

Cambio climático y salud humana - Riesgos y respuestas

## RESUMEN



Catalogación por la Biblioteca de la OMS

Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas: Resumen.

1.Clima 2.Efecto invernadero 3.Desastres naturales 4.Transmisión de enfermedad 5.Rayos ultravioleta - efectos adversos 6.Medición de riesgo I. Organización Mundial de la Salud.

ISBN 92 4 359081 2

(Clasificación NLM: WA 30)

© Organización Mundial de la Salud 2003

Se reservan todos los derechos. Las publicaciones de la Organización Mundial de la Salud pueden solicitarse a Comercialización y Difusión, Organización Mundial de la Salud, 20 Avenue Appia, 1211 Ginebra 27, Suiza (tel : +41 22 791 2476; fax : +41 22 791 4857; e-mail: [bookorders@who.int](mailto:bookorders@who.int)). Las solicitudes de autorización para reproducir o traducir las publicaciones de la OMS, ya sea para la venta o para la distribución sin fines comerciales, deben dirigirse a la Oficina de Publicaciones, en la dirección precitada (fax : +41 22 91 4806; e-mail: [permissions@who.int](mailto:permissions@who.int)).

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización Mundial de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan de manera aproximada fronteras respecto de las cuales puede que no haya pleno acuerdo.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la Organización Mundial de la Salud los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan letra inicial mayúscula. La Organización Mundial de la Salud no garantiza que la información contenida en la presente publicación sea completa y exacta, y no podrá ser considerada responsable de los daños que pudiera ocasionar la utilización de los datos.

Esta publicación recoge la opinión colectiva de un grupo internacional de expertos y no refleja necesariamente ni las decisiones ni la política de la Organización Mundial de la Salud, la Organización Meteorológica Mundial o el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Printed in



Cambio climático y salud humana - Riesgos y respuestas

## RESUMEN



OMS



OMM



PNUMA



## Prefacio

Durante siglos, las sociedades humanas han alterado los ecosistemas locales y modificado los climas regionales. Hoy día, la influencia del ser humano ha alcanzado una escala mundial, reflejo del rápido incremento de la población en los últimos tiempos, del consumo de energía, de la intensidad de uso de la tierra, del comercio, de los viajes internacionales y de otras actividades humanas. Estos cambios globales nos han hecho más conscientes de que, a largo plazo, la buena salud de la población depende de que los sistemas ecológicos, físicos y socioeconómicos de la biosfera se mantengan estables y en correcto funcionamiento.

El sistema climático mundial es parte integrante de los complejos procesos que mantienen la vida. El clima y el tiempo siempre han repercutido mucho en la salud y el bienestar de los seres humanos, pero, al igual que otros grandes sistemas naturales, el climático está empezando a sufrir la presión de las actividades humanas. El cambio climático global representa un nuevo reto para las actuales iniciativas encaminadas a proteger la salud humana.

Este folleto es un resumen del libro *Climate Change and Human Health - Risks and Responses*, publicado por la OMS en colaboración con el PNUMA y la OMM. En la obra se describen el contexto y los procesos del cambio climático global, sus repercusiones reales o probables en la salud y la forma en que deberían responder las sociedades humanas y sus gobiernos, dedicando especial atención al sector de la salud.

# 1

## Cambio climático global y salud: una vieja historia que cobra importancia

El cambio climático plantea un reto importante, y en gran medida desconocido. El presente texto describe el proceso del cambio climático global, sus repercusiones presentes y futuras en la salud humana y cómo nuestras sociedades pueden mitigar sus efectos adversos mediante estrategias de adaptación y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En 1969, el viaje a la luna del Apolo permitió obtener fotografías extraordinarias de este planeta, suspendido en el espacio, y ello cambió nuestra forma de concebir la biosfera y sus límites. El conocimiento cada vez mayor del cambio climático está transformando nuestra percepción de los límites de la salud humana y los factores que la determinan. Mientras que la salud personal puede parecer relacionada sobre todo con un comportamiento prudente, la herencia genética, el trabajo, la exposición a factores ambientales locales y el acceso a la atención sanitaria, la salud sostenida de la población precisa de los "servicios" de la biosfera que sustentan la vida. Todas las especies animales dependen del suministro de alimentos y agua, de que no haya un exceso de enfermedades infecciosas, y de la seguridad física y el confort que ofrece un clima estable. El sistema climático mundial es fundamental para el mantenimiento de la vida.

Hoy día, las actividades humanas están alterando el clima del mundo. Estamos incrementando la concentración atmosférica de gases que atrapan la energía, lo que amplifica el "efecto invernadero" natural que hace habitable la Tierra. Estos gases de efecto invernadero (GEI) son, fundamentalmente, el dióxido de carbono (procedente en su mayor parte de la combustión de combustibles fósiles y la quema de bosques) y otros gases que atrapan el calor, como el metano (generado por la agricultura de regadío, la ganadería y

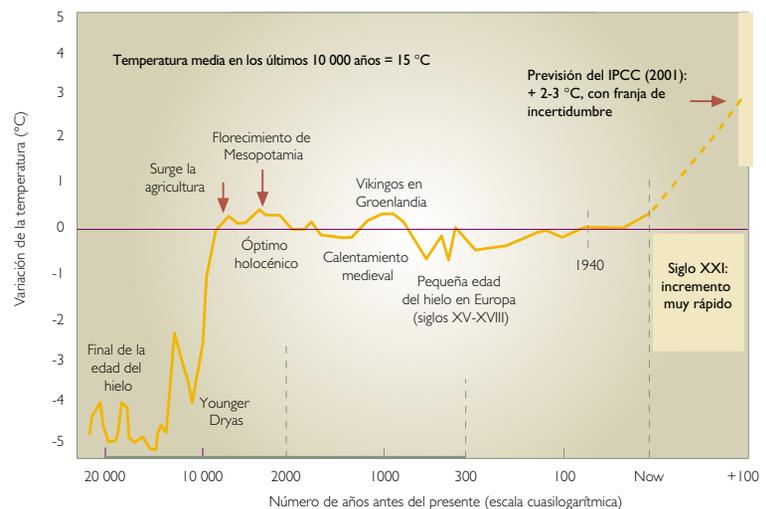
la extracción de petróleo), el óxido nítrico y diversos halocarburos fabricados por el hombre. En su *Tercer informe de evaluación* (2001), el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) declaró: "Hay nuevas y contundentes pruebas científicas de que la mayor parte del calentamiento observado en los últimos cincuenta años es atribuible a las actividades humanas".<sup>1</sup>

Durante el siglo XX, la temperatura media de la superficie terrestre aumentó 0,6 °C aproximadamente, y unas dos terceras partes de este calentamiento se han producido desde 1975. Los climatólogos prevén que el calentamiento proseguirá a lo largo del siglo y más adelante, junto con cambios de la pluviosidad y la variabilidad climática. Sus previsiones se basan en modelos del clima

mundial cada vez más complejos, aplicados a escenarios futuros verosímiles de emisiones mundiales de gases de efecto invernadero que toman en cuenta diversas trayectorias posibles de los cambios demográficos, económicos y tecnológicos, así como nuevas formas de gobernanza.

La escala mundial del cambio climático difiere esencialmente de los muchos otros problemas ambientales bien conocidos, relacionados con peligros toxicológicos o microbiológicos localizados. El cambio climático significa que, hoy día, estamos alterando los sistemas biofísicos y ecológicos de la Tierra a escala planetaria, como se evidencia por el agotamiento del ozono estratosférico, la reducción acelerada de la biodiversidad, las presiones sobre los sistemas terrestres y marinos

Figure 1.1. Variaciones de la temperatura media de la superficie terrestre en los últimos 20 000 años



productores de alimentos, el agotamiento de las reservas de agua dulce y la diseminación mundial de contaminantes orgánicos persistentes.

Las sociedades humanas tienen una larga experiencia de vicisitudes climáticas de origen natural (figura 1.1). Las antiguas civilizaciones egipcia, mesopotámica y maya y las poblaciones europeas (durante los cuatro siglos de la pequeña edad del hielo) se vieron afectadas por los grandes ciclos climáticos de la naturaleza. En periodos mucho más breves se han producido a menudo catástrofes y brotes de enfermedades a raíz de ciclos climáticos regionales extremos, como el ciclo El Niño-Oscilación Austral (ENOA).<sup>2</sup>

El IPCC (2001) estimó que la temperatura media mundial se elevará

varios grados centígrados durante este siglo. Como se muestra en la figura 1.2, esta estimación conlleva una incertidumbre inevitable, porque no se conoce bien la complejidad del sistema climático y no es posible prever con certeza el futuro desarrollo de la humanidad. La temperatura mundial ha aumentado 0,4 °C aproximadamente desde la década de 1970, y supera actualmente el límite superior de variabilidad natural (histórica). De acuerdo con las evaluaciones de los climatólogos, la mayor parte de este incremento reciente se debe a la influencia humana.

#### Posibles repercusiones del cambio climático en la salud humana

El cambio del clima mundial afectaría al funcionamiento de muchos ecosistemas y de las especies que los

integran. Tendría también efectos sobre la salud humana, algunos de los cuales serían beneficiosos: por ejemplo, los inviernos más suaves reducirían el pico invernal de mortalidad de los países templados, mientras que, en las regiones actualmente cálidas, unas temperaturas aún más altas podrían reducir la viabilidad de las poblaciones de mosquitos transmisores de enfermedades. Sin embargo, en general, los científicos consideran que la mayoría de las repercusiones del cambio climático en la salud serían adversas.

Es probable que los cambios climáticos de los últimos decenios ya hayan influido en algunos resultados sanitarios. Así, la Organización Mundial de la Salud, en su Informe sobre la salud en el mundo 2002, estimó que el cambio climático fue responsable en el año 2000 de aproximadamente el 2,4% de los casos de diarrea en todo el mundo y del 6% de los casos de paludismo en algunos países de ingresos medios.<sup>3</sup> Sin embargo, el intenso "ruido de fondo" debido a los cambios experimentados por otros factores causales dificulta la identificación de los cambios pequeños; una vez detectados, la atribución causal se afianza si se efectúan observaciones similares en poblaciones diferentes.

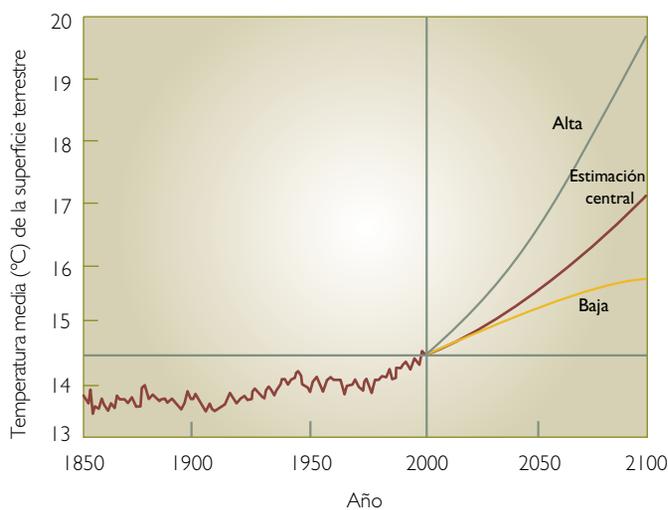
Es probable que los primeros cambios detectables en la salud humana consistan en modificaciones de los límites geográficos (latitud y altitud) y la estacionalidad de ciertas

enfermedades infecciosas, en particular de las transmitidas por vectores (como la malaria y el dengue) y por alimentos (por ejemplo la salmonelosis), cuya frecuencia es máxima en los meses más cálidos. Tanto en verano como en invierno, unas temperaturas medias más altas, combinadas con una mayor variabilidad climática, alterarían el patrón de exposición a temperaturas extremas y las consiguientes repercusiones en la salud. Por el contrario, las consecuencias en la salud pública de la alteración de los ecosistemas naturales y gestionados que producen alimentos, la subida del nivel del mar y los desplazamientos demográficos por peligros físicos, pérdida de tierras, perturbaciones económicas y conflictos civiles probablemente no se manifiesten hasta pasados varios decenios.

#### Conclusiones

En una situación sin precedentes, la población mundial es testigo hoy día de alteraciones antropogénicas de las capas inferiores y medias de la atmósfera que hasta ahora desconocía, y del agotamiento en todo el mundo de otros sistemas naturales (como la fertilidad del suelo, los acuíferos, las pesquerías marítimas y la biodiversidad en general). Inicialmente se reconoció que estos cambios afectarían a las actividades económicas, las infraestructuras y los ecosistemas gestionados, ahora, además, se admite que el cambio climático global entraña riesgos para la salud de la población.

Figure 1.2 Registro de la temperatura mundial desde el comienzo del registro instrumental en 1860, y proyección hasta 2100, según el IPCC



Fuente: ref. 1

# 2

## Tiempo y clima: cambios en las exposiciones humanas

Al discutir sobre "el cambio climático y la salud" debemos distinguir entre las repercusiones de varias exposiciones meteorológicas: el tiempo, la variabilidad del clima y el cambio climático.

El tiempo es el estado continuamente cambiante de la atmósfera, considerado en general según una escala cronológica que puede ir de minutos a semanas. El clima es el estado medio de las capas inferiores de la atmósfera, y las características conexas de la tierra o el agua subyacentes, en una región concreta y generalmente durante un mínimo de varios años. La variabilidad del clima es la variación con respecto al clima medio, incluidas las variaciones estacionales y los ciclos regionales a gran escala de las circulaciones atmosféricas y oceánicas, como El Niño-Oscilación Austral (ENOA) o la Oscilación del Atlántico Norte. El cambio climático se produce a lo largo de decenios o en escalas cronológicas aún más amplias. Hasta nuestros días, los cambios en el clima mundial se habían producido de forma natural, durante siglos o milenios, debido a la deriva continental, a diversos ciclos económicos, a variaciones en la energía solar y a la actividad volcánica. En los últimos decenios se ha hecho más patente que las acciones humanas están modificando la composición de la atmósfera y provocando con ello un cambio climático global.<sup>1</sup>

**El sistema climático**  
El clima de la tierra está determinado por complejas interacciones entre el sol, los océanos, la atmósfera, la criosfera, las tierras emergidas y la biosfera. El sol es la principal fuerza determinante del tiempo y el clima. El calentamiento desigual de la superficie

terrestre (mayor cuanto más cerca del ecuador) genera grandes corrientes de convección tanto en la atmósfera como en los océanos, y es por tanto una de las principales causas de los vientos y las corrientes oceánicas. La atmósfera que envuelve al planeta se compone de cinco capas concéntricas. La más baja (troposfera) se extiende desde el nivel del suelo hasta una media de 10-12 km de altitud; en ella se desarrolla el tiempo que afecta a la superficie terrestre. La siguiente capa importante (la estratosfera) llega hasta unos 50 km de la superficie; el ozono que contiene absorbe la mayor parte de la radiación ultravioleta de alta energía del sol. Por encima de la estratosfera existen tres capas más: la mesosfera, la termosfera y la exosfera.

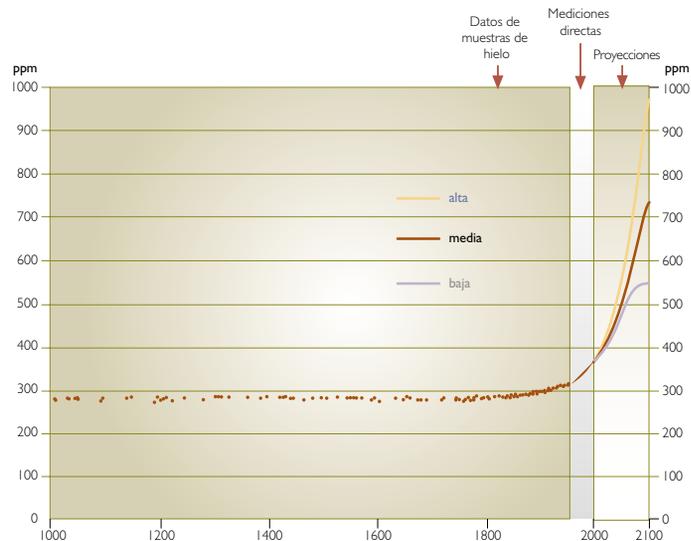
En conjunto, estas cinco capas de la atmósfera reducen aproximadamente a la mitad la cantidad de radiación

solar que llega a la superficie terrestre. En concreto, algunos gases "de efecto invernadero" que existen en concentraciones vestigiales en la troposfera (como vapor de agua, dióxido de carbono, óxido nítrico, metano, halocarburos y ozono) absorben aproximadamente el 17% de la energía solar que la atraviesa. De la energía solar que llega a la superficie terrestre, gran parte es absorbida y emitida de nuevo como radiación de longitud de onda larga (infrarroja). Parte de esta radiación infrarroja saliente es absorbida por los gases de efecto invernadero en las capas bajas de la atmósfera, lo que contribuye a un mayor calentamiento de la superficie terrestre. El proceso eleva la temperatura terrestre 33 °C, hasta la actual temperatura media de la superficie, 15 °C. Este calentamiento suplementario se denomina "efecto invernadero" (figura 2.1).

Figure 2.1. El efecto invernadero (ref. 2)



Figure 2.2. Concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> desde el año 1000 hasta el 2000



Fuente: Watson et al., 2001.<sup>3</sup> (Los datos proceden de cilindros de hielo polar y mediciones atmosféricas directas realizadas durante los últimos decenios. Las proyecciones de las concentraciones de CO<sub>2</sub> para el periodo 2000-2100 se basan en los seis escenarios ilustrativos del *Special Report on Emissions Scenarios* del IPCC y el escenario IS92a.)

### Gases de efecto invernadero

El aumento antropogénico de la concentración atmosférica de GEI está amplificando el efecto invernadero. En los últimos tiempos se han incrementado considerablemente la quema de combustibles fósiles, las actividades agrícolas y otras actividades económicas, y con ellas las emisiones de gases de efecto invernadero. La concentración atmosférica de dióxido de carbono ha aumentado un tercio desde el comienzo de la revolución industrial (figura 2.2).

