna

ubicación precisa, pudiendo así evitarse los daños a la salud (Dirección de Monitoreo Atmosférico, s.f.).

## **Cambio climático y desigualdad socioeconómica**

Es tal el impacto del cambio climático que se ha reconocido que en 2015 los líderes del mundo se reunieron y crearon una lista de objetivos a alcanzar dentro de 15 años con el propósito, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos, dentro de los cuales se destacan: energía asequible y no contaminante, producción y consumo responsables, vida submarina, vida de ecosistemas terrestres y, sobre todo, acción por el clima, para lo cual se propone mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana (Gamez, 2015).

## **Enfermedades infecciosas y cambio climático**

Previo a la pandemia del COVID-19 por el virus SARS-Cov-2, muy pocos nos hubiéramos puesto a pensar en microorganismos tan diminutos como son las bacterias, hongos, parásitos y virus. Pero a través de los milenios de vida humana en la Tierra, han causado enfermedad y muerte, independientemente de que les demos importancia. Estos organismos tienen ciclos de vida (o pasos) que deben seguir para sobrevivir y esparcirse. Pero para que este ciclo se cumpla, necesitan de las condiciones adecuadas para sobrevivir. Estas condiciones van desde la temperatura, la humedad, los huéspedes, en fin, son muchos los factores. Podrían al principio no parecer estar conectados al cambio climático, pero, con el tiempo, se van haciendo modificaciones en el medio ambiente que permiten que estas enfermedades sean capaces de “vivir” en nuevos lugares.

Algunas de estas modificaciones incluyen el movimiento de sus vectores, es decir, animales o huéspedes en los que el microorganismo vive para poder transportarse o madurar durante cierta parte de su ciclo. Con eventos como la deforestación o el cambio de temperaturas y el subsecuente cambio de la flora y fauna, algunos de estos huéspedes deben moverse y con ellos los agentes infecciosos. Así mismo, empiezan a haber cambios de eventos meteorológicos como lluvias extremas, incendios forestales, cambio del nivel del mar y sequías. De hecho, se estima que 58 % de todas las enfermedades infecciosas que han impactado a la humanidad son agravadas por eventos climáticos. Pero no solo eso, las interacciones necesarias para la transmisión de la enfermedad empiezan a ser más favorecedoras para el agente infeccioso (Dudney *et al.*, 2021).

Todo lo anterior puede demostrarse con ejemplos. El mosquito que transmite el virus del Nilo Occidental al alimentarse de sangre del humano, empieza a tener más zonas de convivencia con las poblaciones humanas. El aumento de la temperatura en una región es positivo para la reproducción de los mosquitos, número de veces que pican, número de virus que contienen y efectividad de la transmisión. Este mosquito se reproduce prolíficamente en aguas estancadas de zonas urbanas, y después de lluvias extremas, encuentra más lugares para poner huevos en regiones donde previamente no se encontraba. Esto significa también que las personas que vivían en esta zona no tienen inmunidad contra estas nuevas enfermedades que transmite el mosquito por falta de exposición. A esto se puede agregar que la seguridad alimentaria (nutrientes), agua potable, e higiene, entre otros, se pueden ver afectados por estos eventos climáticos catastróficos. Con base en lo expuesto se tiene a una población susceptible a la enfermedad con baja capacidad para combatir enfermedades, lo que causa un pico de enfermedades

infecciosas con casos sintomáticos más serios, secuelas y muertes (The Lancet Microbe, 2021).

## Conclusiones

- El cambio climático genera problemas globales que afectan a toda la población sin distinción de fronteras ni condiciones sociales.
- La humanidad estará a salvo hasta que los más vulnerables lo estén.
- Los retos globales requieren cambios sistémicos.
- Más vale prevenir que remediar.
- Se debe escuchar siempre a los expertos en el tema.

## Referencias

- Dirección de Monitoreo Atmosférico. (s/f). Gob.mx. <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27ZaBhnmI=&dc=%27aA==>
- Dirección de Monitoreo Atmosférico. (s/f-b). <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27aqBhnmOkYw==%27>
- Dudney, J., Willing, C.E., Das, A. J., Latimer, A. M., Nesmith, J. C. B., & Battles, J. J. (2021) Nonlinear shifts in infectious rust disease due to climate change. *Nat Commun*, 12, 5102. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25182-6>
- Gamez, M. J. (2015, septiembre 17). Objetivos y metas de desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Gormaz, J. G., Fry, J. P., Erazo, M., & Love, D. C. (2014). Public health perspectives on aquaculture. *Current environmental health reports*, 1(3), 227-238. <https://doi.org/10.1007%2Fs40572-014-0018-8>
- Haines, A., Patz, J. A. (2004). Health Effects of Climate Change. *JAMA*, 291(1),

- 99-103. <https://doi.org/10.1001/jama.291.1.99>
- Lema, I. I. (2002). El cambio climático y la salud humana. *Gaceta ecológica*, 65, 24-42.
- Maione, M., Fowler, D., Monks, P. S., Reis, S., Rudich, Y., Williams, M. L., & Fuzzi, S. (2016). Air quality and climate change: Designing new win-win policies for Europe. *Environmental Science & Policy*, 65, 48-57. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.03.011>
- Radiación ultravioleta. (s/f). Who.int. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ultraviolet-radiation>
- The Lancet Microbe. (2021). Climate change: fires, floods, and infectious diseases. *The Lancet. Microbe*, 2(9), e415. [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(21\)00220-2](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(21)00220-2)
- von Schneidmesser, E., Monks, P. S., Allan, J. D., Bruhwiler, L., Forster, P., Fowler, D., Lauer, A., Morgan, W. T., Paasonen, P., Righi, M., Sindelarova, K., & Sutton, M. A. (2015). Chemistry and the linkages between air quality and climate change. *Chemical Reviews*, 115(10), 3856-3897. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.5b00089>
- Wu, Y., Wen, B., Li, S., Gasparrini, A., Tong, S., Overcenco, A., Urban, A., Schneider, A., Entezari, A., Vicedo-Cabrera, A. M., Zanobetti, A., Analitis, A., Tobias, A., Alahmad, B., Armstrong, B., Forsberg, B., Íñiguez, C., Ameling, C., De la Cruz V, C., ... Guo, Y. (2022). Fluctuating temperature modifies heat-mortality association around the globe. *The Innovation*, 3(2), 100225. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2022.100225>

**“El conocimiento de los efectos del cambio climático en la salud humana ha avanzado progresivamente, al grado de que actualmente es reconocido como uno de los mayores desafíos para la salud del siglo XXI (WHO, 2023).”**



# Cambio climático y salud: Efectos actuales y emergentes

Magali Hurtado-Díaz<sup>1</sup>, Pamela E. Zúñiga Bello<sup>2</sup> y Eunice E. Félix Arellano<sup>1</sup>

## 1. Introducción

El vínculo entre el clima y la salud humana ha sido observado desde la Antigüedad. Hipócrates, desde hace más de 2400 años, vislumbraba esta relación (CEPAL, 2021). Recientemente, en 1986, la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUM) ya discutían sobre los efectos de las variaciones naturales del clima en la salud. En 1990, en el informe *Nuestro planeta*, nuestra salud de la Comisión de Salud y Medio Ambiente de la OMS, se prestaba atención al cambio climático en relación con los impactos en la salud derivados de “problemas transfronterizos e internacionales”. Sin embargo, fue hasta 1996, cuando el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), prestó particular atención a los impactos potenciales del cambio climático en la salud, por ejemplo, aquellos derivados del estrés por calor, de la contaminación del aire, de la desnutrición, así como de la alteración de los patrones de las enfermedades transmitidas por vectores (McMichael *et al.*, 1996).

El conocimiento de los efectos del cambio climático en la salud humana ha avanzado progresivamente, al grado de que actualmente es reconocido como uno de los mayores desafíos para la salud del

---

<sup>1</sup> Dirección de Salud Ambiental. Centro de Investigación en Salud Poblacional. Instituto Nacional de Salud Pública.  
Correo: [mhurtado@insp.mx](mailto:mhurtado@insp.mx)

<sup>2</sup> Escuela de Turismo. Universidad Autónoma del Estado de Morelos

siglo XXI (WHO, 2023). En este sentido, en este capítulo se describe: a) un primer apartado con la evidencia ampliamente documentada de los efectos del cambio climático en diferentes desenlaces de salud y su carga de la enfermedad, y b) investigaciones incipientes en la relación clima y salud, que explican los mecanismos de dichas relaciones (véase Figura 1).

## **Efectos en salud actuales**

Por efectos actuales en la salud humana nos referimos a aquellos que han sido ampliamente descritos y reconocidos por la evidencia científica.

### ***1.1. Padecimientos relacionados con el calor***

Entre los padecimientos asociados con la exposición prolongada a altas temperaturas se encuentran el agotamiento por calor, afección cuyos síntomas pueden comprender sudoración abundante y pulso acelerado como consecuencia del aumento excesivo de la temperatura del cuerpo. A su vez, puede provocar un golpe de calor, padecimiento más grave que ocurre cuando el cuerpo ya no puede controlar su temperatura y puede causar una discapacidad permanente o la muerte (CDC, 2022; Kovats & Hajat, 2008). Además de estos efectos directos, está ampliamente documentado que el calor extremo exacerba enfermedades preexistentes como las condiciones cardiovasculares y respiratorias (Gosling *et al.*, 2009), las cuales se describen a continuación.

### ***1.2. Enfermedades cardiovasculares***

Las enfermedades cardiovasculares que incluyen la cardiopatía is-

quémica, accidente cerebrovascular, insuficiencia cardíaca, así como otras afecciones cardíacas y vasculares, fueron responsables de aproximadamente 17.9 millones de muertes en el 2019, constituyendo la principal causa de muerte a nivel global (WHO, 2021). De acuerdo con la Carga Global de la Enfermedad, 1 194 196 de estas muertes se atribuyen a la temperatura no óptima (temperaturas extremas de frío y calor). Aunado a esto, las altas y bajas temperaturas influyen en el incremento o dispersión del ozono y el material particulado (PM2.5), los cuales también se asocian al incremento en la morbilidad y mortalidad cardiovascular (Aitken *et al.*, 2022; Jacobsen *et al.*, 2022).

El contexto geográfico y sociodemográfico tiene un rol determinante en la vulnerabilidad de la población a las enfermedades cardiovasculares. En las zonas urbanas, la población más afectada corresponde a los adultos mayores (Hurtado-Díaz *et al.*, 2019); mientras que en las zonas rurales suelen ser los niños o los ancianos. Cabe mencionar que otros efectos del cambio climático como los huracanes, tormentas de polvo o de viento, incendios forestales, inundaciones e inseguridad alimentaria, pueden ser factores estresantes y perjudicar la salud cardiovascular (Aitken *et al.*, 2022). No obstante, el riesgo de enfermedades cardiovasculares, asociado a los efectos del cambio climático, puede controlarse a través de acciones de adaptación, estrategias clínicas y modificación en los estilos de vida (Jacobsen *et al.*, 2022).

### **1.3. Enfermedades respiratorias**

En 2019, el 99 % de la población urbana en el mundo vivía en áreas cuya calidad del aire incumple las normas de salud (WHO, 2022). Los cambios en el clima, por ejemplo: las altas temperaturas, olas de calor o el humo de incendios forestales, ocasionan que la contaminación

**“En 2021, el 99 % de la población urbana en el mundo vivía en áreas cuya calidad del aire incumple las normas de salud (United Nations, 2022).”**



extramuros por exposición al material particulado ( $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ ), ozono, dióxido de nitrógeno y alérgenos, incrementan la morbilidad por asma y alergias, así como la mortalidad por infecciones respiratorias, cáncer de pulmón y síndrome respiratorio agudo grave (SARS) (Anenberg *et al.*, 2018; Bahrami *et al.*, 2022; Pan American Health Organization (PAHO/WHO), 2014; Rocque *et al.*, 2021; WHO, 2015).

Además, existe evidencia de que la sensibilización al polen y la severidad de los síntomas aumentará conforme las temperaturas se hagan más cálidas, ya que la temporada de polen comienza a ser más prolongada y con mayor concentración; sin embargo, el incremento más elevado podría ocurrir en sitios donde, por ahora, es poco común, lo que ocasiona cambios en la distribución geográfica (Lake *et al.*, 2017; Singh & Kumar, 2022).

#### **1.4. Enfermedades diarreicas e infecciosas**

Las diarreas son la segunda causa principal de muerte en niños menores de cinco años (Liu *et al.*, 2012; World Health Organization (WHO), 2017). El cambio climático contribuye a incrementar el riesgo de este padecimiento como consecuencia de los fenómenos hidrometeorológicos extremos. Por una parte, las fuertes tormentas e inundaciones pueden ocasionar que el agua y los alimentos para consumo humano se contaminen con patógenos (bacterias, virus, protozoos y helmintos), por ejemplo, al colapsar los sistemas de drenaje (Pan American Health Organization [PAHO/WHO], 2014). En tanto que en las sequías disminuye la disponibilidad del agua requerida para el consumo humano en sus diferentes ámbitos (alimentación, higiene personal y saneamiento), lo que también contribuye al desarrollo de dichas enfermedades (World Health Organization [WHO], 2017).