La tabla 2.1 muestra ejemplos de varios gases de efecto invernadero y resume sus concentraciones en 1790

y 1998, su tasa de variación durante el periodo 1990-1999 y su tiempo de permanencia en la atmósfera. Este último es un parámetro de gran interés para los responsables de políticas, porque la emisión de gases de larga permanencia supone un compromiso casi irreversible con un cambio climático sostenido a lo largo de decenios o siglos.

### Estudio de las repercusiones del clima en la salud

Para estudiar los impactos de los fenómenos atmosféricos y la variabilidad del clima en la salud humana es preciso especificar adecuadamente la "exposición" a los

Table 2.1: Ejemplos de gases de efecto invernadero afectados por las actividades humanas

	CO <sub>2</sub> (dióxido de carbono)	CH <sub>4</sub> (metano)	N <sub>2</sub> O (óxido nitroso)	CFC-11 (clorofluorocarburo-11)	HFC-23 (hidrofluorocarburo-23)	CF <sub>4</sub> (perfluorometano)
Concentración preindustrial	~280 ppm	~700 ppmm	~270 ppmm	cero	cero	40 ppb
Concentración en 1998	365 ppm	1745 ppmm	314 ppmm	268 ppb	14 ppb	80 ppb
Tasa de variación de la concentración <sup>b</sup>	1.5 ppm/año <sup>c</sup>	7.0 ppmm/años <sup>a</sup>	0.8 ppmm/años <sup>a</sup>	-1.4 ppb/años	0.55 ppb/años	1 ppb/años
Tiempo de permanencia en la atmósfera	5-200 años <sup>c</sup>	12 años <sup>d</sup>	114 años <sup>d</sup>	45 años	260 años	>50,000 años

a La tasa fluctuó entre 0,9 y 2,8 ppm/año para el CO<sub>2</sub> y entre 0 y 13 ppmm/año para el CH<sub>4</sub> durante el periodo 1990-1999.

b Tasa calculada durante el periodo 1990-1999.

c No se puede definir un tiempo fijo de permanencia para el CO<sub>2</sub>, porque las tasas de captación por los diversos procesos de eliminación son distintas.

d Este tiempo de permanencia se ha definido como un «tiempo de ajuste» que tiene en cuenta el efecto indirecto del gas en su propio tiempo de permanencia.

ppm: partes por millón. ppmm: partes por mil millones. ppb: partes por billón.

factores meteorológicos. Tanto el tiempo como el clima pueden sintetizarse según diversas escalas espaciales y cronológicas. La escala de análisis adecuada y la selección de un periodo de latencia cualquiera entre la exposición y el efecto dependerán de la naturaleza prevista de la relación. Gran parte de las investigaciones requieren series de datos obtenidos durante largos periodos, y que ofrezcan información sobre el tiempo o el clima y sobre los resultados sanitarios en las mismas escalas espaciales y cronológicas. Por ejemplo, ha resultado difícil evaluar la influencia de la variabilidad climática y el cambio climático en la reciente propagación de la malaria en las

tierras altas africanas, porque no se habían recopilado los datos adecuados sobre la salud, el tiempo y otros factores de interés (por ejemplo el cambio en el uso de la tierra) en las mismas ubicaciones y las mismas escalas.

En todas estas investigaciones deben tenerse en cuenta los diversos tipos de incertidumbre inherentes a tales estudios. Hay forzosamente incertidumbre en las predicciones sobre la respuesta de sistemas complejos, como los sistemas climáticos regionales y los ecosistemas dependientes del clima, cuando se los presiona más allá de límites críticos. Y hay también

Fuente: ref. 1

# 3

## Consenso internacional sobre el estudio científico del clima y la salud: el Tercer informe de evaluación del IPCC

Las últimas investigaciones han ampliado con rapidez nuestros conocimientos sobre las relaciones entre el clima y la salud, debido en gran medida al estímulo del IPCC y otros análisis de políticas a nivel regional y nacional.

A principios de la década de 1990 la población estaba poco sensibilizada ante los riesgos de los cambios climáticos globales para la salud, lo que reflejaba un desconocimiento general de la forma en que la alteración de los sistemas biofísicos y ecológicos puede afectar a largo plazo al bienestar y la salud de las poblaciones. Los especialistas en ciencias naturales eran poco conscientes de que los cambios experimentados por sus objetos concretos de estudio (condiciones climáticas, reservas de biodiversidad, productividad de los ecosistemas, etc.) podían tener repercusiones en la salud humana. Buen reflejo de ello es la exigua referencia que a los riesgos para la salud se hace en el primer gran informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), publicado en 1991.

La situación ha cambiado desde entonces. En el *Segundo informe de evaluación* del IPCC (1996) se dedicó todo un capítulo a los posibles riesgos para la salud. Lo mismo se hizo en el *Tercer informe de evaluación* (2001), en el que se incluyó una discusión sobre algunas pruebas científicas preliminares del verdadero impacto en la salud, junto con una evaluación de los posibles efectos futuros sobre ésta. El informe destacaba también las repercusiones previstas en la salud por grandes regiones geográficas. El IPCC fue creado por la OMM y el PNUMA en 1988. Su misión es evaluar la bibliografía científica publicada en el mundo sobre las

cuestiones siguientes: (i) cómo han influido y es probable que influyan las alteraciones antropogénicas de las capas bajas de la atmósfera, debidas a la emisión de gases de efecto invernadero, en los patrones climáticos del mundo; (ii) cómo afecta y afectará esto a diversos sistemas y procesos importantes para las sociedades humanas; y (iii) de qué respuestas económicas y sociales disponen los responsables de políticas para impedir el cambio climático y atenuar sus repercusiones.

La labor del IPCC es el fruto del trabajo de centenares de científicos de todo el mundo. Cada cinco años, los gobiernos nacionales proponen a expertos en las muchas áreas temáticas cubiertas por este análisis global. Se seleccionan seguidamente equipos de análisis temáticos para garantizar una adecuada representación geográfica y disciplinaria. Exceptuando el pequeño número de científicos que trabajan en la estructura administrativa del IPCC, todos esos trabajos de análisis, discusión y redacción son realizados por voluntarios.

Los borradores de las evaluaciones del IPCC se someten a una serie de revisiones internas y externas por expertos. La redacción final de los resúmenes de sus informes es objeto de un examen minucioso y sistemático por parte de los gobiernos en conferencias internacionales oficiales.

### El IPCC y la evaluación de las repercusiones en la salud

En su *Tercer informe de evaluación*, el IPCC llegó a la conclusión siguiente: "Según las proyecciones, en general el cambio climático aumentará los peligros para la salud humana, sobre todo en las poblaciones de menores ingresos de los países tropicales y subtropicales".

El resumen afirma seguidamente: "El cambio climático puede afectar a la salud de manera directa (consecuencias de temperaturas demasiado altas o bajas, pérdida de vidas y lesiones en inundaciones y tormentas) e indirecta, alterando el alcance de los vectores de enfermedades, como los mosquitos, y de los patógenos transmitidos por el agua, así como la calidad del agua, la calidad del aire, y la calidad y disponibilidad de los alimentos. El impacto real en la salud dependerá mucho de las condiciones ambientales locales y las circunstancias socioeconómicas, así como de las diversas adaptaciones sociales, institucionales, tecnológicas y comportamentales orientadas a reducir todo el conjunto de amenazas para la salud."<sup>1</sup>

En términos generales, un cambio de las condiciones climáticas puede tener tres tipos de repercusiones en la salud:

- Repercusiones más o menos directas, causadas en general por fenómenos meteorológicos extremos.

- Consecuencias para la salud de diversos procesos de cambio ambiental y perturbación ecológica resultantes del cambio climático.
- Diversas consecuencias para la salud (traumáticas, infecciosas, nutricionales, psicológicas y de otro tipo) que se producen en poblaciones desmoralizadas y desplazadas a raíz de perturbaciones económicas, degradaciones ambientales y situaciones conflictivas originadas por el cambio climático.

La figura 3.1 ilustra estas diferentes vías por las que actúa el cambio climático.

Nuestros conocimientos sobre las repercusiones del cambio y la variabilidad del clima en la salud humana han aumentado considerablemente en los últimos

años, pero varias cuestiones fundamentales complican la tarea:

- Las influencias del clima en la salud se ven moduladas a menudo por interacciones con otros procesos ecológicos, condiciones sociales y políticas de adaptación. Al buscar explicaciones debe procurarse un equilibrio entre complejidad y simplicidad.
- Existen muchas fuentes de incertidumbre científica y contextual, por lo que el IPCC ha intentado formalizar la evaluación del grado de confianza asociado a cada afirmación sobre el impacto en la salud.
- El cambio climático es uno de los diversos cambios ambientales concurrentes a escala mundial que afectan simultáneamente a la salud humana (a menudo de forma interactiva).<sup>3</sup> Un buen ejemplo de ello es el contagio de infecciones

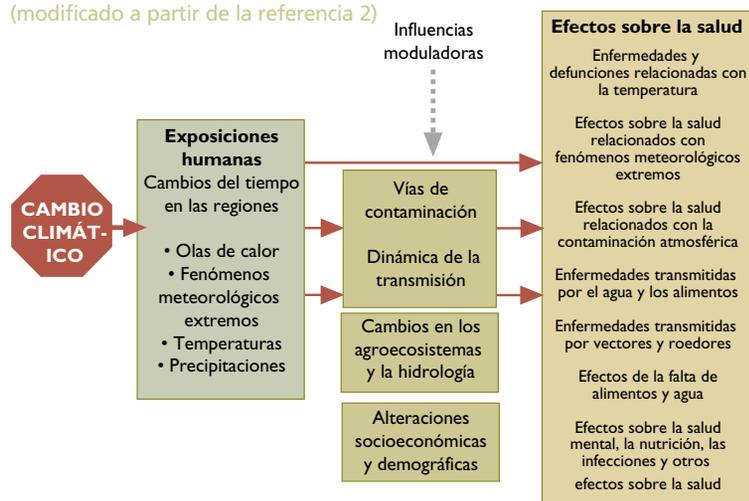
transmitidas por vectores, que se ve afectado a la vez por las condiciones climáticas, los movimientos de población, la tala de bosques y los modos de uso de la tierra, la reducción de la biodiversidad (por ejemplo, la desaparición de los predadores naturales de los mosquitos), las configuraciones superficiales de las aguas dulces y la densidad de población humana.<sup>4</sup>

El IPCC llegó a la conclusión, con un alto grado de confianza, de que el cambio climático incrementaría la mortalidad y la morbilidad asociadas al calor y reduciría la mortalidad asociada al frío en los países templados, aumentaría la frecuencia de epidemias después de inundaciones y tormentas, y tendría efectos considerables sobre la salud tras los desplazamientos de poblaciones por la subida del nivel del mar y la mayor actividad tormentosa.

temperaturas extremas están los habitantes de ciudades socialmente aislados, los ancianos y los pobres. Las poblaciones que vivan en las fronteras de las actuales zonas endémicas de paludismo y dengue serán, si no reciben una atención primaria eficaz, las más susceptibles en caso de que, en un mundo más cálido, esas zonas se extiendan.

El informe del IPCC subraya también que nuestros conocimientos sobre las relaciones entre el clima, el cambio climático y la salud humana han aumentado considerablemente en los últimos diez años. Aun así, persisten muchas lagunas en el conocimiento de los probables patrones futuros de exposición a los cambios climaticoambientales, así como de la vulnerabilidad y adaptabilidad de los sistemas físicos, ecológicos y sociales al cambio climático.

Figure 3.1. Vías por las que el cambio climático afecta a la salud humana (modificado a partir de la referencia 2)



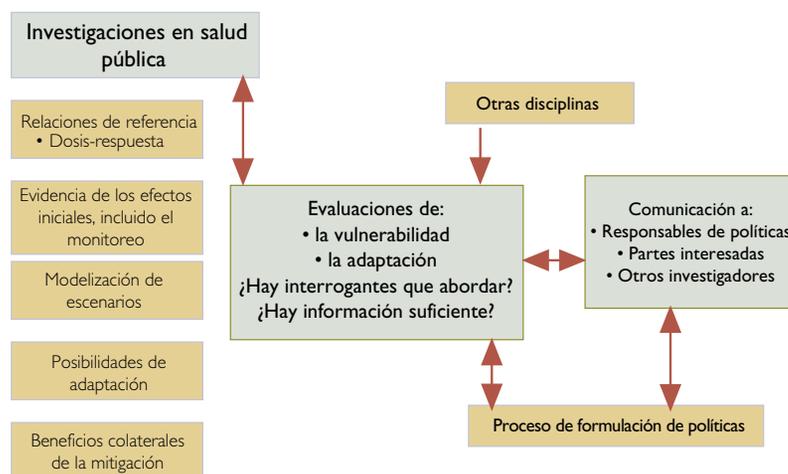
Para cada repercusión potencial del cambio climático habrá algunos grupos especialmente vulnerables a enfermedades y traumatismos. La vulnerabilidad de una población depende de factores como la densidad demográfica, el grado de desarrollo económico, la disponibilidad de alimento, el nivel y la distribución de los ingresos, las condiciones ambientales locales, el estado previo de salud, y la calidad y disponibilidad de la atención sanitaria pública.<sup>5</sup> Por ejemplo, entre las personas con mayor riesgo de sufrir daños por

# 4

## Mirar al futuro: retos para los científicos que estudian el cambio climático y la salud

Las investigaciones sobre el cambio climático y la salud abarcan los estudios básicos sobre las relaciones causales, la evaluación de los riesgos, la vulnerabilidad y la capacidad de adaptación de la población, y las políticas de intervención (figura 4.1).

Figure 4.1 Tareas para las investigaciones en salud pública



La identificación, cuantificación y predicción de los impactos del cambio climático en la salud plantea retos relacionados con la escala, la especificación de la "exposición" y la elaboración de cadenas causales, a menudo complejas e indirectas.<sup>1</sup> En primer lugar, la mayoría de los investigadores no están familiarizados con la escala geográfica de las repercusiones del clima en la salud ni con los normalmente dilatados periodos en que se manifiestan. En general, los epidemiólogos estudian problemas localizados desde el punto de vista geográfico, de comienzo bastante rápido y que afectan directamente a la salud. La unidad natural de observación suele ser el individuo.

En segundo lugar, la variable "exposición" (que comprende el tiempo, y la variabilidad y las tendencias del clima) plantea

dificultades. No existe un grupo manifiestamente "no expuesto" que sirva de referencia para las comparaciones. De hecho, la escasa diferencia existente entre los individuos de un mismo lugar en cuanto a la exposición al tiempo o al clima generalmente impide comparar entre sí grupos de personas con distintas "exposiciones". Deben compararse comunidades o poblaciones enteras, prestando atención a las diferencias de vulnerabilidad intercomunitarias. Por ejemplo, el aumento de la tasa de mortalidad en Chicago durante la intensa ola de calor de 1995 varió considerablemente de unos barrios a otros debido a diferencias en factores como la calidad de la vivienda y la cohesión de la comunidad.

En tercer lugar, algunas repercusiones en la salud se producen por vías indirectas y complejas. Por ejemplo,

los efectos de las temperaturas extremas en la salud son directos. Por el contrario, los cambios complejos en la composición y el funcionamiento de los ecosistemas median el impacto del cambio climático en el contagio de infecciones transmitidas por vectores y en la productividad agrícola. Un último reto es la necesidad de estimar los riesgos para la salud en relación con escenarios climaticos ambientales futuros. A diferencia de la mayoría de los peligros ambientales conocidos para la salud, gran parte de los riesgos previstos como consecuencia del cambio climático global se sitúan a años o décadas vista.

### Estrategias y tareas de investigación

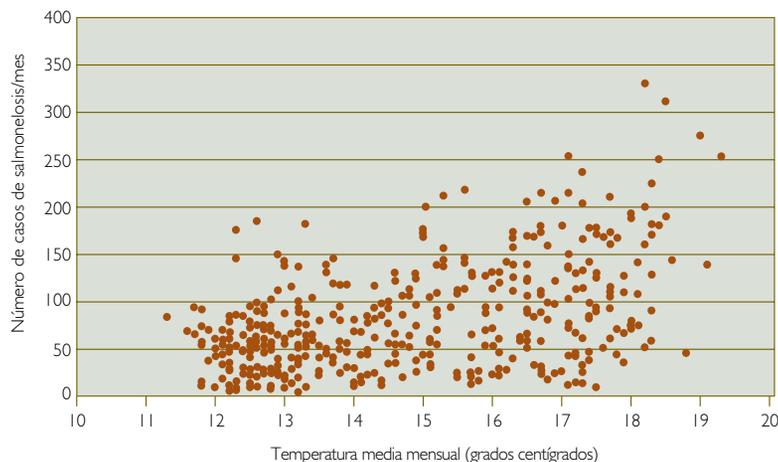
Aunque buena parte de la investigación científica en torno a las repercusiones en la salud se centra en los riesgos futuros, los estudios empíricos sobre el pasado reciente y el presente son importantes. Los métodos observacionales estándar de la epidemiología pueden arrojar luz sobre las consecuencias de las tendencias climáticas locales en la salud durante los pasados decenios, siempre y cuando se disponga de las series de datos pertinentes. Esta información mejora nuestra capacidad de estimar las repercusiones futuras. Entretanto, deberíamos también buscar pruebas científicas de los efectos iniciales del cambio climático en la salud, ya que éste lleva produciéndose varios decenios.

Las repercusiones del cambio climático futuro en la salud, incluidas las modificaciones en la variabilidad del clima, pueden estimarse fundamentalmente de dos maneras. La primera de ellas consiste en extrapolar los datos de estudios análogos que abordan la variabilidad del clima en tiempos recientes, como anticipo del cambio climático. La segunda utiliza modelos informáticos predictivos basados en los conocimientos actuales sobre las relaciones entre las condiciones climáticas y los resultados sanitarios. Estos modelos no pueden prever con exactitud lo que ocurrirá, pero indican lo que ocurriría si en el futuro se cumplieran ciertas condiciones climáticas (y otras especificadas). Los investigadores tienen ante sí cinco tareas principales:

### 1. Establecer relaciones basales entre el tiempo y la salud

Quedan muchos interrogantes sin resolver acerca de la sensibilidad de determinados resultados sanitarios al tiempo, a la variabilidad climática y a los cambios ambientales inducidos por el clima. Por ejemplo, los principales microorganismos causantes de gastroenteritis aguda se multiplican más rápidamente en condiciones más cálidas. ¿Es cierto que temperaturas más altas causan más enfermedades? Parece ser que sí, como lo demuestra la relación entre el número de casos mensuales de salmonelosis en Nueva Zelanda y la temperatura media mensual (figura 4.2).