Asimismo, entre los efectos del cambio climático se encuentra

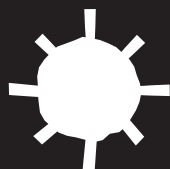
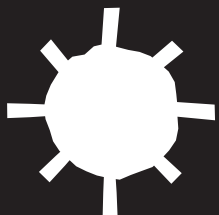
la alteración de las estaciones del año, ya que sus características son cada vez menos definidas (p.ej. inviernos cálidos), lo que ocasiona cambios en la distribución espaciotemporal de enfermedades como la esquistosomiasis, el cólera y la diarrea (Levy *et al.*, 2018; Pan American Health Organization [PAHO/WHO], 2014). Además, se ha observado que la incidencia de diarreas suele estar asociada con temperaturas más cálidas (Anwar *et al.*, 2019; Levy *et al.*, 2018). También, algunos estudios sugieren una asociación entre la temperatura y la humedad con las enfermedades infecciosas, incluyendo meningitis, influenza y ébola (Rocque *et al.*, 2021).

### **1.5. Enfermedades transmitidas por vector y zoonosis**

De acuerdo con la OMS, las enfermedades transmitidas por vector representan más del 17 % de todas las enfermedades infecciosas y causan más de 700 000 muertes al año. Las enfermedades transmitidas por vector son ocasionadas por organismos que transmiten parásitos, virus y bacterias entre o de animales a humanos. Por mencionar algunos, los vectores infectados pueden transmitir enfermedades como dengue, zika, chikunguña (mosquitos *Aedes*), malaria (mosquitos *Anopheles*), leishmaniasis (flebotomos) y la enfermedad de Chagas (triatominos) (WHO, 2020a). Por otra parte, las zoonosis son enfermedades e infecciones transmitidas entre los animales vertebrados y el hombre, por ejemplo, la leptospirosis (CEPAL, 2021; Filho *et al.*, 2022). Según la OMS, las zoonosis abarcan gran porcentaje de las enfermedades nuevas y existentes en los humanos (WHO, 2020b).

El cambio climático influye en los vectores y, por ende, en las enfermedades que transmiten, así como en las zoonosis de diferentes maneras. Los cambios climáticos como el incremento de las precipitaciones pueden aumentar la cantidad de agua estancada, creando más

**“El cambio climático influye en los vectores y, por ende, en las enfermedades que transmiten, así como en las zoonosis de diferentes maneras.”**



áreas de reproducción o criaderos para muchos vectores, aunque las sequías también podrían proporcionar más criaderos al aumentar el uso de contenedores para la recolección y almacenamiento de agua de lluvia (Rocklöv & Dubrow, 2020).

El aumento de la temperatura global crea condiciones favorables para la propagación geográfica de los vectores hacia áreas en las que no era habitual encontrarlos (Rocklöv & Dubrow, 2020; Rojas Terrazas *et al.*, 2020; Tamayo *et al.*, 2018). En el caso de los mosquitos pueden alterar su ciclo de vida e incluso la relación directa del virus con el vector (Rojas Terrazas *et al.*, 2020). Además, los huevos de los mosquitos pueden soportar temperaturas bajas, desecación por un año y eclosionar hasta que son cubiertos de agua, así como acelerar el proceso de incubación a temperaturas entre 27 y 29 °C (Ostos, 2022).

Por otra parte, las variaciones en los patrones de temperatura y precipitación pueden alterar la dinámica de los huéspedes y patógenos, lo que influye en la epidemiología de las enfermedades zoonóticas (Rupasinghe *et al.*, 2022). Por ejemplo, si a las fuertes precipitaciones se agregan condiciones de saneamiento deficientes, la leptospirosis tiene el potencial de ser una epidemia, debido al contacto directo de los humanos con la orina de animales infectados (CEPAL, 2021; Chadsuthi *et al.*, 2021). Asimismo, las alteraciones climáticas pueden ocasionar cambios en el comportamiento de muchas especies de animales, entre ellos los que portan enfermedades. Por ejemplo, pueden obligar a las poblaciones de animales a migrar, creando condiciones para que surjan nuevos virus y lleguen a los humanos, lo que genera más oportunidades para su propagación (Carlson *et al.*, 2022).

## **1.6. Picadura de alacrán**

Por su frecuencia y severidad, la picadura de alacrán representa una

sería preocupación para la salud pública. Su incidencia se limita esencialmente a cuatro regiones altamente endémicas: México, América del Sur, África del Norte y Oriente Medio (Hidan *et al.*, 2019). Diversos estudios han mostrado que, entre las variables ambientales, la temperatura y la precipitación se asocian al incremento de las picaduras de alacrán, y particularmente en las regiones más cálidas se presenta una mayor incidencia (Hurtado-Díaz *et al.*, 2018).

## **2. Efectos en salud emergentes**

Más allá de los hallazgos científicos establecidos, el avance del conocimiento sobre los impactos del cambio climático en la salud humana ha permitido generar conocimiento de frontera sobre una variedad de desenlaces en salud, atribuidos a los cambios en la temperatura o en las estructuras económicas y comportamientos sociales que afectan la salud. La mayoría de estos hallazgos emergentes presentan poca reproducibilidad, no obstante, se han sugerido mecanismos para explicar estos efectos.

### **2.1. Seguridad alimentaria**

El cambio climático puede afectar directamente los sistemas alimentarios, dado que las alteraciones en los regímenes de precipitación pueden provocar sequías o inundaciones, y/o a que los cambios en la temperatura pueden afectar la duración de la temporada de crecimiento; también porque la disponibilidad y calidad del agua para el riego es un factor influyente en la producción de alimentos. De manera indirecta, estos problemas pueden afectar los precios de los alimentos o la cadena de suministro (Gregory *et al.*, 2005). Por ello, en las comunidades que dependen de la producción agrícola, en

condiciones de vulnerabilidad, el cambio climático puede reducir la producción y la posibilidad de desarrollar dichas actividades. Por ejemplo, la exposición al calor extremo en los campos agrícolas reduce la capacidad laboral de los trabajadores (Kjellstrom & Weaver, 2009), lo que conlleva a la inclusión de mano de obra ocasional.

## **2.2. Migración**

De acuerdo con Piguet *et al.* (2011), comprender el papel del medio ambiente en la dinámica migratoria implica entender por qué las personas son vulnerables al cambio climático. Los ciclones tropicales, lluvias torrenciales e inundaciones, son impactos globales del cambio climático que influyen en el desplazamiento de las personas o poblaciones, generalmente a corto plazo y a distancias cortas. Esto se relaciona con la vulnerabilidad, dado que las personas afectadas por este proceso social viven, principalmente, en países pobres y carecen de recursos para moverse. Diversos estudios han demostrado que una alta frecuencia de estos eventos meteorológicos, propicia movimientos poblacionales repentinos (Saldaña-Zorrilla & Sandberg, 2009).

Por otro lado, eventos como la sequía o desertificación, que conllevan a la falta de agua potable y de riego agrícola, suelen generar impactos menos repentinos que resultan en patrones de movilidad más progresivos, y a largo plazo, por ejemplo, las personas que viven en regiones más áridas tienen una mayor probabilidad de migrar de forma permanente (Meze-Hausken, 2000). Adicionalmente, algunos de los jornaleros agrícolas son migrantes temporales o permanentes que, en busca de oportunidades laborales, se desplazan cada año de su región de origen; debido a su estado migratorio y situación socioeconómica adversa, tienen más probabilidades de aceptar y permanecer en trabajos que implican exposiciones a altas temperaturas, trabajo físico

pesado y poca hidratación, convirtiéndolos en un grupo vulnerable a los efectos del clima (Wagoner *et al.*, 2020).

### **2.3. Enfermedad renal crónica**

En los últimos años, trabajadores jóvenes de la caña de azúcar presentaron enfermedad renal crónica; muchos de los pacientes evaluados no tenían ningún factor de riesgo identificado con esta enfermedad como diabetes, hipertensión y enfermedad glomerular, por lo que empezó a asociarse con trabajar y vivir en ambientes calurosos (Johnson *et al.*, 2019). A partir de estas observaciones se han sugerido varios mecanismos que podrían resultar en enfermedad renal crónica, a causa del trabajo físicamente exigente con exposiciones prolongadas a altas temperaturas.

Entre los principales mecanismos se encuentran los episodios repetidos de deshidratación debidos al estrés por calor, considerados como factores de riesgo contribuyentes o incluso necesarios para la lesión renal. Es decir, este daño renal no está asociado en sí con la deshidratación, sino con la exposición a tóxicos en el ambiente. La deshidratación estimula la ingesta de agua contaminada con agroquímicos y agrava los efectos de las toxinas al aumentar su concentración en los túbulos renales, particularmente, en personas que realizan largas jornadas de trabajo, sin los descansos convenientes y sin una adecuada rehidratación (Jayasumana *et al.*, 2017).

Además, el golpe de calor puede ocasionar una lesión renal aguda, debido a que el riñón es sensible al estrés por calor, por lo que se pueden producir lesiones de bajo grado con una exposición moderada al calor, especialmente cuando se combina con esfuerzo físico (Schlader *et al.*, 2017). Otros efectos del estrés por calor, el esfuerzo físico y la deshidratación que pueden ser mecanismos para

la lesión renal aguda o crónica, incluyen rhabdomiólisis, que es la descomposición de los músculos dañados que causa la liberación del contenido de las células musculares en la sangre, la elevación del nivel de urato sérico (un componente del ácido úrico), la liberación de vasopresina (la hormona que sirve para la contracción de los vasos sanguíneos) y la activación de la aldosa reductasa (una enzima) en el riñón (Johnson *et al.*, 2019).

## **2.4. Salud materno-infantil**

Se ha documentado que los cambios anatómicos, fisiológicos y socio-culturales, durante el embarazo y el parto, aumentan la vulnerabilidad de las mujeres y los recién nacidos a las altas temperaturas del ambiente (Chersich *et al.*, 2020). Además, los cambios en las temperaturas podrían conducir a la disminución de la producción agrícola, que bien podría repercutir directamente en la capacidad de garantizar una adecuada ingesta nutricional o en la limitación de ingresos para garantizarla (Kubik *et al.*, 2023) o para pagar una atención prenatal adecuada (Woldeamanuel & Aga, 2021). La baja ingesta nutricional, principalmente en el primer trimestre del embarazo, incrementa el riesgo de bajo peso al nacer o reducción del crecimiento fetal (Rodríguez-Bernal *et al.*, 2010).

Por otro lado, las enfermedades infecciosas relacionadas con los cambios de temperatura, durante el embarazo (p.ej. enfermedades transmitidas por vector), podrían afectar el desarrollo fetal (O’Kelly & Lambert, 2020), exacerbando los resultados de salud del recién nacido (Silasi *et al.*, 2015). Además, las altas temperaturas podrían generar estrés en las mujeres durante el embarazo, facilitando la producción de hormonas que dañan el desarrollo fetal e incrementan la probabilidad de parto prematuro (Carolan-Olah & Frankowska,

2014). Además, en las mujeres que realizan trabajo físico durante el embarazo en ambientes con altas temperaturas, estas podrían afectar el desarrollo del feto, especialmente en periodos sensibles como el primer trimestre del embarazo (Carolan-Olah & Frankowska, 2014).

## **2.5. Salud mental**

En los últimos años, la salud mental ha cobrado relevancia por el amplio espectro de afectaciones de los trastornos mentales, que abarcan desde síntomas como fatiga, insomnio, problemas de concentración, hasta ansiedad, depresión y suicidio (Fried *et al.*, 2017). Se ha observado que la salud mental tiende a disminuir significativamente después de un desastre natural; en este sentido, el cambio climático es un factor relevante, particularmente al incrementar la frecuencia, intensidad y duración desastres relacionados con el clima, tanto a corto como a largo plazo.

Entre estas afectaciones, se ha observado que el incremento de trastornos de estrés postraumático (TEPT) y ansiedad están asociados a los eventos meteorológicos agudos como olas de calor, huracanes o ciclones, inundaciones e incendios forestales. A pesar de que existe poca evidencia de los efectos en la salud mental de los desastres meteorológicos subagudos, como la sequía (Berry *et al.* 2008), se ha observado que la pérdida de propiedades y posesiones puede causar angustia, ansiedad y depresión (Berry *et al.*, 2010).

Además, los efectos subagudos del cambio climático podrían tener otros efectos, principalmente en zonas rurales de alta marginación, como el impacto negativo en la agricultura, la desnutrición y, junto con los efectos agudos, podrían también propiciar la migración forzada (Abel *et al.*, 2019).

## **2.6. Comportamientos que impactan en la salud**

Además de los efectos en salud, recientemente se ha documentado que el cambio climático también podría afectar comportamientos que impactan la salud de las personas, como la actividad física, la alteración del sueño y la violencia.