Figure 4.2 Relación entre la temperatura media y las notificaciones mensuales de casos de salmonelosis en Nueva Zelanda, 1965-2000



### 2. Acumular evidencia sobre los efectos iniciales del cambio climático

Se han realizado muchas observaciones coherentes sobre las alteraciones físicas y ecológicas atribuibles al reciente calentamiento global, pero hasta el momento son pocos los indicios relativos a los efectos en la salud humana. Entre éstos se cuentan los cambios de la morbilidad infecciosa (como la encefalitis transmitida por garrapatas<sup>2</sup> y el cólera<sup>3</sup>). Los investigadores del ámbito de la salud deben tener en cuenta que los seres humanos disponen de muchas estrategias de afrontamiento, que van desde plantar árboles de sombra hasta modificar el horario de trabajo o instalar aire acondicionado.

### 3. Modelos predictivos basados en escenarios

A diferencia de muchas otras

exposiciones ambientales, sabemos que el clima mundial seguirá cambiando durante al menos varios decenios. Hoy día, los climatólogos pueden modelizar satisfactoriamente las consecuencias climáticas de escenarios futuros de emisiones de GEI. Relacionando estos escenarios climáticos con los modelos de impacto sobre la salud podemos estimar las repercusiones probables. Algunas repercusiones en la salud se cuantifican fácilmente (pérdida de vidas por tormentas e inundaciones, por ejemplo), pero otras son más difíciles de cuantificar (como las consecuencias de la inseguridad alimentaria para la salud).

### 4. Evaluar las posibilidades de adaptación

Adaptarse significa tomar medidas para reducir los posibles efectos adversos del cambio ambiental (véase el capítulo 11).

### 5. Estimar los beneficios y costos concurrentes de la mitigación y la adaptación

Las medidas orientadas a reducir las emisiones de GEI (mitigación) o a aminorar las repercusiones en la salud (adaptación) pueden tener otros efectos concurrentes en la salud. Por ejemplo, el fomento del transporte público frente al vehículo privado puede no sólo reducir las emisiones de dióxido de carbono, sino también mejorar la salud pública a corto plazo, porque aminora la contaminación atmosférica y las lesiones por accidentes de tráfico, y aumenta la actividad física. La información sobre estos costos y los beneficios "colaterales" es importante para los responsables de políticas. Obsérvese, no obstante, que no es sencillo calcular los costos de repercusiones que se manifiestan tardíamente o se prolongan hasta un futuro lejano.

### Cuestiones generales relativas a la incertidumbre

Los investigadores deben describir, comunicar y explicar todas las incertidumbres pertinentes. Con ello se ofrece a los decisores información importante sobre las condiciones necesarias para que se produzca un resultado concreto. Dado que la percepción del riesgo ambiental varía con la cultura, los valores y la posición social, las "partes interesadas" deberían ayudar a elaborar las preguntas de evaluación y a interpretar el riesgo.

# 5

## Repercusiones sanitarias de las condiciones climáticas extremas

Los factores climáticos son determinantes destacados de diversas enfermedades transmitidas por vectores, de muchos trastornos gastrointestinales y de ciertas afecciones atribuibles al agua.

Las relaciones entre las variaciones interanuales del clima y las enfermedades infecciosas son más patentes allí donde dichas variaciones son acentuadas, y en las poblaciones vulnerables. El fenómeno de El Niño brinda una muestra para comprender las futuras repercusiones del cambio climático global en las enfermedades infecciosas.

Se prevé que, con el cambio climático, los fenómenos climáticos extremos se harán más frecuentes. El impacto de estas situaciones perturbadoras es mayor en los países pobres. Las dos categorías de fenómenos climáticos extremos son:

- Los extremos simples de los intervalos climáticos estadísticos, como temperaturas muy bajas o muy altas.
- Los fenómenos complejos: sequías, inundaciones o huracanes.

El ciclo del Pacífico denominado El Niño-Oscilación Austral (ENOA), que dura aproximadamente medio decenio, influye en muchos de los patrones meteorológicos regionales del mundo. Es probable que el cambio climático incremente la frecuencia de ciclos de El Niño, su amplitud o ambas variables.<sup>1</sup> Es un buen ejemplo de cómo los extremos climáticos pueden afectar a la salud humana.

### El clima, el tiempo, el ciclo de El Niño y las enfermedades infecciosas

Tanto la temperatura como las aguas de superficie influyen considerablemente en los insectos vectores de enfermedades. Tienen especial importancia las especies de mosquitos vectores, que propagan la malaria y enfermedades víricas como el dengue y la fiebre amarilla. Los mosquitos necesitan aguas estancadas para reproducirse, y los adultos necesitan un medio húmedo para sobrevivir. Unas temperaturas más

elevadas favorecen la reproducción de los vectores y reducen el periodo de maduración de los microorganismos patógenos en su interior. Sin embargo, en condiciones de mucho calor y sequedad, la supervivencia del mosquito puede reducirse.

En la actualidad, la malaria está confinada fundamentalmente en regiones tropicales y subtropicales. Su sensibilidad al clima se refleja en las áreas limítrofes de desiertos y mesetas, en las que un aumento de las temperaturas o las precipitaciones asociado a El Niño puede incrementar la transmisión de la enfermedad.<sup>2</sup> En las zonas de malaria inestable de los países en desarrollo, las poblaciones carecen de inmunidad protectora y son propensas a las epidemias cuando las condiciones meteorológicas favorecen la transmisión.

El dengue es la arbovirosis más importante en el ser humano y se localiza en regiones tropicales y subtropicales, sobre todo en el medio urbano. El ciclo ENOA afecta a su frecuencia, porque induce cambios en las prácticas de almacenamiento doméstico de agua y en la acumulación de aguas superficiales. Entre 1970 y 1995, el número anual de epidemias de dengue en el Pacífico Sur se correlacionó positivamente con las condiciones del ciclo de La Niña (es decir, mayor calor y humedad).<sup>3</sup>

Los roedores, que proliferan en las regiones templadas tras los inviernos suaves y húmedos, actúan como

reservorios de diversas enfermedades. Ciertas infecciones transmitidas por roedores, como la leptospirosis, la tularemia y las virosis hemorrágicas, se asocian a inundaciones. Otras enfermedades relacionadas con roedores y garrapatas que han demostrado ser sensibles a la variabilidad climática son la enfermedad de Lyme, las encefalitis transmitidas por garrapatas y el síndrome pulmonar por hantavirus. Muchas enfermedades diarreicas varían con las estaciones, lo que indica que son sensibles al clima. En los trópicos, alcanzan su máximo durante la estación lluviosa. Tanto las inundaciones como las sequías aumentan el riesgo de enfermedades diarreicas. Las principales causas de diarrea relacionadas con precipitaciones abundantes y contaminación del abastecimiento de agua son el cólera, las criptosporidiosis, las infecciones por E. coli, las giardiasis, las shigelosis, la fiebre tifoidea y las virosis como la hepatitis A.

### Temperaturas extremas: olas de calor y de frío

Las temperaturas extremas pueden matar. En muchos países templados, la mortalidad durante el invierno es un 10-25% mayor que en verano. En julio de 1995, una ola de calor se cobró en Chicago (Estados Unidos) 514 vidas (12 por 100 000 habitantes) y motivó 3300 ingresos hospitalarios urgentes más que la media.

La mayor parte del exceso de mortalidad durante los periodos de

temperaturas extremas corresponde a personas que ya padecían enfermedades, sobre todo cardiovasculares y respiratorias. Las más vulnerables son las muy ancianas, las de muy corta edad y las de salud frágil. En cuanto al número de vidas perdidas, no es posible determinar con certeza el impacto de un fenómeno breve e intenso, como una ola de calor, sobre la mortalidad, porque una proporción desconocida de las defunciones se produce en personas vulnerables que hubiesen fallecido en un futuro muy próximo.

El cambio climático global se acompañará de una mayor frecuencia e intensidad de las olas de calor, así como de veranos más cálidos e inviernos más suaves. En estudios de modelización predictiva basados en escenarios climáticos se ha estimado la mortalidad futura relacionada con la temperatura. Por ejemplo, se calcula que, para el año 2050, el exceso anual de mortalidad estival atribuible al cambio climático se multiplicará, hasta alcanzar valores de 500-1000 en Nueva York y 100-250 en Detroit, suponiendo que la población se aclimate (desde el punto de vista fisiológico, de infraestructuras y de comportamientos).<sup>4</sup> Sin aclimatación, las repercusiones serían mayores.

El grado de mortalidad invernal atribuible directamente a condiciones meteorológicas extremas es menos fácil de determinar. En los países templados sometidos al cambio climático, puede que la disminución

de los fallecimientos invernales supere al incremento de los fallecimientos estivales. Sin datos de mejor calidad es difícil estimar el impacto neto sobre la mortalidad anual. Además, variará entre las poblaciones.

### Catástrofes naturales

Es difícil cuantificar los efectos de las catástrofes meteorológicas (sequías, inundaciones, tormentas e incendios forestales) porque se informa poco de sus consecuencias secundarias y tardías. Los fenómenos de El Niño influyen en la cifra anual de personas afectadas por catástrofes naturales.<sup>5</sup> A escala mundial, las catástrofes desencadenadas por las sequías se producen fundamentalmente durante el año siguiente al comienzo de El Niño.

En el mundo, las repercusiones de las catástrofes naturales han ido en aumento. Un análisis de la compañía de reaseguros Munich Re reveló que, en los últimos diez años, el número de catástrofes naturales ha sido tres

veces mayor que en la década de 1960, dato que refleja más las tendencias mundiales de la vulnerabilidad de la población que una mayor frecuencia de fenómenos climáticos extremos. Pese al aumento de la densidad de población en zonas de alto riesgo, como costas y ciudades, los países en desarrollo están mal equipados para afrontar las situaciones meteorológicas extremas, por lo que el número de personas fallecidas, heridas o privadas de vivienda por catástrofes naturales ha aumentado rápidamente. En la tabla 5.1 se muestra el número de episodios climáticos y meteorológicos extremos ocurridos en las dos últimas décadas y el número de personas fallecidas o damnificadas, por regiones geográficas.

### Conclusiones

La tendencia a una mayor frecuencia de catástrofes naturales se debe en parte a la mejora de las notificaciones y en parte a la mayor vulnerabilidad de la población, y puede que también

contribuya a ella el cambio climático global que se está produciendo. Sobre todo en los países pobres, las repercusiones de las principales enfermedades transmitidas por vectores y de las catástrofes pueden limitar y hasta desbaratar los progresos en materia de desarrollo social. Incluso en condiciones favorables, la recuperación tras catástrofes importantes puede tardar decenios.

Las previsiones climáticas a corto plazo pueden ayudar a mitigar las repercusiones en la salud, pero los sistemas de alerta temprana deben también incorporar mecanismos de seguimiento y vigilancia, unidos a una capacidad de respuesta suficiente. Centrar la atención en los fenómenos extremos actuales puede también ayudar a los países a desarrollar mejores medios para afrontar las repercusiones a largo plazo del cambio climático global.

Table 5.1. Número de episodios climáticos o atmosféricos extremos, de vidas perdidas y de damnificados, por regiones del mundo, en las décadas de 1980 y 1990

	1980s			1990s		
	Episodios	Defunciones (miles)	Damnificados (millones)	Episodios	Defunciones (miles)	Damnificados (millones)
África	243	417	137.8	247	10	104.3
Europa Oriental	66	2	0.1	150	5	12.4
Mediterráneo Oriental	94	162	17.8	139	14	36.1
América Latina y el Caribe	265	12	54.1	298	59	30.7
Asia Sudoriental	242	54	850.5	286	458	427.4
Pacífico Occidental	375	36	273.1	381	48	1,199.8
Países desarrollados	563	10	2.8	577	6	40.8
Total	1,848	692	1,336	2,078	601	1,851

# 6 Cambio climático y enfermedades infecciosas

Hoy día, se constata en todo el mundo un incremento de la frecuencia de muchas enfermedades infecciosas, incluidas algunas de reciente aparición (VIH/SIDA, hantaviriosis, hepatitis C, SRAS, etc.). Ello refleja el impacto combinado de los rápidos cambios demográficos, ambientales, sociales, tecnológicos y de otro tipo sobre nuestros modos de vida. El cambio climático también modificará la frecuencia de las enfermedades infecciosas.<sup>1</sup>

El ser humano sabe desde mucho antes de que se descubriera el papel de los agentes infecciosos, a finales del siglo XIX, que las condiciones climáticas afectan a las enfermedades epidémicas. Los aristócratas romanos se retiraban en verano a casas de campo en las colinas para evitar la malaria. Los habitantes del sur de Asia descubrieron pronto que, en pleno verano, las comidas fuertemente sazonadas con curry producían menos diarreas.

Los agentes infecciosos varían mucho en tamaño, tipo y modo de transmisión. Existen virus, bacterias, protozoos y parásitos pluricelulares. Estos microorganismos que causan "antroponosis" han experimentado una adaptación evolutiva a la especie humana como hospedador primario y generalmente exclusivo. En cambio, las especies no humanas son el reservorio natural de los agentes infecciosos que causan "zoonosis" (figura 6.1). Hay antroponosis (como la tuberculosis, el VIH/SIDA y el sarampión) y zoonosis (como la rabia) de contagio directo, y antroponosis (como la malaria, el dengue y la fiebre amarilla) y zoonosis (como la peste bubónica y la enfermedad de Lyme) transmitidas indirectamente por vectores.

### *Enfermedades transmitidas por vectores o por el agua*

En la transmisión de enfermedades por vectores intervienen los siguientes factores importantes: (i) la supervivencia y la reproducción del vector, (ii) su tasa de picadura y (iii) la

Figure 6.1: Cuatro tipos principales de ciclos de transmisión de infecciones (ref. 5)

### Antroponosis

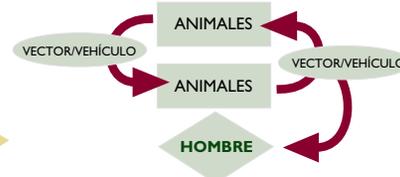
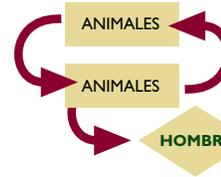
#### Transmisión directa



#### Transmisión indirecta



### Zoonosis



tasa de incubación de microorganismos patógenos en su interior. Tanto los vectores como los microorganismos patógenos y los hospedadores sobreviven y se reproducen en un intervalo de condiciones climáticas óptimas: las principales son la temperatura y la precipitación, aunque también son importantes la altitud sobre el nivel del mar, el viento y la duración de la luz diurna.

La exposición humana a las infecciones transmitidas por el agua se produce por el contacto con agua de bebida, agua para usos recreativos o alimentos contaminados. La contaminación puede deberse a acciones humanas, como el vertido incorrecto de aguas residuales, o a fenómenos meteorológicos. Las precipitaciones pueden influir en el transporte y la propagación de agentes infecciosos, y la temperatura afecta a su desarrollo y supervivencia.

### Relaciones observadas y previstas entre el clima y las enfermedades infecciosas

Existen tres categorías de investigaciones sobre las relaciones entre las condiciones climáticas y la transmisión de enfermedades infecciosas. En la primera se analizan las pruebas científicas de asociaciones entre la variabilidad climática y la frecuencia de enfermedades infecciosas en el pasado reciente. En la segunda se estudian los indicadores tempranos de repercusiones del cambio climático a largo plazo que empiezan ya a manifestarse en las enfermedades infecciosas. En la tercera se utilizan las pruebas de las dos anteriores para crear modelos predictivos con los que estimar la carga futura de morbilidad infecciosa en escenarios proyectados de cambio climático.

### *Pruebas históricas*

Hay muchas pruebas científicas de la relación existente entre las condiciones climáticas y las

enfermedades infecciosas. La malaria es un gran problema de salud pública y probablemente sea la enfermedad transmitida por vectores más sensible al cambio climático a largo plazo. En las zonas de gran endemia, su frecuencia varía con las estaciones. La relación entre la malaria y los fenómenos climáticos extremos es objeto de estudio desde hace tiempo en la India, por ejemplo. A principios

del siglo pasado, la región del Punjab, irrigada con aguas fluviales, experimentó epidemias periódicas de malaria. Las excesivas precipitaciones monzónicas y el alto grado de humedad se identificaron pronto como unos de los factores más importantes, que favorecen la multiplicación y la supervivencia del mosquito. Análisis recientes han demostrado que el riesgo de epidemia

de malaria es unas cinco veces mayor el año siguiente a un episodio de El Niño.<sup>2</sup>

#### *Repercusiones tempranas del cambio climático*

Comprenden varias enfermedades infecciosas, efectos de las temperaturas extremas en la salud, e impactos de los fenómenos climáticos y meteorológicos extremos (descritos en el capítulo 5).

#### *Modelización predictiva*

Los principales tipos de modelos utilizados para predecir la influencia del clima en las enfermedades infecciosas son los modelos estadísticos, los basados en procesos y los de paisaje.<sup>3</sup> Estos tres tipos de modelos responden a preguntas algo distintas.

Los modelos estadísticos requieren, en primer lugar, que se calcule una relación estadística (empírica) entre la actual distribución geográfica de la enfermedad y las actuales condiciones climáticas de la zona. Esto describe la influencia del clima en la distribución real de la enfermedad, según los niveles existentes de intervención humana (lucha contra enfermedades, gestión ambiental, etc.). Se aplica luego esta ecuación estadística a escenarios climáticos futuros para estimar la futura distribución real de la enfermedad, suponiendo que los niveles de intervención humana en cualquier zona climática particular no cambiarán.

Los modelos basados en procesos (matemáticos) utilizan ecuaciones que

expresan las relaciones científicamente documentadas entre variables climáticas y parámetros biológicos (por ejemplo, la reproducción de los vectores, su supervivencia y su tasa de picadura, así como la tasa de incubación de parásitos). En sus formas más sencillas, estos modelos expresan mediante un conjunto de ecuaciones cómo afectaría una configuración determinada de variables climáticas a la biología de vectores y parásitos y, por consiguiente, a la transmisión de enfermedades.

Dado que el clima afecta también a los hábitats, otra modelización útil es la basada en el paisaje. Consiste en combinar los modelos basados en el clima, descritos anteriormente, con métodos de análisis espacial en rápido desarrollo, para estudiar los efectos de los factores climáticos y de otros factores ambientales (por ejemplo, los distintos tipos de vegetación, medidos a menudo, en la fase de desarrollo del modelo, mediante sensores remotos o situados en el suelo).

#### **Conclusiones**

Es probable que una de las consecuencias importantes del cambio climático sea la modificación de los patrones de transmisión de las enfermedades infecciosas. Necesitamos conocer mejor las complejas relaciones causales de fondo y aplicar esta información a la predicción de repercusiones, utilizando para ello modelos más completos, mejor validados e integrados.

Table 6.1: Ejemplos de la forma en que diversos cambios medioambientales afectan a la frecuencia de varias enfermedades infecciosas en el hombre (ref. 5)

Cambios medioambientales	Ejemplos de enfermedades	Mecanismo del efecto
Diques, canales, regadío	Esquistosomiasis	▲ Hábitat de los caracoles huéspedes, contacto humano
	Malaria	▲ Sitios de reproducción de mosquitos
	Helmintiasis	▲ Contacto con larvas en suelos húmedos
	Oncocercosis	▼ Reproducción de simúlidos ▼ enfermedad
Intensificación de la agricultura	Paludismo	Insecticidas para cultivos y ▲ resistencia de vectores
	Fiebre hemorrágica de Venezuela	▲ Abundancia de roedores, contacto
Urbanización, hacinamiento urbano	Cólera	▼ Saneamiento, higiene; ▲ contaminación hídrica
	Dengue	Desechos que acumulan agua, lugares de reproducción del ▲ mosquito <i>Aedes aegypti</i>
	Leishmaniasis cutánea	▲ Proximidad, simúlidos vectores
Deforestación y nuevas viviendas	Paludismo	▲ Lugares de reproducción y vectores, inmigración de personas susceptibles
	Oropouche	▲ Contacto, reproducción de vectores
	Leishmaniasis visceral	▲ Contacto con simúlidos vectores
Reforestación	Enfermedad de Lyme	▲ Garrapatas huéspedes, exposición en el exterior
Calentamiento de los océanos	Marea roja	▲ Proliferación súbita de algas tóxicas
Precipitaciones abundantes	Fiebre del valle del Rift	▲ Charcas para la reproducción de mosquitos
	Síndrome respiratorio por hantavirus	▲ Alimentos de roedores, hábitat, abundancia

▲ aumento ▼ disminución

# 7

## ¿Qué carga de morbilidad causaría el cambio climático?

Para fundamentar las políticas es preciso estimar la magnitud aproximada de las repercusiones del cambio climático en la salud. Esto permitirá prever cuáles serán más importantes y en qué regiones, y qué proporción de la carga de morbilidad atribuible al clima podría evitarse reduciendo las emisiones, y además orientará las estrategias de protección de la salud.

Como parte de un proyecto global de la Organización Mundial de la Salud, se ha estimado recientemente la carga mundial de morbilidad atribuible al cambio climático.<sup>1</sup> El objetivo del proyecto es cuantificar las cargas de morbilidad atribuibles a 26 factores de riesgo ambientales, laborales, comportamentales y de modos de vida en el año 2000 y en determinados momentos futuros, hasta 2030.

### Cargas de morbilidad e indicadores sintéticos de salud poblacional

La carga de morbilidad comprende el número total de casos de enfermedad o muerte prematura en la población. Para comparar las fracciones de carga de morbilidad atribuibles a varios factores de riesgo es preciso, en primer lugar, conocer la gravedad (discapacidad) y la duración del déficit de salud, y en segundo lugar, utilizar unidades normalizadas de déficit de salud. Una unidad muy utilizada, los años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD<sup>2</sup>), resulta de sumar:

- los años de vida perdidos por muertes prematuras (AVP);
- los años de vida vividos con discapacidad (AVD).

Los AVP se deducen de la edad en el momento del fallecimiento. Los AVD tienen en cuenta la duración de la enfermedad, la edad de comienzo y una ponderación de la discapacidad que refleja la gravedad de la enfermedad.

Para comparar las cargas atribuibles de factores de riesgo dispares necesitamos saber: (i) la carga de morbilidad basal en ausencia del factor de riesgo concreto; (ii) el aumento estimado del riesgo de enfermedad o muerte por incremento unitario de la exposición al factor de riesgo ("riesgo relativo"), y (iii) la distribución poblacional de la exposición, tanto la actual como la que se estima para el futuro. La carga evitable se calcula comparando las proyecciones de carga de morbilidad en diversos escenarios de exposición.

Se han estimado las cargas de morbilidad de cinco regiones

geográficas (figura 7.1), así como la carga de morbilidad atribuible para el año 2000. Se han calculado también para los años 2010, 2020 y 2030 los riesgos relativos de cada resultado sanitario relacionado con el clima según cada escenario de cambio climático, comparándolos con la situación en ausencia de dicho cambio.<sup>3</sup> El escenario de partida es 1990 (último año del periodo 1961-1990, utilizado como referencia por la Organización Meteorológica Mundial y el IPCC).

Los escenarios futuros de exposición suponen los siguientes niveles previstos de emisión de GEI:

Figure 7.1 Impactos estimados del cambio climático en el año 2000, por regiones

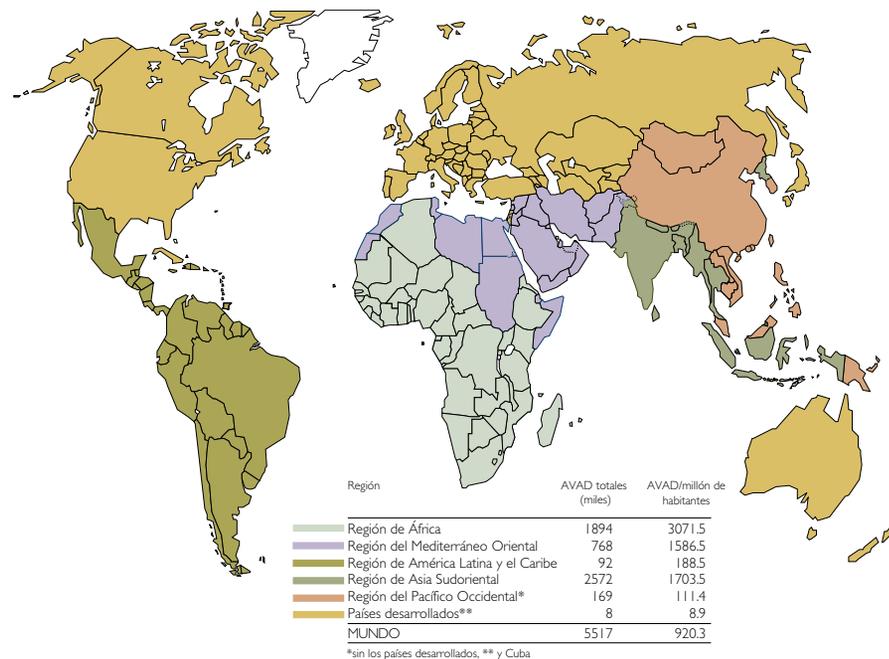


Table 7.1. Resultados de salud considerados en este análisis

Tipo de resultado	Resultado	Incidencia/prevalencia
Enfermedades transmitidas por los alimentos y el agua	Episodios de diarrea	Incidencia
Enfermedades transmitidas por vectores	Casos de paludismo	Incidencia
Catástrofes naturales*	Traumatismos mortales no intencionales	Incidencia
Riesgo de malnutrición	No se dispone del aporte diario recomendado de calorías	Prevalencia

\*Todos los impactos de las catástrofes naturales se atribuyen por separado a inundaciones costeras e inundaciones de interior/deslizamientos de tierras

1. Tendencias de emisiones no mitigadas (próximo al escenario "IS92a" del IPCC).
  2. Reducción de las emisiones, con estabilización en 750 ppm de equivalente CO<sup>2</sup> para el año 2210 (s750).
  3. Reducción más rápida de las emisiones, con estabilización en 550 ppm de equivalente CO<sup>2</sup> para el año 2170 (s550).
- modificaciones en la transmisión de otras enfermedades infecciosas;
  - efectos sobre la producción de alimentos, por la influencia del clima en las plagas y las enfermedades vegetales;
  - sequías y hambrunas;
  - desplazamientos demográficos por catástrofes naturales, cosechas perdidas o falta de agua;
  - destrucción de las infraestructuras sanitarias en catástrofes naturales;
  - conflictos por recursos naturales;
  - repercusiones directas del frío y el calor (morbilidad).

Se han analizado todos los modelos publicados de forma independiente que relacionan el cambio climático con estimaciones cuantitativas y mundiales de las repercusiones en la salud (directas o indirectas, como la producción de alimentos). En los casos en los que no existen modelos mundiales se han extrapolado proyecciones locales o regionales. Los modelos se han seleccionado según su validez, previamente evaluada. Los riesgos relativos de los años

### Resultados sanitarios evaluados

Se abordan aquí sólo algunos de los resultados sanitarios asociados al cambio climático (tabla 7.1), cuya selección se basó en los criterios siguientes: (a) sensibilidad a la variación climática, (b) importancia futura prevista y (c) disponibilidad o viabilidad de modelos mundiales cuantitativos.

Otras repercusiones probables en la salud que actualmente no es posible cuantificar son las debidas a:

- cambios en la contaminación atmosférica y las concentraciones de aeroalergenos;

comprendidos entre un escenario y otro se estimaron por interpolación lineal.

### Resumen de los resultados

El cambio climático afectará al perfil de mortalidad por exposición a temperaturas altas o bajas, pero no es posible cuantificar el efecto sobre la carga de morbilidad real, porque ignoramos en qué medida los fallecimientos ocurridos en situaciones de temperaturas extremas se producen en personas enfermas o frágiles que, de todos modos, hubiesen muerto en breve plazo. En algunas regiones, el riesgo de diarrea estimado para el año 2030 es un 10% mayor que en ausencia de cambio climático; la estimación conlleva incertidumbre, porque son pocos los estudios que han descrito en concreto esta relación exposición-respuesta.

Las estimaciones de los efectos sobre la malnutrición varían mucho de unas regiones a otras. Para el año 2030, los riesgos relativos en caso de emisiones no mitigadas, comparados con los de un escenario sin cambio climático, oscilan entre un incremento significativo en la región de Asia Sudoriental y un pequeño descenso en el Pacífico Occidental. En conjunto, aunque algo inestables debido a la variación regional de las precipitaciones, las estimaciones de cambios del riesgo se refieren a una importante carga de morbilidad existente que afecta a gran número de personas.

Las variaciones proporcionales estimadas en las cifras de personas muertas o lesionadas a consecuencia de inundaciones costeras son amplias, aunque se refieren a cargas absolutas bajas. En cuanto a las inundaciones en el interior, se prevé que su impacto aumente en proporción similar y que, en general, provoquen mayores incrementos inmediatos de la carga de morbilidad. Estos incrementos proporcionales son similares en las regiones desarrolladas y las regiones en desarrollo, pero las tasas de partida son muy superiores en estas últimas.

Se prevén cambios en diversas enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, sobre todo en la malaria en regiones limítrofes con zonas actualmente endémicas. En éstas los cambios serán menos acentuados. La mayoría de las regiones templadas seguirán siendo poco favorables para la transmisión, ya sea porque el clima siga resultando inadecuado (como en la mayor parte de Europa) o porque probablemente las condiciones socioeconómicas no propicien la reinvasión de vectores (como en el sur de los Estados Unidos).

La aplicación de estos modelos a las actuales cargas de morbilidad indica que, si nuestro conocimiento de las relaciones generales entre el clima y las enfermedades es realista, el cambio climático puede estar ya afectando a la salud humana.

# 8

## Agotamiento del ozono estratosférico, radiación ultravioleta y salud

En sentido estricto, el agotamiento del ozono estratosférico no forma parte del "cambio climático global", que se produce en la troposfera, pero se han descrito recientemente varias interacciones entre el agotamiento del ozono y el calentamiento inducido por gases de efecto invernadero.

Cien años atrás, los científicos se habrían mostrado incrédulos ante la posibilidad de que, a finales del siglo XX, la humanidad estuviera alterando la estratosfera. Sin embargo, sorprende comprobar que, en los últimos tiempos, el ozono estratosférico ha empezado a agotarse como consecuencia de las actividades humanas, después de 8000 generaciones de Homo sapiens.

El ozono estratosférico absorbe gran parte de la radiación ultravioleta (RUV) procedente del sol, en particular la RUV, de menor longitud de onda, que es la más nociva desde el punto de vista biológico. Sabemos ahora que diversas sustancias químicas halogenadas, como los clorofluorocarburos (CFC, utilizados en la refrigeración y el aislamiento, y como propelentes de aerosoles) y el bromuro de metilo, que son inertes a la temperatura de la superficie terrestre, reaccionan con el ozono en la estratosfera polar, extremadamente fría. Esta descomposición del ozono se produce sobre todo a finales del invierno y principios de la primavera.

Durante las décadas de 1980 y 1990, en las latitudes medias del hemisferio norte (como Europa), la concentración anual media de ozono descendió aproximadamente un 4% por década: en las regiones meridionales de Australia, Nueva Zelanda, Argentina y Sudáfrica, la cifra se acercaba al 6-7%. Sigue siendo técnicamente complejo estimar las variaciones resultantes de la radiación ultravioleta real a nivel del

suelo. Sin embargo, se prevé que las exposiciones en las latitudes medias del hemisferio norte, por ejemplo, alcanzarán valores máximos en torno al 2020, con un incremento estimado del 10% de la radiación ultravioleta efectiva en comparación con los niveles de los ochenta.<sup>1</sup>

A mediados de la década de 1980, los gobiernos reconocieron el peligro emergente que representaba el agotamiento de la capa de ozono. Se aprobó el Protocolo de Montreal de 1987, ampliamente ratificado, y se inició la retirada de los principales gases destructores de la capa de ozono. En 1990, las condiciones del protocolo se endurecieron. Los científicos prevén una recuperación lenta, pero casi completa, del ozono estratosférico para mediados del siglo XXI.

### Principales tipos de repercusiones en la salud

En la tabla 8.1 se muestran los diversos tipos de repercusiones demostradas o posibles del agotamiento del ozono estratosférico en la salud. Muchos estudios epidemiológicos han implicado a la radiación solar en los cánceres de piel (melanomas y de otros tipos) de las personas de piel clara.<sup>2</sup> En evaluaciones recientes, el PNUMA prevé un aumento de la incidencia de estos cánceres y de la intensidad de las quemaduras solares debido al agotamiento del ozono estratosférico<sup>1</sup> durante al menos la primera mitad del siglo XXI (estimación sujeta a cambios en los comportamientos

individuales).

Table 8.1 Resumen de los posibles efectos de la radiación solar ultravioleta en la salud humana

#### Efectos cutáneos

- Melanoma maligno
- Cáncer de piel no melanocítico: carcinoma basocelular, carcinoma escamocelular
- Quemaduras solares
- Dermatitis solar crónica
- Fotodermatitis

#### Efectos oculares

- Queratitis y conjuntivitis actínica aguda
- Degeneración esferoidal de la córnea
- Pterigio
- Cáncer de córnea y conjuntiva
- Opacidad del cristalino (catarata): cortical, subcapsular posterior
- Melanoma uveal
- Retinopatía actínica aguda
- Degeneración macular

#### Efectos sobre la inmunidad y las infecciones

- Supresión de la inmunidad celular
- Mayor susceptibilidad a las infecciones

- Menor eficacia de la inmunización preventiva
- Activación de infecciones víricas latentes

#### Otros efectos

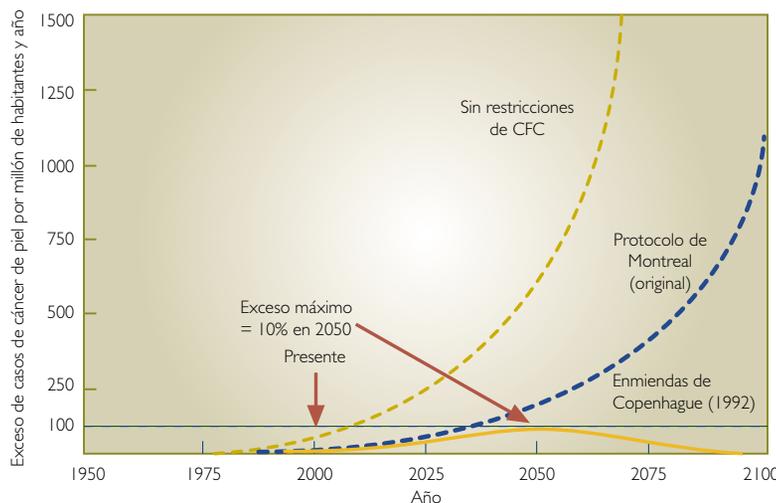
- Producción cutánea de vitamina D:
  - prevención del raquitismo, la osteomalacia y la osteoporosis;
  - posible efecto beneficioso en la hipertensión, las cardiopatías isquémicas y la tuberculosis;
  - posible disminución del riesgo de esquizofrenia, cáncer de mama o cáncer de próstata;
  - posible prevención de la diabetes de tipo I.
- Alteración del bienestar general:
  - ciclos de sueño-vigilia;
  - trastorno afectivo estacional;
  - estado de ánimo.

#### Efectos indirectos

- Efectos sobre el clima, el abastecimiento de alimentos, los vectores de enfermedades infecciosas, la contaminación atmosférica, etc.

Los grupos más vulnerables al cáncer de piel son las personas de raza blanca, en particular las de ascendencia céltica que viven en zonas con altos niveles de RUV ambiental. Además, los cambios comportamentales de base cultural, como los baños de sol y el bronceado,

Figure 8.1. Estimaciones del agotamiento del ozono y de la incidencia de cáncer de piel para analizar los logros del Protocolo de Montreal. (Fuente: adaptado de la referencia 6)



han conducido a una exposición mucho mayor a la RUV. El considerable aumento de los cánceres de piel en las poblaciones occidentales durante los últimos decenios refleja fundamentalmente el efecto conjunto de la procedencia, las migraciones posteriores, la vulnerabilidad geográfica y los comportamientos modernos.