### **2.6.1. Actividad física**

Los beneficios en salud de la actividad física están ampliamente documentados (Warburton *et al.*, 2006); no obstante, los estudios sobre la relación de cambio climático y los patrones de actividad física presentan relaciones en ambos sentidos.

En regiones con clima templado, el incremento de la temperatura podría tener un impacto positivo en la actividad física; mientras que en regiones tropicales se relaciona con una menor participación en actividades físicas, especialmente, durante eventos extremos de temperatura como las olas de calor (Chevance *et al.*, 2022).

### **2.6.2. Alteración del sueño**

La evidencia señala que las poblaciones que viven en países industrializados no duermen lo suficiente, producto del estilo de vida y los cambios ambientales (Bernard *et al.*, 2021) como el incremento de la temperatura.

Se denomina ambiente termoneutral al producido cuando el cuerpo no gasta ni libera energía, es decir, se termorregula para mantener su temperatura central. En los seres humanos, la tasa máxima de enfriamiento del cuerpo está fuertemente correlacionada con el sueño, debido a que, durante su inicio, el aumento del flujo sanguí-

neo a la piel distal y las extremidades permite el enfriamiento de la temperatura corporal central (Harding *et al.*, 2019).

Cuando las temperaturas se enfrían o calientan con respecto al ambiente termoneutral, se ha observado que las personas sufren de mayores episodios de insomnio (Buguet, 2007), lo cual es relevante en términos de salud, puesto que una duración corta del sueño se asocia con una función inmunitaria comprometida, menor rendimiento cognitivo, depresión, ira, conductas suicidas, mayor riesgo de hipertensión, ausentismo, eventos cardiovasculares y accidentes. Además, inhibe la codificación neuronal de nuevas experiencias en la memoria y limita la eliminación de metabolitos neurotóxicos del cerebro relacionados con el envejecimiento y las enfermedades neurodegenerativas (Minor *et al.*, 2022).

### 2.6.3. *Violencia*

En la evidencia que describe los vínculos entre los eventos climáticos extremos y la salud mental se identifican aquellos relacionados con desórdenes de la conducta que inducen al crimen, la violencia y los homicidios (Watts *et al.*, 2021). La hipótesis que vincula estas conductas con el calor extremo establece que, bajo algunas condiciones, las altas temperaturas aumentan la motivación y el comportamiento agresivo.

Entre los mecanismos que explican estas relaciones, se encuentra que las altas temperaturas activan tanto la parte del cerebro responsable de la termorregulación, como la responsable de la regulación de las emociones (Miles-Novelo & Anderson, 2019). El cuerpo humano produce adrenalina en respuesta a las temperaturas extremas, lo que a su vez puede facilitar la agresión (Simister & Cooper, 2005). Además, las altas temperaturas producen molestias, como la interrupción del

sueño, descrito con anterioridad, lo que aumenta la irritabilidad y la probabilidad de agresión (Anderson & Bushman, 2002)

### **3. Conclusiones**

Desde finales de los 80, se han documentado problemas en salud derivados de los cambios en la temperatura, la precipitación y otros parámetros climáticos, lo que representa un enorme reto de salud pública. El impacto puede ser más severo en poblaciones vulnerables como en niños, adultos mayores, personas con enfermedades preexistentes o comunidades y/o países de bajos ingresos, aunque no debe soslayarse que los efectos en salud no solo dependen del cambio climático, sino también del contexto social y ambiental, así como de intervenciones o políticas de salud.

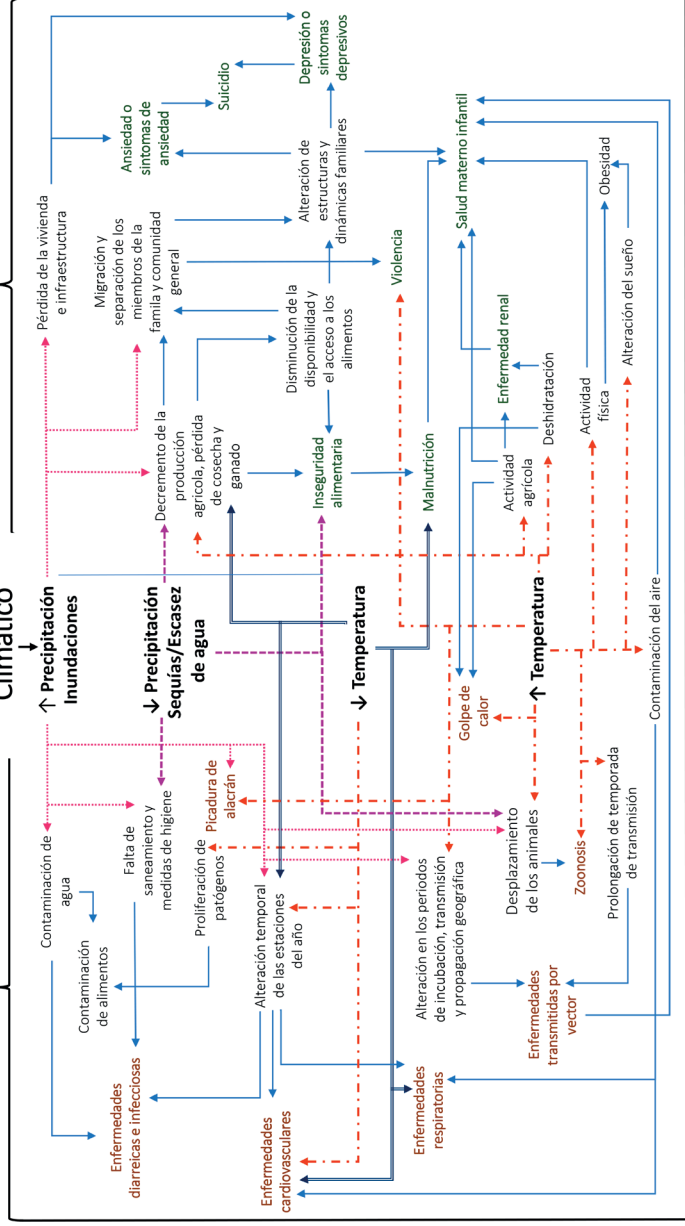
Si bien existe evidencia sólida de que las variables meteorológicas, especialmente la temperatura, se asocian con efectos adversos en la salud, también existe investigación incipiente de las complejas relaciones del clima con la perturbación de estructuras económicas y comportamientos sociales, que plantean nuevos riesgos en la salud.

Esto tiene importantes implicaciones en la sostenibilidad de la salud humana a largo plazo. Por ello, es necesario que los gobiernos establezcan o fortalezcan intervenciones o políticas preventivas como el acceso al agua potable, sistemas de tratamiento de agua residuales, servicios de saneamiento e higiene, o condiciones de vivienda e infraestructura en salud adecuadas, así como el apoyo a la investigación sobre clima y salud.

# Efectos del Cambio Climático

*Efectos en salud actuales*

*Efectos en salud emergentes*



Impacto de las variables meteorológicas			
↑ Precipitación Inundaciones	↓ Precipitación Sequías/escasez de agua	↑ Temperatura	↓ Temperatura

**Figura 1.** Efectos en salud actuales y emergentes asociados al cambio climático. Fuente: elaboración propia.

**“Desde finales de los 80, se han documentado problemas en salud derivados de los cambios en la temperatura, la precipitación y otros parámetros climáticos, lo que representa un enorme reto de salud pública.”**



## Referencias

- Abel, G. J., Brottrager, M., Crespo Cuaresma, J., & Muttarak, R. (2019). Climate, conflict and forced migration. *Global Environmental Change*, 54, 239–249. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.12.003>
- Aitken, W. W., Brown, S. C., & Comellas, A. P. (2022). Climate Change and Cardiovascular Health. *Journal of the American Heart Association*, 11(24). <https://doi.org/10.1161/jaha.122.027847>
- Anderson, C. A., & Bushman, B. J. (2002). The Effects of Media Violence on Society. *New Series*, 295(5564), 2377-2379.
- Anenberg, S. C., Henze, D. K., Tinney, V., Kinney, P. L., Raich, W., Fann, N., Malley, C. S., Roman, H., Lamsal, L., Duncan, B., Martin, R. V., van Donkelaar, A., Brauer, M., Doherty, R., Jonson, J. E., Davila, Y., Sudo, K., & Kuylenstierna, J. C. I. (2018). Estimates of the global burden of ambient PM<sub>2.5</sub>, ozone, and NO<sub>2</sub> on asthma incidence and emergency room visits. *Environmental Health Perspectives*, 126(10). <https://doi.org/10.1289/EHP3766>
- Anwar, M. Y., Warren, J. L., & Pitzer, V. E. (2019). Diarrhea patterns and climate: A spatiotemporal Bayesian hierarchical analysis of diarrheal disease in Afghanistan. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 101(3), 525–533. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.18-0735>
- Bahrami, G., Rafiey, H., Shakiba, A., Noroozi, M., Sajjadi, H., & Seddighi, H. (2022). Climate Change and Respiratory Diseases: Relationship between SARS and Climatic Parameters and Impact of Climate Change on the Geographical Distribution of SARS in Iran. *Advances in Respiratory Medicine*, 90(5), 378–390. <https://doi.org/10.3390/arm90050048>
- Bernard, P., Chevance, G., Kingsbury, C., Baillot, A., Romain, A. J., Molinier, V., Gadais, T., & Dancause, K. N. (2021). Climate Change, Physical Activity and Sport: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 51(5), 1041–1059. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01439-4>

- Berry, H.L., Bowen, Kelly B.J., Hanigan, I.C., Coates, J.H., McMichael, A.J., Welsh, J.A., Kjellstrom, T. (2008). Garnaut Climate Change Review. Rural mental health impacts of climate change. *National Centre for Epidemiology and Population Health, ANU College of Medicine and Health Science. Australian National University (Canberra, Australia, 1-40.* [https://webarchive.nla.gov.au/awa/20190509085837/http://www.garnautreview.org.au/CA25734E0016A131/WebObj/03-DMentalhealth/\\$File/03-D%20Mental%20health.pdf](https://webarchive.nla.gov.au/awa/20190509085837/http://www.garnautreview.org.au/CA25734E0016A131/WebObj/03-DMentalhealth/$File/03-D%20Mental%20health.pdf)
- Berry, H. L., Bowen, K., & Kjellstrom, T. (2010). Climate change and mental health: A causal pathways framework. *International Journal of Public Health*, 55(2), 123–132. <https://doi.org/10.1007/s00038-009-0112-0>
- Buguet, A. (2007). Sleep under extreme environments: Effects of heat and cold exposure, altitude, hyperbaric pressure and microgravity in space. *Journal of the Neurological Sciences*, 262(1–2), 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2007.06.040>
- Carlson, C. J., Albery, G. F., Merow, C., Trisos, C. H., Zipfel, C. M., Eskew, E. A., Olival, K. J., Ross, N., & Bansal, S. (2022). Climate change increases cross-species viral transmission risk. *Nature*, 607(7919), 555–562. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04788-w>
- Carolan-Olah, M., & Frankowska, D. (2014). High environmental temperature and preterm birth: A review of the evidence. *Midwifery*, 30(1), 50–59. <https://doi.org/10.1016/j.midw.2013.01.011>
- CDC. (2022, May 13). *Heat Stress Related Illness.* <https://www.cdc.gov/niosh/topics/heatstress/heatrelillness.html>
- CEPAL. (2021). *Salud y cambio climático: metodologías y políticas públicas.* CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47534>
- Chadsuthi, S., Chalvet-Monfray, K., Wiratsudakul, A., & Modchang, C. (2021). The effects of flooding and weather conditions on leptospirosis transmission in Thailand. *Scientific Reports*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79546-x>

- Chersich, M. F., Pham, M. D., Areal, A., Haghghi, M. M., Manyuchi, A., Swift, C. P., Wernecke, B., Robinson, M., Hetem, R., Boeckmann, M., & Hajat, S. (2020). Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: Systematic review and meta-analysis. *The BMJ*, 371. <https://doi.org/10.1136/bmj.m3811>
- Chevance, G., Fresán, U., Hekler, E., Edmondson, D., Lloyd, S. J., Ballester, J., Litt, J., Cvijanovic, I., Araújo-Soares, V., & Bernard, P. (2022). Thinking Health-related Behaviors in a Climate Change Context: A Narrative Review. *Annals of Behavioral Medicine*, 57(3), 193-204. <https://doi.org/10.1093/abm/kaac039>
- Filho, W. L., Ternova, L., Parasnis, S. A., Kovaleva, M., & Nagy, G. J. (2022). Climate Change and Zoonoses: A Review of Concepts, Definitions, and Bibliometrics. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2), 893. <https://doi.org/10.3390/IJERPH19020893>
- Fried, E. I., van Borkulo, C. D., Cramer, A. O. J., Boschloo, L., Schoevers, R. A., & Borsboom, D. (2017). Mental disorders as networks of problems: a review of recent insights. In *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 52(1). <https://doi.org/10.1007/s00127-016-1319-z>
- Gosling, S. N., Lowe, J. A., McGregor, G. R., Pelling, M., & Malamud, B. D. (2009). Associations between elevated atmospheric temperature and human mortality: A critical review of the literature. *Climatic Change*, 92 (3-4), 299-341. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9441-x>
- Gregory, P. J., Ingram, J. S. I., & Brklacich, M. (2005). Climate change and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1463), 2139-2148. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1745>
- Harding, E. C., Franks, N. P., & Wisden, W. (2019). The temperature dependence of sleep. *Frontiers in Neuroscience*, 13(APR). <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00336>
- Hidan, M., Kahime, K., Laaradia, M., Bouimeja, B., Aabadi, F., Ait Mansour, A., Touloun, O., & Chait, A. (2019). Climate Change, Scorpion Ecology,