Los científicos prevén que el efecto combinado del reciente inicio del agotamiento del ozono estratosférico y su continuación a lo largo de los próximos diez o veinte años incrementa la incidencia de cáncer de piel en las poblaciones de piel clara que vivan en latitudes medias o altas (por acumulación de la exposición adicional a la RUV-B).<sup>3</sup> La modelización de los futuros niveles de ozono y exposiciones a la RUV arroja

la estimación de que la incidencia total de cáncer de piel de una población "europea" que viva aproximadamente a 45 grados de latitud norte aumentará en torno a un 5% para el año 2050. En la población estadounidense se estima un aumento de alrededor del 10% para esa misma fecha. Los estudios de laboratorio demuestran que la exposición a la RUV, y en particular a la RUV-B, provoca la opacificación del cristalino en diversas especies de mamíferos. Las pruebas epidemiológicas del papel de la RUV en las opacidades del cristalino humano son dispares. Las cataratas son más frecuentes en algunos (pero no en todos) los países con altos niveles de RUV.

En el ser humano y en los animales de experimentación, la exposición a la RUV, incluida la que se halla dentro

de los límites ambientales, provoca una inmunosupresión tanto localizada como de todo el organismo,<sup>4</sup> que puede afectar al perfil de las enfermedades infecciosas, a la frecuencia y evolución de diversas enfermedades autoinmunes y, con menor certeza, a la eficacia de las vacunas.<sup>5</sup>

Por último, debe considerarse una dimensión ecológica más amplia. La radiación ultravioleta altera la química molecular de la fotosíntesis tanto en la tierra (plantas terrestres) como en el mar (fitoplancton). Esto podría afectar a la producción mundial de alimentos, aunque sea en pequeña medida, y contribuir así a los problemas nutricionales y de salud que aquejan a las poblaciones con inseguridad alimentaria. Sin embargo, hasta el momento se dispone de pocos datos sobre esta repercusión menos directa.

#### Conclusiones

Animar a la población a evitar totalmente el sol (con la idea conexas de que la radiación solar es una exposición "tóxica") es una respuesta simplista a los peligros de una mayor exposición a la RUV a nivel del suelo por agotamiento del ozono estratosférico, y debería descartarse. Cualquier mensaje de salud pública relativo a la exposición individual a la RUV debería tener en cuenta tanto los beneficios como los efectos adversos. Sin embargo, debemos estar atentos al potencial incremento de algunos riesgos concretos para la salud debidos al agotamiento del ozono estratosférico.

# 9 Evaluaciones nacionales de los impactos del cambio climático en la salud

Aun siendo aproximadas, las estimaciones de los posibles impactos del cambio climático en la salud son una información esencial para discutir las políticas en materia de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de adaptación social al cambio climático. Las sociedades deben responder, pese a las inevitables incertidumbres. Así, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992) asigna a los gobiernos nacionales la responsabilidad de evaluar formalmente el riesgo que el cambio climático global entraña para la salud de sus poblaciones respectivas.

La evaluación de impactos en la salud (EIS) se ha definido como "una combinación de procedimientos, métodos e instrumentos que permiten juzgar los posibles efectos de una política, un proyecto o un peligro en la salud de una población y su distribución en ésta."<sup>1</sup> Pese a los recientes avances en los métodos de evaluación de impactos en la salud, queda por lograr su integración satisfactoria en el proceso principal de elaboración de políticas. Además, las evaluaciones se refieren generalmente a repercusiones en la salud durante los próximos 10 a 20 años (por ejemplo debidas a las tasas actuales de tabaquismo, los niveles de obesidad o el envejecimiento de la población), no a la escala cronológica de 50-100 años apropiada para las proyecciones sobre el cambio climático. Se precisan, pues, evaluaciones de impactos que se basen en escenarios e incorporen y comuniquen un mayor grado de

certidumbre. En la figura 9.1 se muestran las etapas para evaluar las repercusiones del cambio climático y las medidas de adaptación.

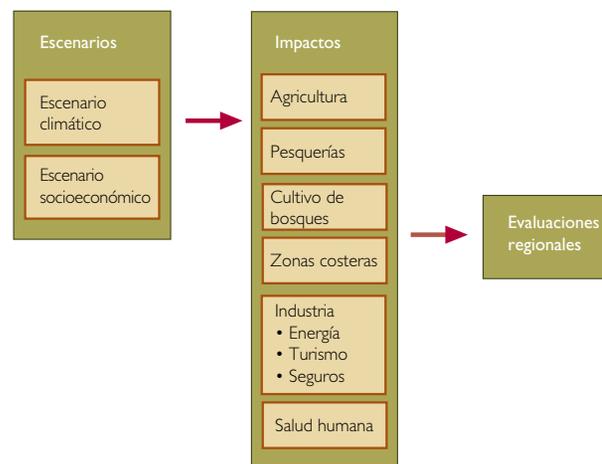
Se han emprendido diversos tipos de evaluaciones del impacto sanitario a nivel nacional. Una evaluación básica identifica los tipos de impactos posibles, pero no aporta mucha información sobre su magnitud. En cambio, se están realizando evaluaciones integrales que cuentan con abundante financiación y apoyo. Por ejemplo, en la evaluación estadounidense, publicada en 2000, la salud de la población fue uno de los cinco sectores incluidos en las 16 evaluaciones regionales detalladas y en la general. Intervinieron las partes interesadas y se llevaron a cabo consultas exhaustivas y revisiones por expertos.<sup>3</sup> En el recuadro se muestran más datos comparativos de dos evaluaciones nacionales.

Los Estados Unidos, el Canadá, el Reino Unido y Portugal han efectuado amplias evaluaciones multisectoriales. En los países en desarrollo sólo se han llevado a cabo bajo los auspicios de iniciativas para el fortalecimiento de la capacidad financiadas por donantes. (Puede que se hayan realizado otras evaluaciones subnacionales o locales de las posibles repercusiones del cambio climático en la salud, pero si es así los estudios permanecen en la sombra desde el punto de vista bibliográfico, inaccesibles al gran público.) Los resultados sanitarios citados se refieren a las probables repercusiones en la salud notificadas para ese país en particular. Por lo general no se indica el grado de incertidumbre de estas estimaciones. Se ha trabajado mucho en las enfermedades transmitidas por vectores, en particular la malaria. No se han estudiado tan a fondo otras posibles repercusiones de mayor entidad, como las debidas a catástrofes meteorológicas.

De estas experiencias pueden extraerse varias conclusiones:

- Deben ser las prioridades de las regiones y los países las que orienten las evaluaciones, para determinar qué impactos en la salud van a abordarse. Ningún conjunto de directrices abarca, por sí solo, todas las situaciones sanitarias e institucionales.
- Las EIS son un instrumento de las políticas, por lo que el proceso real de su elaboración es muy importante, en particular la intervención de las partes interesadas.

Figure 9.1. Etapas en la evaluación del impacto del cambio climático y de la adaptación (ref. 2)



## Recuadro. Comparación de las evaluaciones: Reino Unido y Fiji

La evaluación del Reino Unido se centró en obtener resultados cuantitativos para los resultados sanitarios que se indican a continuación,<sup>4</sup> referidos a tres periodos y cuatro escenarios climáticos:

- Fallecimientos e ingresos hospitalarios relacionados con el calor y con el frío
- Casos de intoxicaciones alimentarias
- Cambios en la distribución de la malaria por *Plasmodium falciparum* (mundial) y la encefalitis transmitida por garrapatas (Europa), y en la transmisión estacional de la malaria por *P. vivax* (Reino Unido)
- Casos de cáncer de piel debidos al agotamiento del ozono estratosférico

Se admitió la amplia incertidumbre que acompaña a estas estimaciones. La principal conclusión del informe fue el impacto que tendrá la mayor frecuencia de inundaciones fluviales y costeras y de fuertes temporales invernales. El informe también abordó claramente la cuestión del balance entre los posibles beneficios y efectos adversos del cambio climático: el descenso de los fallecimientos invernales debido a inviernos más suaves sería muy superior al incremento de los fallecimientos por el calor. Asimismo, se prevé que el cambio climático reduzca la morbimortalidad asociada a la contaminación atmosférica, excepto la debida al ozono troposférico, que se formará más fácilmente a temperaturas más elevadas.

La evaluación llevada a cabo en Fiji abordó el impacto sobre la salud en el contexto de los actuales servicios de atención sanitaria. En el país, las principales preocupaciones son el dengue (epidemia reciente en 1998) y las enfermedades diarreicas y nutricionales. En las islas no hay malaria y, pese al clima favorable, no se ha establecido una población de mosquitos anofelinos vectores. Por tanto, se consideró que el riesgo de penetración y afianzamiento de la malaria u otras enfermedades transmitidas por mosquitos debido al cambio climático era muy bajo. Es probable que las temperaturas más elevadas incrementen la frecuencia de filariasis, una importante enfermedad de las islas transmitida por vectores. La distribución del vector (*Aedes polynesiensis*) puede también verse afectada por la subida del nivel del mar, ya que se reproduce en aguas salobres. Se incorporó un modelo de la transmisión del dengue a un modelo de impactos climáticos desarrollado para las islas del Pacífico (PACCLIM). La modelización indica que, en Fiji, el cambio climático puede ampliar la estación de transmisión y la distribución geográfica.

Es probable que el alza de las temperaturas y la alteración del régimen de lluvias incrementen la frecuencia de enfermedades diarreicas en Fiji, si bien no se presentó ninguna prueba científica de asociación entre las inundaciones o las precipitaciones intensas y los casos de diarrea. La sequía de 1997-1998 (asociada con El Niño) tuvo amplias repercusiones en la salud, como enfermedades diarreicas, malnutrición y deficiencia de micronutrientes en niños y lactantes.<sup>5</sup>

- Las evaluaciones deberían establecer un programa de investigaciones científicas. Casi todas las evaluaciones realizadas hasta la fecha han puesto de manifiesto lagunas en el conocimiento científico, y a menudo especifican preguntas detalladas en este ámbito.
- Las evaluaciones deberían asociarse a actividades de seguimiento, como informes de vigilancia y actualización.

La redacción de unas directrices formales para evaluar los impactos en la salud a nivel nacional permitirá mejorar los métodos, introducir cierta normalización y elaborar más fácilmente los indicadores pertinentes. Health Canada ha preparado un marco inicial<sup>6</sup> en el que se propone organizar la evaluación en tres fases:

1. Determinación del alcance: caracterizar el problema del cambio climático (preocupaciones de los grupos vulnerables) y su contexto, describir la situación actual (cargas de morbilidad y riesgos para salud) y determinar cuáles son los colaboradores y las cuestiones de mayor importancia para la evaluación.
2. Evaluación: estimar las repercusiones futuras y la capacidad adaptativa, y evaluar los planes, las políticas y los programas de adaptación.
3. Gestión del riesgo: tomar medidas para minimizar los impactos en la salud, incluidas las evaluaciones de seguimiento.

Este tipo de evaluaciones del impacto en la salud, en relación con los

cambios climaticambientales a gran escala, requiere unas directrices acordadas con el marco principal de EIS de la OMS y otros organismos internacionales. Ayudarían a llevar la discusión de las políticas sobre el cambio climático más allá del ámbito de los impactos ambientales para entrar en el terreno de las repercusiones sociales y de salud pública. Actualmente, en la mayoría de los países, la diferenciación sectorial y las políticas asociadas no facilitan ni impulsan la colaboración entre sectores.

Un inconveniente importante de muchas evaluaciones de impacto del cambio climático en la salud es que abordan superficialmente las capacidades adaptativas de la población y las opciones en materia de políticas. Las estrategias para mejorar la adaptación de la población deberían promover medidas que no sólo sean adecuadas para las condiciones actuales, sino que fortalezcan también la capacidad de identificar y responder a presiones o peligros imprevistos en el futuro. La restauración y mejora de las infraestructuras generales de salud pública reducirá la vulnerabilidad de la población a los impactos del cambio climático en la salud. A largo plazo, y en un sentido más fundamental, es preciso mejorar las condiciones sociales y materiales de vida y reducir las desigualdades dentro de las poblaciones y entre ellas, a fin de lograr una reducción sostenida de la vulnerabilidad a los cambios del medio ambiente mundial.

# 10

## Monitoreo de los efectos del cambio climático en la salud

Es preciso detectar y medir los efectos del cambio climático en la salud para obtener pruebas científicas que respalden las políticas nacionales e internacionales sobre medidas de protección de la salud pública. Éstas comprenden la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Unas pruebas científicas de calidad exigen datos de calidad. El clima varía de manera natural, así como en respuesta a influencias humanas, y a su vez es sólo uno de los muchos determinantes de la salud de la población. Por consiguiente, evaluar los impactos del cambio climático en la salud plantea dificultades. Además, el proceso del cambio climático sólo es detectable al cabo de decenios, y los consiguientes efectos en la salud irán apareciendo con similar lentitud.

El monitoreo consiste en "realizar y analizar mediciones sistemáticas orientadas a detectar cambios en el medio ambiente o la salud de las poblaciones".<sup>1</sup> En muchas investigaciones de salud pública se pueden medir cambios en un efecto definido sobre la salud y atribuir esta tendencia a cambios en un factor de riesgo que actúe directamente. Sin embargo, el monitoreo de los impactos del cambio climático en la salud es más complejo. Hay tres cuestiones fundamentales:

### *(i) Distinguir el "cambio climático" aparente del real*

El clima está siempre fluctuando de manera natural y muchos índices de salud muestran variaciones estacionales e interanuales. La constatación de esta relación no aporta, por sí sola, pruebas científicas directas de que se haya producido un cambio climático; únicamente confirma que estas enfermedades dependen de las estaciones o el clima. Un aumento de los fallecimientos relacionados con el calor en un verano

especialmente caluroso, o incluso en una sucesión de ellos, indica que el cambio climático podría incrementar la mortalidad, pero no demuestra que ésta haya aumentado por el cambio climático. Ello exigiría pruebas científicas de un cambio en las condiciones climáticas "basales", es decir, de que la secuencia de veranos calurosos es excepcional y debida al cambio climático, no a una variación aleatoria.

### *(ii) Atribución*

Dado que el clima es uno de los muchos factores que influyen en la salud, atribuir un cambio observado en la salud de la población a un cambio asociado en el clima no es sencillo. Primero debe considerarse la influencia de cambios concurrentes en otros factores ambientales, sociales o del comportamiento.

### *(iii) Modificación del efecto*

Puede que, a medida que el clima cambie, se produzcan otros cambios que modifiquen la vulnerabilidad de la población a influencias meteorológicas. Por ejemplo, la vulnerabilidad a fenómenos meteorológicos extremos, como inundaciones y tormentas, dependerá de dónde y cómo se hayan construido las viviendas, de qué medidas de protección frente a inundaciones se hayan adoptado, y de cómo se haya modificado el uso de la tierra. Un monitoreo eficaz debe comportar la obtención paralela de datos poblacionales y ambientales, para poder estudiar las posibles influencias modificadoras.

## Principios generales

La selección de las enfermedades y de los lugares objeto de seguimiento debe regirse por los siguientes criterios principales:

- Demostración científica de la sensibilidad al clima: fundada en la observación de efectos de la variación cronológica o geográfica del clima sobre la salud, o bien en pruebas de los efectos del clima sobre los componentes del proceso de transmisión de enfermedades, ya sea sobre el terreno o en el laboratorio.
- Carga significativa para salud pública: el seguimiento debería centrarse preferentemente en las amenazas significativas para la salud pública. Pueden ser enfermedades que en la actualidad son muy prevalentes o muy graves, o que tienen probabilidades de hacerse prevalentes en las condiciones del cambio climático.
- Viabilidad: las consideraciones logísticas son importantes, ya que el monitoreo exige un registro fiable, constante y a largo plazo de los índices relacionados con la salud y otros parámetros ambientales. Para llevarlo a cabo deben seleccionarse los lugares con mayores posibilidades de que se produzca el cambio, pero en los que exista también la capacidad adecuada para efectuar mediciones fiables.

## Datos necesarios y fuentes

Para el monitoreo de los efectos del clima en la salud se requieren los datos siguientes: (i) variables

climáticas, (ii) marcadores de la salud de la población y (iii) otros factores explicativos no climáticos (tabla 10.1). La elección de variables no climáticas dependerá de la enfermedad concreta, pero las principales categorías de factores de confusión o modificadores son:

- La distribución de edades de la población.
- Las tasas de morbilidad, sobre todo de afecciones cardiovasculares y respiratorias y de enfermedades diarreicas.
- El nivel de desarrollo socioeconómico.
- Las condiciones ambientales, como el uso de la tierra, la calidad del aire y la vivienda.

- La calidad de la atención sanitaria.
- Las medidas específicas de control, como los programas de lucha antivectorial.

### Categorías específicas de impactos en la salud: datos necesarios, oportunidades

En muchos países se dispone de series largas y fiables de datos de temperatura y de morbimortalidad para el monitoreo de los efectos de las temperaturas extremas en la salud. Un objetivo importante de las investigaciones debería ser evaluar cómo responde la relación entre temperatura y morbimortalidad a factores individuales, sociales y ambientales. Las bases de datos de fenómenos meteorológicos extremos

(como la EMDAT) pueden ser una fuente clave. Para maximizar su utilidad se necesita una notificación completa y homogénea de los fenómenos meteorológicos extremos en un área geográfica amplia, junto con definiciones normalizadas de los fenómenos y los métodos de atribución. Los actuales datos de monitoreo sólo pueden ofrecer una cuantificación aproximada de la relación entre el clima y la mayor parte de las enfermedades transmitidas por vectores. Para evaluar la contribución de aquél a las tendencias a largo plazo se requieren datos conexos sobre factores como el uso de la tierra, la abundancia de huéspedes y las medidas de intervención.

### Conclusiones

En todas las formas de monitoreo, la interpretación de la evidencia obtenida se verá reforzada por procedimientos de normalización, formación y aseguramiento-control de la calidad. Las más informativas serán las series de larga duración sobre cambios en la salud de la población con respecto a relaciones clima-enfermedad de gradiente pronunciado (es decir, sensibles). La eficacia de este monitoreo se incrementará mediante la colaboración internacional y la integración con las redes de vigilancia ya existentes.