- and Envenomation. *Research Anthology on Environmental and Societal Impacts of Climate Change*, 975–989.
- Hurtado-Díaz, M., Cruz, J. C., Texcalac-Sangrador, J. L., Félix-Arellano, E. E., Gutiérrez-Ávila, I., Briseño-Pérez, A. A., Saavedra-Lara, N., Tobías, A., & Riojas-Rodríguez, H. (2019). Short-term effects of ambient temperature on non-external and cardiovascular mortality among older adults of metropolitan areas of Mexico. *International Journal of Biometeorology*, 63(12), 1641–1650. <https://doi.org/10.1007/s00484-019-01778-y>
- Hurtado-Díaz, M., Guzmán-Ontiveros, J., Arias-Medellín, L. A., Hernández-Cadena, L., Moreno-Banda, G. L., Rodríguez-Dozal, S. L., Texcalac-Sangrador, J. L., Zúñiga-Bello, P. E., & Riojas-Rodríguez, H. (2018). Influence of increasing temperature on the scorpion sting incidence by climatic regions. *International Journal of Climatology*, 38(5), 2167–2173. <https://doi.org/10.1002/joc.5318>
- Jacobsen, A. P., Khiew, Y. C., Duffy, E., O’Connell, J., Brown, E., Auwaerter, P. G., Blumenthal, R. S., Schwartz, B. S., & McEvoy, J. W. (2022). Climate change and the prevention of cardiovascular disease. *American Journal of Preventive Cardiology*, 12, 100391. <https://doi.org/10.1016/j.ajpc.2022.100391>
- Jayasumana, C., Orantes, C., Herrera, R., Almaguer, M., Lopez, L., Silva, L. C., Ordunez, P., Siribaddana, S., Gunatilake, S., & De Broe, M. E. (2017). Chronic interstitial nephritis in agricultural communities: A worldwide epidemic with social, occupational and environmental determinants. In *Nephrology Dialysis Transplantation*, 32(2) 234–241. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfw346>
- Johnson, R. J., Wesseling, C., & Newman, L. S. (2019). Chronic Kidney Disease of Unknown Cause in Agricultural Communities. *New England Journal of Medicine*, 380(19), 1843–1852. <https://doi.org/10.1056/nejmra1813869>
- Kjellstrom, T., & Weaver, H. J. (2009). Climate change and health: impacts, vulnerability, adaptation and mitigation. *New South Wales public health*

- bulletin*, 20(1–2), 5–9. <https://doi.org/10.1071/nb08053>
- Kovats, R. S., & Hajat, S. (2008). Heat stress and public health: A critical review. *Annual Review of Public Health*, 29, 41–55. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090843>
- Kubik, Z., Mirzabaev, A., & May, J. D. (2023). Climate Change, Food and Nutrition Security, and Human Capital. In Zimmermanm, K. F. (ed.). *Handbook of Labor, Human Resources and Population Economics*. Springer, Cham, 1–37. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-57365-6\\_333-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-57365-6_333-1)
- Lake, I. R., Jones, N. R., Agnew, M., Goodess, C. M., Giorgi, F., Hamaoui-Laguel, L., Semenov, M. A., Solomon, F., Storkey, J., Vautard, R., & Epstein, M. M. (2017). Climate change and future pollen allergy in Europe. *Environmental Health Perspectives*, 125(3), 385–391. Public Health Services, US Dept of Health and Human Services. <https://doi.org/10.1289/EHP173>
- Levy, K., Smith, S. M., & Carlton, E. J. (2018). Climate Change Impacts on Waterborne Diseases: Moving Toward Designing Interventions. *Current environmental health reports*, 5(2), 272–282. <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0199-7>
- Liu, L., Johnson, H. L., Cousens, S., Perin, J., Scott, S., Lawn, J. E., Rudan, I., Campbell, H., Cibulskis, R., Mengying, L., Mathers, C., M., & Black, R. E. (2012). Global, regional, and national causes of child mortality: an updated systematic analysis for 2010 with time trends since 2000. *The Lancet*, 379, 2151–2161. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(12\)60560-1](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(12)60560-1)
- McMichael, A. J., Haines, A., Sloof, R., Kovats, S., & World Health Organization. Office of Global and Integrated Environmental Health. (1996). *Climate change and human health : an assessment prepared by a Task Group on behalf of the World Health Organization, the World Meteorological Association and the United Nations Environment Programme*. [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/62989/WHO\\_EHG\\_96.7.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/62989/WHO_EHG_96.7.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Meze-Hausken, E. (2000). Migration caused by climate change: How vulne-

- nable are people in dryland areas? A Case-study in Northern Ethiopia. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 5, 379-406. <https://doi.org/10.1023/A:1026570529614>
- Miles-Novelo, A., & Anderson, C. A. (2019). Climate Change and Psychology: Effects of Rapid Global Warming on Violence and Aggression. *Current Climate Change Reports*, 5(1), 36-46. <https://doi.org/10.1007/s40641-019-00121-2>
- Minor, K., Bjerre-Nielsen, A., Jonasdottir, S. S., Lehmann, S., & Obradovich, N. (2022). Rising temperatures erode human sleep globally. *One Earth*, 5(5), 534-549. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.04.008>
- O'Kelly, B., & Lambert, J. S. (2020). Vector-borne diseases in pregnancy. *Therapeutic Advances in Infectious Disease*, 7. <https://doi.org/10.1177/2049936120941725>
- Ostos, O. (2022). Impacto del cambio climático en los vectores *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* y su importancia en su distribución geográfica en Colombia. *Biociencias (UNAD)*, 6(1), 49-68. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/Biociencias/article/view/6275>
- Pan American Health Organization (PAHO/WHO). (2014). *Climate Change and Health*. <https://www.paho.org/en/topics/climate-change-and-health>
- Piguet, E., Pécoud, A., & de Guchteneire, P. (2011). Migration and climate change: An overview. *Refugee Survey Quarterly*, 30(3), 1-23. <https://doi.org/10.1093/rsq/hdr006>
- Rocklöv, J., & Dubrow, R. (2020). Climate change: an enduring challenge for vector-borne disease prevention and control. *Nature Immunology*, 21(6), 695. <https://doi.org/10.1038/S41590-020-0692-7>
- Rocque, R. J., Beaudoin, C., Ndjaboue, R., Cameron, L., Poirier-Bergeron, L., Poulin-Rheault, R. A., Fallon, C., Tricco, A. C., & Witteman, H. O. (2021). Health effects of climate change: An overview of systematic reviews. *BMJ Open*, 11(6). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-046333>
- Rodríguez-Bernal, C. L., Rebagliato, M., Iñiguez, C., Vioque, J., Navarrete-Mu-