Figure 10.1 Datos necesarios para el monitoreo de los impactos del clima en la salud

	Principales resultados sanitarios	Poblaciones/lugares objeto de monitoreo	Fuentes y métodos para obtener datos sanitarios	Datos meteorológicos	Otras variables
<b>Temperaturas extremas</b>	Mortalidad diaria; ingresos hospitalarios; asistencia a consultorios o servicios de urgencia	Poblaciones urbanas, especialmente en los países en desarrollo	Registros nacionales y subnacionales de defunciones (por ejemplo, datos específicos de ciudades)	Temperatura (min./máx. o media) y humedad diarias	Factores de confusión: gripe y otras infecciones respiratorias; contaminación atmosférica Modificadores: condiciones de la vivienda (como el aire acondicionado en los hogares o los lugares de trabajo), disponibilidad de sistemas de abastecimiento de agua
<b>Fenómenos meteorológicos extremos (inundaciones, fuertes vientos, sequías)</b>	Defunciones atribuidas; ingresos hospitalarios; datos de vigilancia de enfermedades infecciosas; (salud mental); estado nutricional	Todas las regiones	Uso de registros subnacionales de defunciones; registros locales de salud pública	Datos sobre fenómenos meteorológicos: extensión, momento e intensidad	Alteración o contaminación de los suministros de alimentos y agua; perturbación del transporte. Desplazamientos de población Los parámetros anteriores repercutirán indirectamente en la salud
<b>Enfermedades transmitidas por los alimentos y el agua</b>	Morbimortalidad por enfermedades infecciosas	Todas las regiones	Registros de defunciones; declaraciones a los servicios nacionales y subnacionales de vigilancia	Temperatura semanal/diaria; pluviosidad, para las enfermedades transmitidas por el agua	Tendencias a largo plazo presididas por las interacciones huésped-agente (por ejemplo, S. enteritidis en aves de corral) cuyos efectos son difíciles de cuantificar. Los indicadores pueden basarse en el examen de los patrones estacionales
<b>Enfermedades transmitidas por vectores</b>	Poblaciones de vectores; declaraciones de enfermedades; distribuciones temporales y geográficas	Márgenes de distribución geográfica (por ejemplo: cambios con la latitud, la altitud) y temporalidad en zonas endémicas	Encuestas de campo locales; datos de vigilancia sistemática (disponibilidad variable)	Temperatura semanal/diaria, humedad y pluviosidad	Uso de la tierra; configuraciones de superficie de las aguas dulces

# 11

## Adaptación y capacidad adaptativa para reducir los impactos en la salud

Aunque las emisiones de gases de efecto invernadero se reduzcan en un futuro próximo, el clima de la tierra seguirá cambiando, por lo que deben estudiarse estrategias de adaptación para reducir las cargas de morbilidad, las lesiones, las discapacidades y la mortalidad.

El IPCC ha definido los dos términos siguientes, estrechamente relacionados:<sup>1</sup>

*Adaptación:* ajuste de los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos previstos o a sus efectos, gracias al cual se mitigan los daños o se explotan oportunidades beneficiosas.

*Capacidad de adaptación:* capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluidos la variabilidad del clima y los fenómenos extremos) con objeto de mitigar posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias.

El grado en que se vea afectada la salud humana dependerá de: (i) las

exposiciones de las poblaciones al cambio climático y sus consecuencias ambientales, (ii) la sensibilidad de las poblaciones a la exposición y (iii) la capacidad de adaptación de los sistemas y poblaciones afectados (figura 11.1). Así pues, necesitamos comprender cómo se toman las decisiones en materia de adaptación, incluido el papel que desempeñan los individuos, las comunidades, las naciones, las instituciones y el sector privado.

### Adaptación y prevención

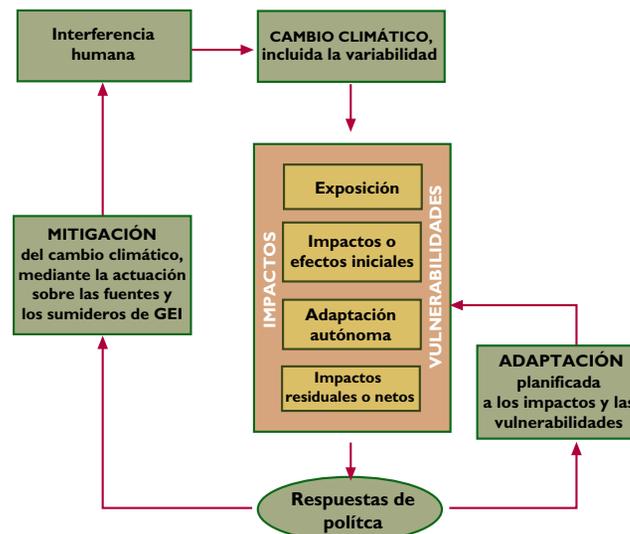
Muchas medidas de adaptación no sólo resultan beneficiosas en lo concerniente al cambio climático. Es frecuente considerar la reconstrucción y el mantenimiento de las infraestructuras de salud pública

como la estrategia adaptativa "más importante, costoeficaz y urgente".<sup>2</sup> Incluye la formación en salud pública, sistemas más eficaces de vigilancia y de respuesta urgente, y programas sostenibles de prevención y control.

Los fenómenos meteorológicos extremos pueden tener repercusiones muy diversas debido a las diferencias en la capacidad de afrontamiento de las poblaciones afectadas. Por ejemplo, se calcula que los ciclones que afectaron a Bangladesh en 1970 y 1991 causaron 300 000 y 139 000 víctimas mortales, respectivamente.<sup>3</sup> Sin embargo, el huracán Andrew, que afectó a los Estados Unidos en 1992, ocasionó 55 fallecimientos (aunque provocó también daños que rondaron los US\$ 30 000 millones). Por tanto, las estrategias de adaptación al clima deben considerarse en relación con características más generales, como el crecimiento de la población, la pobreza, el saneamiento, la atención de salud, la nutrición y la degradación del medio ambiente, que influyen en la vulnerabilidad de la población y en su capacidad para adaptarse.

Las adaptaciones que mejoran la capacidad de afrontamiento de una población pueden proteger tanto frente a la actual variabilidad climática como frente a cambios climáticos futuros. Estas adaptaciones "útiles en todo caso" pueden ser especialmente importantes para los países menos desarrollados que actualmente tienen una escasa capacidad de afrontamiento.

Fig 11.1. Relaciones entre la vulnerabilidad y los impactos (incluidos los riesgos y las oportunidades) y las principales respuestas posibles de la sociedad, es decir, la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y la adaptación. (Fuente: ref. 1)



### Capacidad de adaptación

La capacidad de adaptación se refiere a características tanto reales como potenciales. Comprende, pues, tanto la capacidad de afrontamiento actual como las estrategias que la ampliarán en el futuro. Por ejemplo, el acceso a agua salubre forma parte de la capacidad actual de afrontamiento en los países desarrollados, pero representa la capacidad potencial de adaptación en muchos países menos desarrollados.

Se considera que los sistemas muy gestionados, como la agricultura y los recursos hídricos en los países desarrollados, son más adaptables que los ecosistemas menos gestionados o naturales. Lamentablemente, es frecuente que algunos componentes de los sistemas de salud pública se relajen al remitir una amenaza concreta para la salud. Por ejemplo, la amenaza de las enfermedades infecciosas pareció reducirse hace treinta años debido a los avances en los antibióticos, las vacunas y los plaguicidas. Sin embargo, hoy día asistimos a un resurgimiento general de las enfermedades infecciosas, lo que obliga a reactivar las medidas pertinentes de salud pública.

La capacidad de adaptación de una comunidad está determinada fundamentalmente por la riqueza económica, la tecnología, la información y las capacidades, las infraestructuras, las instituciones y la equidad. Depende también del estado de salud de la población en ese momento y de las cargas de morbilidad preexistentes.

### Recursos económicos

Las naciones ricas son más capaces de adaptarse porque disponen de recursos económicos para invertir y compensar los costos de adaptación. En general, la pobreza aumenta la vulnerabilidad, y vivimos en un mundo en el que aproximadamente una quinta parte de la población vive con menos de US\$ 1 al día.

### Tecnología

El acceso a la tecnología en sectores y entornos clave (como la agricultura, los recursos hídricos, la atención sanitaria o el diseño urbanístico) determina en grado considerable la capacidad de adaptación. Muchas estrategias de adaptación orientadas a proteger la salud se basan en tecnologías que en unos casos están suficientemente probadas, en otros son nuevas y se hallan todavía en proceso de difusión, y en otros están aún en desarrollo para mejorar la capacidad de afrontar el cambio climático.

Es preciso evaluar anticipadamente los riesgos que las adaptaciones tecnológicas propuestas entrañan para la salud. Por ejemplo, un mayor uso del aire acondicionado protegería frente a los efectos perjudiciales del calor, pero podría aumentar las emisiones de gases del efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos. Las "defensas" costeras mal diseñadas pueden incrementar la vulnerabilidad a las olas de marea si engendran una falsa seguridad y favorecen los asentamientos costeros bajos.

### Información y capacidades

En general, los países con más "capital humano" o conocimientos poseen mayor capacidad de adaptación.<sup>1</sup> El analfabetismo aumenta la vulnerabilidad de la población a muchos problemas.<sup>4</sup> Los sistemas sanitarios necesitan mucha mano de obra y exigen que sea cualificada y experimentada, incluidas las personas formadas en el manejo, el control de la calidad y el mantenimiento de las infraestructuras de salud pública.<sup>5</sup>

### Infraestructuras

Las infraestructuras diseñadas específicamente para reducir la vulnerabilidad a la variabilidad del clima (como las estructuras de contención de inundaciones, el aire acondicionado y el aislamiento de edificios) y las generales de salud pública (como las instalaciones de saneamiento, los sistemas de tratamiento de las aguas residuales o los edificios de laboratorios) incrementan la capacidad de adaptación. Sin embargo, las infraestructuras (sobre todo si son inmuebles) pueden verse afectadas por el clima, y en particular por fenómenos extremos como inundaciones y huracanes.

### Instituciones

Los países con estructuras institucionales débiles tienen una capacidad de adaptación menor que los que disponen de instituciones consolidadas.<sup>1</sup> Por ejemplo, las deficiencias institucionales y de gestión contribuyen a la vulnerabilidad de Bangladesh al cambio climático.

La colaboración entre el sector público y el privado puede incrementar la capacidad de adaptación. Por ejemplo, la Operación Medicamentos Antipalúdicos, iniciativa conjunta publicoprivada para el desarrollo de antipalúdicos, está preparando nuevos productos destinados a los países en desarrollo.

### Equidad

Es probable que la capacidad de adaptación sea mayor cuando el acceso a los recursos en una comunidad, una nación o el mundo esté distribuido equitativamente.<sup>6</sup> Las poblaciones marginales y con pocos medios carecen de recursos adaptativos. El acceso universal a servicios de calidad es fundamental para la salud pública, pero todavía son muchas las personas que no disponen de atención sanitaria. El conjunto de los países en desarrollo, con un 10% de los recursos sanitarios mundiales, soporta el 90% de la carga de morbilidad.<sup>5</sup>

### Conclusiones

Se adopten o no acciones para mitigar el cambio climático, harán falta estrategias de adaptación orientadas a proteger la salud pública. Fortalecer la capacidad es un paso preparatorio fundamental. La adaptación al cambio climático exigirá más que recursos económicos, tecnología e infraestructuras de salud pública; también será preciso instruir, concienciar y crear marcos jurídicos, instituciones y un entorno que permita adoptar decisiones sostenibles, duraderas y bien fundamentadas.

# 12

## De la ciencia a las políticas: articulación de respuestas al cambio climático

En materia de políticas, las decisiones están regidas por varios principios basados en criterios de equidad, eficiencia y viabilidad política. También pueden ser válidos los criterios éticos de salud pública: respeto a la autonomía, no maleficencia (no hacer daño), justicia y beneficencia (hacer el bien).

Para tomar decisiones fundamentadas sobre el cambio climático, los responsables de políticas necesitan información oportuna y útil sobre sus posibles consecuencias, la forma en que las personas las perciben, las posibilidades de adaptación y las ventajas de ralentizar el cambio climático.<sup>1</sup> Para los investigadores el reto consiste en proporcionar esa información.

Una vez que los responsables de políticas han recibido dicha información procedente de la comunidad científica encargada de evaluar los impactos, deben integrarla en un repertorio de políticas más generales. Las posibles respuestas comprenden acciones para mitigar las emisiones de gases efecto invernadero con el fin de ralentizar el cambio climático, medidas de adaptación a un clima en proceso de cambio para incrementar la resistencia de la sociedad a las modificaciones que se avecinan, actividades para concienciar a la población del problema del cambio climático, inversiones en sistemas de monitoreo y vigilancia, e inversiones en investigación para reducir las incertidumbres clave que atañen a las políticas.

Sin embargo, el cambio climático no debería analizarse separadamente de otras presiones ambientales a escala mundial. Además, los responsables de políticas se ocupan generalmente de muchos objetivos sociales (como la eliminación de la pobreza, la promoción del crecimiento económico o la protección de los

recursos culturales), mientras la competencia entre los deseos de las partes interesadas complica la asignación de unos recursos escasos. El cambio climático debería considerarse, por tanto, como parte de un reto más amplio: el del desarrollo sostenible.

Los gestores de riesgos deben hacer uso de la información proporcionada por la comunidad científica y adoptar decisiones, pese a las incertidumbres científicas. Las evaluaciones centradas en políticas analizan la mejor información científica y socioeconómica disponible para responder a las preguntas de los gestores de riesgos. Identifican las incertidumbres científicas, las cuantifican en la medida de lo posible y explican las posibles implicaciones de las incertidumbres en los resultados que interesan a los responsables de la toma de decisiones. En último término, corresponde a la sociedad decidir si un riesgo percibido justifica las acciones, pero la incertidumbre científica, por sí sola, no disculpa la demora ni la inacción.

### Criterios para la toma de decisiones

Existen muchos criterios distintos para adoptar decisiones de política en torno al cambio climático. Dos criterios decisionales de los que se habla a menudo son el "principio de precaución" y el análisis de "beneficios-costos".

El principio de precaución es un principio de gestión de riesgos que se

aplica cuando existe un riesgo potencialmente grave, pero también una incertidumbre científica significativa.<sup>2</sup> Permite considerar inaceptables ciertos riesgos no porque sea muy probable que ocurran, sino porque sus consecuencias pueden ser graves o irreversibles. Quedó plasmado en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo como el Principio 15, que reza: "Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente."

Otro criterio muy utilizado es el de "costo-beneficio", que sopesa los beneficios y los costos previstos de una acción propuesta. Surgen interrogantes sobre la manera de medir los beneficios y costos y de compararlos entre las distintas sociedades. El criterio de beneficios y costos presta especial atención al uso eficiente de recursos escasos, pero no aborda el problema de la equidad. Tampoco trata adecuadamente las consecuencias que se manifiestan en el futuro y que por tanto, por convención económica, a menudo se descuentan. El cambio climático puede tener en un futuro lejano consecuencias catastróficas cuyo "valor presente" sería pequeño si se descontara. Pese a estos inconvenientes, no se debe descartar el análisis de beneficios y costos. Con ello sólo se conseguiría privar a los responsables de la toma de decisiones de una información esclarecedora.

## Opciones de respuesta

La mitigación de los gases de efecto invernadero es un mecanismo para frenar y quizá, a la larga, detener el aumento de su concentración atmosférica. La ralentización del calentamiento reportaría importantes beneficios en forma de menores repercusiones en la salud humana y otros sistemas; sin embargo, debido a la inercia del sistema climático, habrá un lapso importante entre la reducción de las emisiones y esa ralentización.

La adaptación (comentada en el capítulo 11) es otra posibilidad de respuesta importante. Estas acciones mejoran la resistencia de los sistemas vulnerables, lo que reduce los posibles daños causados por el cambio climático y la variabilidad del clima. La comunicación de la información sobre el cambio climático, sus posibles impactos en la salud y las estrategias de respuesta es en sí misma una respuesta de políticas públicas al cambio climático. También lo son el desarrollo y la aplicación de sistemas de seguimiento y vigilancia, y las inversiones en investigación. Los sistemas de seguimiento y vigilancia son integrales y esenciales para ofrecer la información en la que se apoyarán las decisiones de los técnicos de sanidad.

### Tender puentes entre ciencia y políticas: la evaluación centrada en políticas

La evaluación centrada en políticas es un proceso que puede ayudar a los

gestores de recursos y otros decisores a afrontar el reto de reunir una cartera de políticas eficaces. Permite que la mejor información científica disponible se exprese en términos útiles para los responsables de políticas. Una evaluación centrada en políticas es más que una síntesis de información científica o una evaluación del estado de la ciencia. Supone analizar la información desde la perspectiva de múltiples disciplinas, incluidas las ciencias sociales y económicas, para responder a las preguntas específicas de las partes interesadas. Y comprende también un análisis de las opciones de adaptación para mejorar la capacidad de la sociedad de responder eficazmente a los riesgos y oportunidades a medida que surgen. Para formular buenas políticas es preciso conocer cómo varía la vulnerabilidad en los distintos subgrupos de población y por qué.

Al evaluar las opciones de adaptación deben tenerse en cuenta varias cuestiones relativas a la elaboración y aplicación de estrategias: (1) la idoneidad y la eficacia de las opciones de adaptación varían según las regiones y los grupos demográficos; (2) la adaptación tiene un costo; (3) algunas estrategias reducirían los riesgos planteados por el cambio climático, se materializaran o no los efectos de dicho cambio; (4) el carácter sistémico de los impactos climáticos complica el desarrollo de las políticas de adaptación; y (5) una adaptación deficiente puede tener efectos negativos tan graves como los climáticos que se busca evitar.

El proceso de evaluación se complica por el hecho de que hay incertidumbres científicas y socioeconómicas significativas relacionadas con el cambio climático y sus posibles consecuencias para la salud humana. Afectan a la magnitud, la secuencia cronológica y los efectos potenciales del cambio climático; a la sensibilidad de determinados resultados sanitarios a las condiciones climáticas actuales (es decir al tiempo, el clima y los cambios inducidos por éste en los ecosistemas); al futuro estado de salud de las poblaciones potencialmente afectadas (en ausencia de cambio climático); a la eficacia de distintas formas de proceder para hacer frente satisfactoriamente a los posibles impactos; y a las características de la sociedad futura (por ejemplo, los cambios en los factores socioeconómicos y tecnológicos). Los asesores se enfrentan al reto de identificarlas y explicar cómo repercuten en las cuestiones que preocupan a los decisores y a las partes interesadas. Si no se aborda directamente la incertidumbre como parte del análisis, la evaluación de impactos en la salud puede arrojar resultados engañosos y quizá contribuya a que se adopten decisiones mal fundamentadas.

### Conciencia pública: comunicar los resultados de las evaluaciones

Se debe incorporar a las partes interesadas mediante un proceso de evaluación. Una estrategia de comunicación debe garantizar el

acceso a la información, presentar ésta de forma utilizable y orientar sobre cómo emplearla. La comunicación de los riesgos es un proceso complejo, multidisciplinario y evolutivo. A menudo es preciso adaptar la información a las necesidades específicas de los gestores de riesgos en áreas geográficas y grupos demográficos concretos, lo que requiere una estrecha interacción entre los proveedores de información y quienes necesitan ésta para tomar decisiones.

## Conclusiones

Algunos autores han argumentado que la existencia de incertidumbres científicas impide a los responsables de políticas emprender acciones hoy para anticiparse al cambio climático. Ello no es cierto; pese a las incertidumbres, los responsables de políticas, los gestores de recursos y otras partes interesadas toman decisiones todos los días. Puede que los resultados de éstas se vean afectados por el cambio climático o que ellas mismas traben futuras oportunidades de adaptarse al cambio climático. Por tanto, a los decisores les beneficiaría disponer de información sobre las repercusiones probables del cambio climático. Una decisión fundamentada siempre será preferible a otra que no lo esté.

Es importante respetar el límite entre las evaluaciones y la elaboración de políticas. El objetivo de las evaluaciones centradas en políticas es informar a los decisores, no formular recomendaciones específicas en esta materia.

# 13

## Conclusiones y recomendaciones para la acción

La sostenibilidad consiste fundamentalmente en mantener los sistemas ecológicos y otros sistemas biofísicos terrestres que sustentan la vida. Si estos sistemas se deterioran, el bienestar y la salud de la humanidad peligrarán. La tecnología puede comprar tiempo, pero no podemos eludir el balance final de la naturaleza. Debemos vivir dentro de los límites de la Tierra. Por tanto, el estado de salud de la población es un elemento clave de la transición hacia la sostenibilidad'

Al igual que otros cambios ambientales a gran escala inducidos por el hombre, el cambio climático entraña riesgos para los ecosistemas, para sus funciones de mantenimiento de la vida y, por tanto, para la salud humana (figura 13.1).<sup>2,3</sup> La OMS, la OMM y el PNUMA colaboran en cuestiones relacionadas con el cambio climático y la salud, ocupándose del fortalecimiento de la capacidad, el intercambio de información y la promoción de la investigación científica.

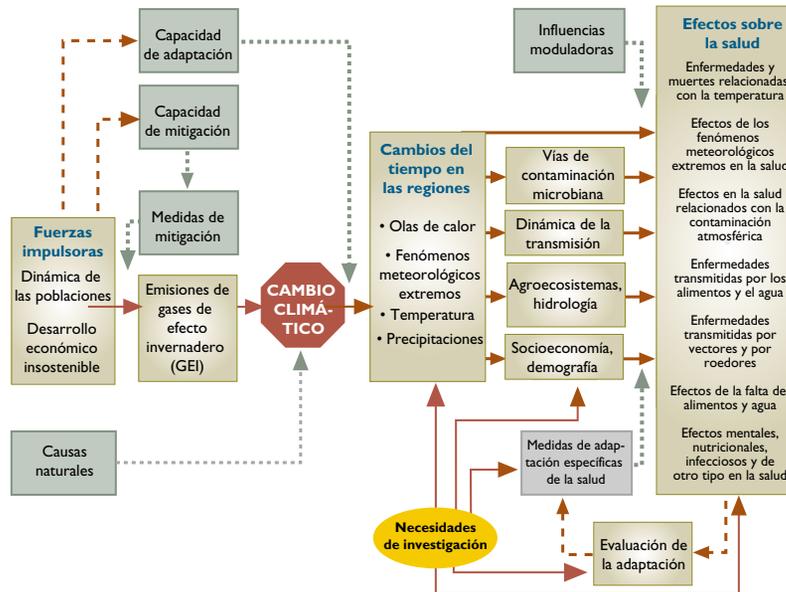
### Recomendaciones

- *Exposiciones relacionadas con el clima*  
De acuerdo con las proyecciones del Tercer informe de evaluación

del IPCC, si seguimos alterando la composición de la atmósfera, la temperatura media de la superficie terrestre aumentará entre 1,4 °C y 5,8 °C durante este siglo, acompañada de cambios en la precipitación y otras variables climáticas. En materia de investigación científica se necesita elaborar planteamientos innovadores para analizar el tiempo y el clima en relación con la salud humana, recopilar series de datos a largo plazo para responder a preguntas esenciales y comprender mejor cómo incorporar los resultados de los Modelos Climáticos Mundiales a los estudios sobre la salud humana.

- *Logro de un consenso sobre el estudio científico.*  
Cada vez son más numerosas las pruebas de que la salud humana se verá afectada de muchas y diversas maneras. Nuestros conocimientos son todavía limitados en numerosas áreas, como la contribución de la variabilidad climática a corto plazo a la incidencia de enfermedades, el desarrollo de sistemas de alerta temprana para predecir los brotes de enfermedades y los fenómenos meteorológicos extremos, y el mecanismo por el que la reiteración de fenómenos extremos puede debilitar la capacidad de adaptación.
- *Retos para los científicos*  
El cambio climático plantea algunas dificultades especiales, como la complejidad de los procesos causales, las inevitables incertidumbres y la aparición tardía de las repercusiones previstas. La investigación científica debe abordar algunas cuestiones clave, como determinar dónde se manifestarán los primeros efectos del cambio climático en la salud humana, perfeccionar las estimaciones de sus impactos y expresar mejor las incertidumbres asociadas a los estudios sobre el cambio climático y la salud.
- *Fenómenos climáticos extremos*  
El Tercer informe de evaluación del IPCC prevé cambios en los fenómenos climáticos extremos, como más días calurosos y olas de calor, más episodios de precipitaciones intensas, mayor riesgo de sequía, el aumento de los vientos y ciclones tropicales (en algunas áreas), la intensificación de

Figure 13.1. Cambio climático y salud: cadena causal desde las fuerzas impulsoras hasta los posibles impactos, pasando por las exposiciones. Las flechas que parten de las necesidades de investigación señalan la información que precisa el sector sanitario. (Modificado de la referencia 4)



las sequías e inundaciones con los episodios de El Niño y una mayor variabilidad de los monzones estivales en Asia.

- *Enfermedades infecciosas*

Las enfermedades infecciosas, en particular las transmitidas por insectos vectores o por el agua, son sensibles a las condiciones climáticas. Se necesitan datos sobre la incidencia de enfermedades para que los estudios epidemiológicos dispongan de una referencia. La falta de información precisa sobre las actuales tasas de incidencia de enfermedades dificulta la discusión sobre si dichas tasas están cambiando como consecuencia de las condiciones climáticas.

- *La carga de morbilidad*

El repertorio de pruebas empíricas que relacionan las tendencias climáticas con alteraciones de los resultados sanitarios sigue siendo escaso, lo que impide estimar la extensión, la sucesión cronológica y la magnitud de los impactos sobre la salud previstos como consecuencia de los cambios ambientales a escala mundial. Aun así, se hizo un primer intento en el marco del proyecto Carga Mundial de Morbilidad 2000. Se analizaron únicamente los resultados sanitarios mejor estudiados y se estimó que el cambio climático ocurrido desde el periodo de referencia de 1961-1990 se había cobrado 150 000 víctimas mortales y 5,5 millones de AVAD en el año 2000.5

- *Agotamiento del ozono estratosférico, cambio climático y salud*

El agotamiento del ozono estratosférico es en esencia un

proceso distinto del cambio climático. Sin embargo, el calentamiento debido a los gases de efecto invernadero se ve afectado por muchos de los procesos químicos y físicos implicados en el agotamiento del ozono estratosférico.6 Los cambios en el clima (además de la información pública y las campañas educativas) determinarán también modificaciones en las pautas individuales y comunitarias de comportamiento respecto a la exposición al sol, lo que influirá en las dosis recibidas de radiación ultravioleta.

- *Evaluaciones nacionales*

Varios países desarrollados y en desarrollo han evaluado a nivel nacional los posibles impactos del cambio climático sobre la salud, con referencia también a las áreas y las poblaciones vulnerables. Es necesario normalizar los procedimientos de evaluación de impactos en la salud, para lo cual se están desarrollando instrumentos y métodos. Se necesita una información climática más precisa a nivel local, sobre todo relativa a la variabilidad y los extremos climáticos.

- *Monitoreo de los impactos del cambio climático en la salud humana*

Es probable que el cambio climático afecte a enfermedades que también se ven influidas por otros factores. El monitoreo encaminado a evaluar los impactos del cambio climático en la salud exige, por tanto, combinar la recopilación de datos con métodos analíticos capaces de cuantificar qué proporción de

dichas enfermedades es atribuible al clima.

- *Adaptación al cambio climático*

El cambio climático ya está en marcha, por lo que necesitamos políticas de adaptación que complementen a las de mitigación. La aplicación eficiente de las estrategias de adaptación puede reducir en grado significativo los efectos adversos del cambio climático en la salud. La susceptibilidad de las poblaciones humanas varía en función de factores como la densidad de población, el desarrollo económico, las condiciones ambientales locales, el estado previo de salud y la disponibilidad de atención sanitaria. En general, las medidas de adaptación resultarán beneficiosas tanto a corto plazo como en el futuro, porque reducen las repercusiones de la actual variabilidad del clima, y pueden integrarse en otras estrategias sanitarias.

- *Respuestas: de la ciencia a las políticas*

La magnitud y la naturaleza del cambio climático global exigen que la comunidad comprenda la situación y le dé respuesta, guiada por políticas que se fundamenten en un buen asesoramiento científico. Para ser eficaz, una evaluación centrada en políticas de los posibles impactos del cambio climático en la salud deberá incluir: (i) un equipo de evaluación multidisciplinar, (ii) respuestas a las preguntas de todas las partes interesadas, (iii) una evaluación de las posibilidades de gestión de riesgos y de adaptación, (iv) la

identificación y priorización de las lagunas fundamentales de la investigación científica, (v) la caracterización de las incertidumbres y sus implicaciones en la toma de decisiones, (vi) e instrumentos que respalden los procesos de decisión.

## Conclusiones

Los acuerdos internacionales sobre cuestiones ambientales a escala mundial, como el cambio climático, deben tener en cuenta los principios del desarrollo sostenible propuestos en el Programa 21 y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC). Comprenden el "principio de precaución", el principio de "costos y responsabilidad" (el costo de la contaminación o de los daños al medio ambiente debe recaer en los responsables) y la "equidad", tanto en los países como entre ellos, y a lo largo del tiempo (entre generaciones).

La observancia de estos principios ayudaría a evitar futuras amenazas para el medio ambiente global y a reducir las actuales. Con el cambio climático ya en marcha, es preciso evaluar las vulnerabilidades y determinar las opciones de intervención o adaptación.<sup>7</sup> Una planificación precoz en materia de salud puede reducir los futuros efectos adversos en este ámbito, pero la solución óptima está en manos de los gobiernos, la sociedad y los individuos, y exige cambios en los comportamientos, las tecnologías y las prácticas para permitir la transición hacia la sostenibilidad.

## Glosario

**Adaptación:** ajustes en sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. Por adaptación al cambio climático se entienden los ajustes en sistemas humanos o naturales en respuesta a estímulos climáticos reales o previstos o a sus efectos, y que mitigan el daño o explotan las oportunidades beneficiosas. Se distinguen varios tipos de adaptación, como la anticipadora y la reactiva, la pública y la privada, o la autónoma y la planificada.

**Agotamiento del ozono estratosférico:** reducción de la cantidad de ozono presente en la estratosfera por la emisión de gases de efecto invernadero fruto de las actividades humanas.

**Años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD):** indicador de la esperanza de vida que combina la mortalidad y la morbilidad en un indicador sintético de la salud de la población que da cuenta del número de años vividos con déficit de salud. Es un indicador de salud desarrollado para calcular la carga de morbilidad mundial, y la OMS, el Banco Mundial y otras organizaciones lo utilizan también para comparar los resultados de diferentes intervenciones.

**Atmósfera:** la cubierta gaseosa que rodea la Tierra. La atmósfera seca está formada casi en su integridad por nitrógeno y oxígeno, junto con pequeñas cantidades de otros gases como argón, helio y gases radiativos de

efecto invernadero como el dióxido de carbono y el ozono. Además, la atmósfera contiene vapor de agua, nubes y aerosoles.

**Biosfera:** la parte del sistema terrestre que comprende todos los ecosistemas y organismos vivos en la atmósfera, en la tierra (biosfera terrestre) o en los océanos (biosfera marina), incluida la materia orgánica muerta derivada (por ejemplo, basura, materia orgánica en suelos y detritos oceánicos).

**Cambio climático:** se entiende por cambio climático una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad que persiste durante largo tiempo (normalmente decenios o incluso más). Puede deberse a procesos naturales internos o a forzamientos externos, o bien a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) define el cambio climático como "un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables". Véase también Variabilidad del clima.

**Capa de ozono estratosférico:** la estratosfera contiene una capa en la que la concentración de ozono es mayor y que se denomina capa de ozono. Esta capa se sitúa entre los 12 y los 40 km de altitud y se está agotando debido a las emisiones de compuestos de cloro y bromo generadas por actividades humanas. Cada año, durante la primavera del hemisferio austral, se produce una reducción muy importante de la capa de ozono sobre la región antártica, causada por los

compuestos de cloro y bromo derivados de la actividad humana en combinación con las condiciones meteorológicas de la zona. Este fenómeno se denomina agujero de la capa de ozono.

**Clima:** se suele definir como el "tiempo medio" o, más rigurosamente, como la descripción estadística del tiempo en términos de valores medios y variabilidad de las cantidades de interés durante periodos que pueden ir desde meses a miles o millones de años. El periodo normal es de 30 años, según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Dichas cantidades son casi siempre variables de superficie, como la temperatura, la precipitación o el viento.

**Clorofluorocarburos (CFC):** gases de efecto invernadero utilizados para refrigeración, aire acondicionado, envasado, aislamiento, disolventes o propelentes de aerosoles. Todos están incluidos en el Protocolo de Montreal. No se destruyen en las capas bajas de la atmósfera, por lo que ascienden hacia las superiores, en las que, en las condiciones adecuadas, descomponen el ozono. Se están reemplazando por otros compuestos como los hidroclorofluorocarburos, incluidos en el Protocolo de Kyoto.

**Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**

**(CMCC):** convención firmada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992. Los gobiernos que se constituyeron en Partes de la Convención acordaron estabilizar las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero en niveles que impidan interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** gas que se produce de forma natural, y también como subproducto de la quema de combustibles fósiles y de cambios en el uso de la tierra y otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero que afecta al equilibrio radiativo del planeta y el gas de referencia para medir los demás gases de efecto invernadero.

**Efecto invernadero:** los gases de efecto invernadero absorben la radiación infrarroja, emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera debido a los mismos gases, y por las nubes. La radiación atmosférica se emite en todas las direcciones, también hacia la superficie terrestre. Así, los gases de efecto invernadero atrapan el calor dentro del sistema superficie terrestre-troposfera. Esto es lo que se denomina "efecto invernadero natural". La radiación atmosférica está estrechamente ligada a la temperatura del nivel al que se emite. Un aumento en la concentración de gases de efecto invernadero incrementa la opacidad de la atmósfera a la radiación infrarroja y, por tanto, a una radiación efectiva al espacio desde una altitud mayor a temperaturas más bajas. Esto causa un forzamiento radiativo, desequilibrio que sólo puede compensarse con un aumento de la temperatura del sistema superficie-troposfera. Es el denominado "efecto invernadero aumentado".

**El Niño Oscilación Austral (ENOA):** en su sentido original, El Niño es una corriente de agua cálida que fluye periódicamente por la costa del Ecuador y el Perú. Este fenómeno se asocia a una fluctuación de los patrones de presión intertropical en la superficie y de la circulación

denominada Oscilación Austral. Este fenómeno atmosférico y oceánico combinado se conoce en conjunto como El Niño-Oscilación Austral o ENOA. Durante un episodio de El Niño, los vientos alisios se debilitan y la contracorriente del ecuador se refuerza, lo que determina que las aguas cálidas de superficie de la zona de Indonesia fluyan hacia el este y se superpongan a las aguas frías de las corrientes del Perú. Este fenómeno afecta mucho a los vientos, a la temperatura de la superficie marina y a los patrones de precipitación del Pacífico tropical. Tiene efectos climáticos en toda la región del Pacífico y en muchas otras partes del mundo. El fenómeno opuesto a El Niño se llama La Niña.

**Emisiones antropogénicas:** emisiones de gases de efecto invernadero y aerosoles relacionados con las actividades humanas. Comprenden la quema de combustibles fósiles para la obtención de energía, la deforestación y los cambios en el uso de la tierra que causan un incremento neto de las emisiones.

**Escenario:** descripción verosímil, y a menudo simplificada, de cómo puede evolucionar el futuro, basada en un conjunto coherente e internamente consecuente de hipótesis sobre las fuerzas impulsoras y las relaciones fundamentales. Los escenarios no son predicciones ni pronósticos y a veces se basan en un “guión narrativo”.

**Gases de efecto invernadero (GEI):** Gases atmosféricos que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie terrestre, la atmósfera y las nubes. Los principales son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el óxido

nitroso, el metano y el ozono. Además existen en la atmósfera diversos gases totalmente producidos por el hombre, como los halocarburos y otros incluidos en los protocolos de Montreal y Kyoto.

**Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC):** grupo de expertos creado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Su misión es evaluar la información científica, técnica y socioeconómica de interés para conocer el riesgo de cambio climático inducido por el hombre, basada fundamentalmente en bibliografía científica y técnica revisada por expertos y publicada. El IPCC está compuesto por tres Grupos de Trabajo y un Equipo Especial.

**Impactos:** consecuencias del cambio climático en sistemas humanos y naturales. Según se considere o no la adaptación, cabe distinguir entre impactos potenciales e impactos residuales. Los impactos residuales son las repercusiones del cambio climático que pueden producirse después de la adaptación.

**Monitoreo:** realización y análisis de mediciones sistemáticas para detectar cambios en el ambiente o el estado de salud de las poblaciones. No debe confundirse con la vigilancia, aunque se le pueden aplicar técnicas de ésta.

**Morbilidad:** tasa de aparición de enfermedades u otros trastornos de salud en una población, teniendo en cuenta las tasas de morbilidad por edad. Los resultados sanitarios considerados son la incidencia y prevalencia de enfermedades crónicas, las tasas de hospitalización, las consultas de atención primaria y los

años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD).

**Mortalidad:** número de defunciones en una población y durante un periodo determinado.

**Ozono:** forma triatómica del oxígeno, a diferencia de los dos átomos que caracterizan la molécula de oxígeno normal. Es un importante gas de efecto invernadero. La estratosfera contiene el 90% del ozono presente en la atmósfera, el cual absorbe la radiación ultravioleta nociva. En altas concentraciones, el ozono puede ser perjudicial para una amplia gama de organismos vivos. El agotamiento del ozono estratosférico, provocado por reacciones químicas que pueden intensificarse por el cambio climático, conduce a un aumento del flujo de radiación ultravioleta B a nivel de la superficie terrestre.

**Radiación ultravioleta (RUV):** radiación solar con una determinada longitud de onda según el tipo de radiación (A, B o C). El ozono absorbe intensamente la RUV-C (< 280 nm), por lo que la radiación solar de estas longitudes de onda no llega a la superficie terrestre. A medida que aumenta la longitud de onda en la gama de la RUV-B (280 a 315 nm) y la RUV-A (315 a 400 nm), la absorción por el ozono disminuye, hasta llegar a ser indetectable para la radiación de 340 nm. Las fracciones de energía solar por encima de la atmósfera en las franjas del UV-B y el UV-A rondan el 1,5% y el 7%, respectivamente.

**Sensibilidad:** grado en que se afecta negativa o positivamente un sistema por cambios relacionados con el clima. El efecto puede ser directo (por ejemplo, un cambio en el rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación en las temperaturas) o

indirecto (como los daños causados por una mayor frecuencia de inundaciones costeras). Son impactos potenciales todos los que puedan darse en caso de un determinado cambio proyectado en el clima, sin tener en cuenta la adaptación.

**Variabilidad del clima:** comprende las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones estándar, la frecuencia de situaciones extremas, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales superiores a las de fenómenos meteorológicos individuales. Puede obedecer a procesos internos naturales dentro del sistema climático o a variaciones en forzamientos naturales o antropogénicos externos.

**Vigilancia:** proceso continuo de análisis, interpretación y retroinformación de datos recopilados sistemáticamente para detectar tendencias en la aparición o propagación de una enfermedad, basado en métodos prácticos y normalizados de notificación o registro. Las fuentes de datos pueden estar relacionadas directamente con las enfermedades o con factores que influyen en ellas.

**Vulnerabilidad:** nivel de susceptibilidad de un sistema o de incapacidad para afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos. Es una función del carácter, la magnitud y la tasa de variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

# Referencias

## Capítulo 1

- <sup>1</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2001: Third Assessment Report (Volume I). Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- 2 Fagan, B. Floods, Famines and Emperors. El Niño and the Fate of Civilisations. New York: Basic Books, 1999.
- 3 OMS. Informe sobre la salud en el mundo 2002: Reducir los riesgos y promover una vida sana. OMS, Ginebra, 2002.

## Capítulo 2

- <sup>1</sup> Albritton DL, Meiro-Filho LG. Technical Summary. In: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY.
- 2 US Environmental Protection Agency. Greenhouse effects schematic (2001).
- 3 Watson RT and the Core Writing Team. Climate Change 2001: Synthesis Report. Summary for Policymakers. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Secretariat, c/o World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland (2001).

## Capítulo 3

- <sup>1</sup> IPCC. Synthesis Report, Third Assessment Report. Cambridge University Press, 2001.
- 2 Patz, J.A. et al. The potential health impacts of climate variability and change for the United States: executive summary of the report of the health sector of the U.S. National Assessment. Environmental Health Perspectives, 108(4): 367-76 (2000).
- 3 Watson, R.T. et al. (eds.) The Regional Impacts of Climate Change. An assessment of vulnerability: A Special Report of IPCC Working Group II. pp 517 Cambridge, U.K: Cambridge University Press (1998).
- 4 Gubler, D.J. Dengue and dengue haemorrhagic fever. Clinical Microbiology Review 11: 480-96 (1998).

- 5 Woodward AJ, et al. Protecting human health in a changing world: the role of social and economic development Bulletin of the World Health Organization. 78: 1148-1155 (2000).

## Capítulo 4

- <sup>1</sup> Walther, G. et al. Ecological responses to recent climate change. Nature 416: 389-395 (2002).
- 2 Lindgren, E. & Gustafson, R. Tick-borne encephalitis in Sweden and climate change. Lancet 358(9275): 16-87 (2001).
- 3 Pascual M. et al., Cholera dynamics and El Niño Southern Oscillation. Science 289: 1766-69 (2000).

## Capítulo 5

- <sup>1</sup> IPCC. Climate Change 2001, vol 1. Cambridge University Press, 2001
- 2 Bouma MJ, van der Kaay HJ. Epidemic Malaria in India's Thar Desert. Lancet 373: 132-133 (1995).
- 3 Hales S., et al. Dengue Fever Epidemics in the South Pacific Region: Driven by El Niño Southern Oscillation? Lancet 348: 1664-1665 (1996).
- 4 Kalkstein, L.S. & Greene, J.S. An Evaluation of Climate/Mortality Relationships in Large US Cities and the Possible Impacts of Climate Change. Env.Hlth.Pers. 105(1): 84-93 (1997).
- 5 Bouma MJ, et al. Global Assessment of El Niño's Disaster Burden. Lancet 350: 1435-1438 (1997).

## Capítulo 6

- <sup>1</sup> Patz, J.A., et al., Effects of environmental change on emerging parasitic diseases. Int J Parasitol, 30(12-13): p. 1395-405 (2000).
- 2 Bouma, M. and H. van der Kaay, The El Niño Southern Oscillation and the historic malaria epidemics on the Indian subcontinent and Sri Lanka: an early warning system for future epidemics? Tropical Medicine and International Health, 1(1): p. 86-96. (1996).
- 3 Martens WJM, Rotmans J, Rothman DS

- In: Martens WJM, McMichael AJ (eds). Environmental Change, Climate and Health: Issues and Research Methods. Cambridge: Cambridge University Press, 2002, pp. 197-225.

- 4 Hales, S., et al., Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. Lancet, 360: p. 830-834 (2002).
- 5 Wilson, M.L., Ecology and infectious disease, in Ecosystem Change and Public Health: A Global Perspective, J.L. Aron and J.A. Patz, Editors. 2001, Johns Hopkins University Press: Baltimore. p. 283-324

## Capítulo 7

- <sup>1</sup> OMS. Informe sobre la salud en el mundo 2002. Ginebra, OMS, 2002.
- 2 Murray, C.J.L. Quantifying the Burden of Disease - the Technical Basis for Disability-Adjusted Life Years. Bulletin of the World Health Organization. 72(3): 429-445 (1994).
- 3 McMichael, A.J. et al. Climate Change. In: Comparative quantification of Health Risks. Geneva: World Health Organization, 2003. (en prensa).

## Capítulo 8

- <sup>1</sup> Environmental effects of ozone depletion: 1998 assessment. Nairobi, Kenya, United Nations Environment Program, 1998. Véase también: Kelfkens, G. et al. Ozone layer-climate change interactions. Influence on UV levels and UV related effects. Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change. Report no.: 410 200 112.
- 2 IARC. Solar and Ultraviolet Radiation. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Vol 55. Lyon, France, International Agency for Research on Cancer, 1992.
- 3 Madronich S, de Gruijil FR. Skin cancer and UV radiation. Nature, 366 (6450): 23 (1993).
- 4 Ponsonby A-L, McMichael AJ, van der Mei I. Ultraviolet radiation and autoimmune disease: insights from epidemiological research. Toxicology; 181-182: 71-78 (2002).

5 Temorshuizen F, et al. Influence of season on antibody response to high dose recombinant Hepatitis B vaccine: effect of exposure to solar UVR? *Hepatology*, 32 (4): 1657 (2000).

6 Slaper H et al. Estimates of ozone depletion and skin cancer incidence to examine the Vienna Convention achievements. *Nature* 384 (6606): 256-8 (1996).

---

### Capítulo 9

<sup>1</sup> WHO Health impact assessment as a tool for intersectoral health policy. WHO European Centre for Environment and Health/European Centre for Health Policy, 1999.

2 Parry, M.L. & Carter, T. Climate impact and adaptation assessment. London, UK, EarthScan, 1998.

3 Patz, J.A. et al. The potential health impacts of climate variability and change for the United States: executive summary of the report of the health sector of the US National Assessment. *Environ Health Perspect* 108: 367-376 (2000).

4 Dept of Health (UK) Health Effects of Climate Change in the UK. London: DoH 2002.

5 OCHA. UNDAC Mission Report Fiji Drought. UN Office for Co-ordination of Humanitarian Affairs, 1998.

6 Health Canada. National Health Impact and Adaptation Assessment Framework and Tools. Ottawa: Climate Change and Health Office, Health Canada, 2002.

---

### Capítulo 10

<sup>1</sup> IPCC, 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

---

### Capítulo 11

<sup>1</sup> IPCC, 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

2 NOAA. NOAA releases century's top weather, water, and climate events. 1999. <http://www.noaa.gov/stories/s334b.htm>.

3 US Centers for Disease Control (CDC). Rapid health needs assessment following Hurricane Andrew - Florida and Louisiana, 1992. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 41 (37): 685 (1992).

4 UNDP. 2000 Informe sobre Desarrollo Humano 2000: Derechos humanos y desarrollo humano. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Oxford University Press, New York, NY, USA.

5 OMS. 2000. Informe sobre la salud en el mundo 2000: Mejorar el desempeño de los sistemas de salud. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza.

6 Rayner, S. & Malone, E.L. Climate change, poverty and intragenerational equity: the national level. In: Climate change and its linkages with development, equity and sustainability. Proceedings of the IPCC Expert Meeting held in Colombo, Sri Lanka, 27-29 April, 1999. Munasinghe, M. & Swart, R. eds. Colombo, Sri Lanka, LIFE; Bilthoven, The Netherlands, RIVM; and Washington D.C., USA, World Bank, pp. 215-242, 1999.

---

### Capítulo 12

<sup>1</sup> Scheraga, Joel D., and Anne E. Grambsch, «Risks, opportunities, and adaptation to climate change.» *Climate Research*, Vol. 10, 1998, 85-95.

2 Tamburlini, G., and K. L. Ebi, «Searching for evidence, dealing with uncertainties, and promoting participatory risk-management.» in *Children's health and environment: A review of evidence*, Tamburlini G., O.S. von Ehrenstein, R. Bertollini, editors. A Joint Report from the European Environment Agency and the WHO Regional Office for Europe, EEA, Copenhagen, 2002, 199-206.

---

### Capítulo 13

<sup>1</sup> McMichael AJ et al. The Sustainability Transition: A new challenge (Editorial). *Bull WHO*, 78: 1067 (2000).

2 R. Watson, et al. Protecting Our Planet Securing Our Future: Linkages Among Global Environmental Issues and Human Needs. UNEP, NASA, World Bank, 1998.

3 McMichael, A.J. Population, environment, disease, and survival: past patterns, uncertain futures. *Lancet*, 359: 1145-48 (2002).

4 Patz, J.A. et al. The potential health impacts of climate variability and change for the United States: executive summary of the report of the health sector of the U.S. National Assessment. *Environ Health Perspect*, 108(4): 367-76 (2000).

5 Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la salud en el mundo, 2002.

6 WMO/UNEP. Scientific Assessment of Ozone Depletion, 2002.

7 IPCC. Climate Change 2001, Impacts, adaptation and vulnerability. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

## Nota de agradecimiento

Coordinador de proyecto: Carlos F. Corvalán. Editor: Anthony J. McMichael.

Basado en el libro «Climate Change and Human Health – Risks and Responses» (A.J. McMichael, et al, Eds., WHO, Geneva 2003). Con colaboraciones de: M. Ahern, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, UK; C. L. Bartlett, Centre for Infectious Disease Epidemiology, University College London, UK; D. H. Campbell-Lendrum, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, United Kingdom; U. Confalonieri, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brazil; C. F. Corvalán, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza; K. L. Ebi, Organización Mundial de la Salud, Oficina Regional para Europa, Centro Europeo para el Medio Ambiente y la Salud, Roma, Italia; S. J. Edwards, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, UK; J. Furlow, US Environmental Protection Agency, Washington DC, USA; A. Githeko, Kenya Medical Research Institute, Kisumu, Kenya; H. N.B. Gopalan, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Nairobi, Kenya; A. Grambsch, US Environmental Protection Agency, Washington DC, USA; S. Hales, Wellington School of Medicine, University of Otago, Wellington, New Zealand; S. Hussein, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland, USA; R. S. Kovats, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, UK; K. Kuhn, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, UK; P. Llanos, Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza; R. Lucas, National Centre for Epidemiology and Population Health, The Australian National University, Canberra, Australia; J. P. McCarty, University of Nebraska at Omaha, Nebraska, USA; A. J. McMichael, National Centre for Epidemiology and Population Health, The Australian National University, Canberra, Australia; L. O. Mearns, National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, USA; B. Menne, Organización Mundial de la Salud, Oficina Regional para Europa, Centro Europeo para el Medio Ambiente y la Salud, Roma, Italia; A. R. Moreno, The United States-Mexico Foundation for Science, Mexico DF, Mexico; B.S. Nyenzi, Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza; J. A. Patz, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland, USA; A-L Ponsonby, National Centre for Epidemiology and Population Health, The Australian National University, Canberra, Australia; A. Prüss – Ustün, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza; J. D. Scheraga, US Environmental Protection Agency, Washington DC, USA; N. de Wet, The International Global Change Institute, University of Waikato, New Zealand; P. Wilkinson, London School of Hygiene and Tropical Medicine, London, UK; A. Woodward, University of Otago, Wellington, New Zealand.

Diseño y maquetación: James Elrington. Gráficos: Sue Hobbs.

Ilustración de la cubierta: Pinturas del proyecto mundial de comunicaciones multimedia multiculturales de la UNFCCC 2002 (concepción y dirección artística de Helmut Langer, Alemania). Obras de Enesia Nyazorwe, Zimbabwe, y Agnes Mwidadi Mpata, Tanzania. Gráfico del aumento de la temperatura media mundial 1900-2000, y proyecciones para 2000-2100 basadas en un escenario de emisiones que estabiliza las concentraciones de CO<sup>2</sup> en 750ppm (Hadley Centre, Reino Unido).

El aumento de temperatura mostrado representa aproximadamente 3 °C entre 1900 y 2100. Gráfico reproducido con la autorización de la Oficina de Meteorología del Reino Unido, y publicado originalmente en «Climate change and its impacts; stabilization of CO<sup>2</sup> in the atmosphere», 1999.

Para más información, pueden dirigirse a:



**OMS**

Organización Mundial de la Salud  
20 avenue Appia,  
CH-1211 Geneva 27,  
Suiza  
Tel: (+41) 22 791 21 11  
Fax: (+41) 22 791 31 11



**OMM**

Organización Meteorológica Mundial  
7 bis Avenue de la Paix  
CH-1211 Geneva 2,  
Suiza  
Tel: (+41) 22 730 81 11  
Fax: (+41) 22 730 81 81



**PNUMA**

Programa de las Naciones Unidas para el Medio  
Ambiente  
P.O. Box 30552  
Nairobi, Kenya  
Tel: (+254-2) 623246  
Fax: (+254-2) 623861

## Direcciones de las Oficinas Regionales de la OMS

### Africa

WHO  
B.P. 6  
Brazzaville  
Congo  
Tel: +47 241 38244  
Fax: +47 241 39501  
y  
Parirenyatwa Hospital  
P.O. Box BE773  
Harare  
Zimbabwe  
Tel: +263 4706951  
Fax: +263 4253731

### Americas

OMS  
Oficina Sanitaria Panamericana  
525, 23rd Street, N.W.  
Washington DC 20037  
USA  
Tel: +1-202 9743000  
Fax: +1-202 9743663

### Europa

WHO  
8, Scherfigsvej  
DK-2100 Copenhagen 0  
Dinamarca  
Tel: +45-39 171717  
Fax: +45-39 171818

Para encargar el libro *Climate Change and Human Health – Risks and Responses*, pueden ponerse en contacto con [bookorders@who.int](mailto:bookorders@who.int)

Para más información, les rogamos visiten el sitio <http://www.who.int/peh>

### Mediterráneo Oriental

WHO Post office  
Abdul Razzak Al Sanhoury Street  
Naser City  
Cairo 11371  
Egypt  
Tel: +202 6702535  
Fax: +202 6702492

### Asia Sudoriental

WHO  
World Health House  
Indraprastha Estate  
Mahatma Gandhi Road  
New Delhi 110002  
India  
Tel: +91 112 3370804  
Fax: +91 112 3370197

### Pacífico Occidental

WHO  
P.O. Box 2932  
1099 Manila  
Philippines  
Tel: +632 5288001  
Fax: +632 5211036

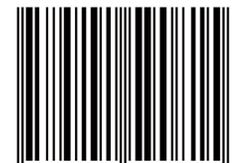




Cambio climático y salud humana - Riesgos y respuestas

# RESUMEN

ISBN 92 4 159081 5



9 789241 590815