- ñoiz, E. M., Murcia, M., Bolumar, F., Marco, A., & Ballester, F. (2010). Diet quality in early pregnancy and its effects on fetal growth outcomes: The infancia y medio ambiente (childhood and environment) mother and child cohort study in Spain. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91(6), 1659–1666. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28866>
- Rojas Terrazas, L. F., Valencia Alanes, E., Fernández Monrroy, F. E., Rodríguez Antezana, N., Romero Villarroel, C., Guillen Vargas, G., & Mamani Rosas, A. M. (2020). Temperatura mínima adecuada para el desarrollo del ciclo de vida del *Aedes aegypti*. *Revista Científica de Salud UNITEPC*, 7(1), 8–17. <https://doi.org/10.36716/UNITEPC.V7I1.64>
- Rupasinghe, R., Chomel, B. B., & Martínez-López, B. (2022). Climate change and zoonoses: A review of the current status, knowledge gaps, and future trends. *Acta Tropica*, 226, 106225. <https://doi.org/10.1016/J.ACTATROPICA.2021.106225>
- Saldaña-Zorrilla, S. O., & Sandberg, K. (2009). Impact of climate-related disasters on human migration in Mexico: A spatial model. *Climatic Change*, 96(1), 97–118. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9577-3>
- Schlader, Z. J., Chapman, C. L., Sarker, S., Russo, L., Rideout, T. C., Parker, M. D., Johnson, B. D., & Hostler, D. (2017). Firefighter work duration influences the extent of acute kidney injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(8), 1745–1753. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001254>
- Silasi, M., Cardenas, I., Kwon, J. Y., Racicot, K., Aldo, P., & Mor, G. (2015). Viral Infections During Pregnancy. *American Journal of Reproductive Immunology*, 73(3), 199–213. <https://doi.org/10.1111/aji.12355>
- Simister, J., & Cooper, C. (2005). Thermal stress in the U.S.A.: Effects on violence and on employee behaviour. *Stress and Health*, 21(1), 3–15. <https://doi.org/10.1002/smi.1029>
- Singh, A. B., & Kumar, P. (2022). Climate change and allergic diseases: An overview. *Frontiers in Allergy*, 3. <https://doi.org/10.3389/falgy.2022.964987>
- Tamayo, L. D., Guhl, F., Vallejo, G. A., & Ramírez, J. D. (2018). The effect of

- temperature increase on the development of *Rhodnius prolixus* and the course of *Trypanosoma cruzi* metacyclogenesis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 12(8). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0006735>
- Wagoner, R. S., López-Gálvez, N. I., de Zapien, J. G., Griffin, S. C., Canales, R. A., & Beamer, P. I. (2020). An occupational heat stress and hydration assessment of agricultural workers in north México. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), 1-13. <https://doi.org/10.3390/ijerph17062102>
- Warburton, D. E. R., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. D. (2006). Health benefits of physical activity: The evidence. *CMAJ*, 174(6), 801–809. <https://doi.org/10.1503/cmaj.051351>
- Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Beagley, J., Belesova, K., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S., Chambers, J., Coleman, S., Dalin, C., Daly, M., Dasandi, N., Dasgupta, S., Davies, M., Di Napoli, C., ... Costello, A. (2021). The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *The Lancet*, 397(10269), 129–170. Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32290-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32290-X)
- WHO. (2015). *Climate and Health Country Profile-2015 Mexico*. World Health Organization.
- WHO. (2020a, March 2). *Vector-borne diseases*. Fact Sheet. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>
- WHO. (2020b, July 29). *Zoonosis*. World Health Organization. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/zoonoses>
- WHO. (2021, June 11). *Cardiovascular diseases (CVDs)*. World Health Organization. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- WHO. (2022). *Ambient (outdoor) air pollution*. World Health Organization. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(out-](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(out-)

[door\)-air-quality-and-health](#)

WHO. (2023). *World Health Statistics. Monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals*. World Health Organization. <https://www.who.int/data/gho/publications/world-health-statistics>

Woldeamanuel, B. T., & Aga, M. A. (2021). Trends, regional inequalities and determinants in the utilization of prenatal care and skilled birth attendant in Ethiopia: A multilevel analysis. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2021.100771>

WHO. (2017, May 2). *Diarrhoeal disease*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>



Este libro *Salud y cambio climático* de la colección *¿Qué sabemos del cambio climático en México?* se terminó en agosto de 2025 en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México.



# El cambio climático y la salud en México

La temperatura promedio en el mundo aumentó 1.2 °C entre 1900 y 2020, y en los últimos años su incremento ha sido más rápido. Nuestro organismo, nuestras sociedades y nuestro sistema social, claramente, no tienen capacidad para adaptarse con la velocidad requerida a la inmensa variedad de consecuencias que resultan de estos incrementos, y la vida en el planeta se afectará en proporción al calentamiento. En este volumen se presentan tres trabajos que abordan la temática entre salud y cambio climático en México.

El Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) inició en 2021 el ciclo de conferencias y conversatorios ¿Qué sabemos del cambio climático en México? que han dado lugar a esta colección.

En ¿Qué sabemos del cambio climático en México? expertos de distintas disciplinas científicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y de otras instituciones académicas del país, abordan distintos aspectos del cambio climático con una visión multidisciplinaria e integral de este fenómeno global y de importancia para el país.

Colección dirigida por el Dr. Francisco Estrada Porrúa.

ISBN colección: 978-607-30-8709-4

ISBN volumen: 978-607-587-694-8

<https://www.pincc.unam.mx>

