



El cambio climático y sus consecuencias potenciales sobre la salud humana

Climatic Change and its Potential Impacts on Human Health

■ Martin Beniston

Resumen

Este artículo aborda varios problemas que se derivan de la relación entre cambio climático y salud humana. Tras una introducción que esboza los principales temas, proporciona un breve resumen sobre el cambio climático y sus causas antropogénicas; el resto del artículo se centra en los efectos directos e indirectos del cambio climático global sobre la salud. Los efectos directos comprenden cambios en la respuesta higrótérmica al estrés en el ser humano, la polución atmosférica, la calidad y disponibilidad del agua. A la vez, los efectos indirectos incluyen el potencial de diseminación de las enfermedades transmitidas por vectores fuera de sus límites habituales. El artículo finaliza con algunos comentarios sobre posibles estrategias encaminadas a mitigar los efectos adversos del cambio climático sobre la salud del hombre.

Palabras clave

Cambio climático. Salud humana. Malaria. Enfermedades transmitidas por vectores.

Abstract

This paper addresses a number of problems relating climatic change and human health. Following an introduction that outlines the general issues, a short summary is given on climatic change and its anthropogenic causes. The rest of the paper then focuses on the direct and indirect impacts of global climatic change on health. Direct effects comprise changes in the hygrothermal stress response of humans, atmospheric pollution, water quality and availability. Indirect effects include the potential for the spread of vector-borne diseases outside of their current range. The paper concludes with some comments on possible response strategies aimed at alleviating the adverse effects of climatic change on human health.

Key words

Climatic change. Human health. Malaria. Vector-borne diseases

El autor es profesor y director del Instituto de Geografía del Departamento de Geociencias de la Universidad de Friburgo, Suiza (Martin.Beniston@unifr.ch). La traducción es de Assumpta Mauri.

■ Introducción

En las próximas décadas es probable que la humanidad perciba el efecto del rápido cambio medioambiental que, al menos en parte, se ha desencadenado como resultado de actividades humanas. Aunque el equilibrio entre los seres humanos y sus recursos siempre ha sido delicado, los acelerados cambios resultantes de la industrialización y del importante incremento de la población global habidos durante el último siglo han dado lugar a un daño definido, en ocasiones irreversible, y a la pérdida de recursos. Según Mayers y Tickel (2001) ha habido más cambios medioambientales en los últimos 20 años que en los últimos 200. Actualmente, la tasa de extinción de las especies es muy superior a la tasa natural, lo que en ocasiones hoy se denomina el "holocausto biótico".

El cambio global medioambiental puede definirse como una serie de factores agresores que actúan sobre los sistemas físicos y biológicos del planeta (por ejemplo, Beniston, 2000). En el pasado, el medio ambiente de la tierra ha estado sometido continuamente a diversas presiones debido a los procesos naturales y, más recientemente, por la interferencia de los seres humanos. Sin embargo, el hecho de si el medio ambiente global es capaz de resistir las presiones naturales y antropogénicas es algo sometido a un constante debate; ejemplos de una degradación irreversible han proporcionado argumentos a aquellos que creen que el impacto medioambiental es acumulativo y difícil de invertir.

Frecuentemente, las causas subyacentes a la mala administración del medio ambiente deben buscarse en la política económica y en las opciones políticas, e incluyen:

- Reducción importante de recursos tales como agua y disponibilidad de alimentos.
- Pérdida de territorios tras la elevación del nivel del mar, por ejemplo.
- Cambios en la situación sanitaria de muchas poblaciones como resultado de la expansión de las enfermedades transmitidas por vectores.
- Cambios en situaciones extremas; los riesgos naturales relacionados con sucesos climáticos extremos producen daños muy importantes en el medio y en las infraestructuras, y su tributo sobre la vida es el más elevado.

Así pues, en este artículo se proporciona un breve resumen de estos factores interrelacionados y cómo pueden afectar a la salud humana en distintas partes del mundo.

Cambio climático: posibles tendencias en el siglo XXI

Los llamados "gases invernadero" (*greenhouse gases* [GHG]) son componentes gaseosos menores que tienen propiedades de radiación capaces de calentar la atmósfera. Una fracción de la energía solar que no es interceptada en la parte superior de la atmósfera llega a la Tierra

y calienta su superficie. El grado de calentamiento solar depende de varios factores, tales como la capacidad reflectora de dicha superficie y la cantidad de nubes o de polvo en la atmósfera. La interacción entre los componentes principales del sistema existente en la Tierra —sobre todo, la atmósfera, los océanos, la criosfera (nieve y hielo) y la biosfera (terrestre y oceánica)— constituye también un importante determinante de la forma en que se distribuye la energía por todo el mundo.

Con el fin de evitar la continua absorción de energía y el sobrecalentamiento, la Tierra devuelve parte de la energía solar absorbida al espacio en forma de radiación infrarroja. Los GHG absorben la radiación infrarroja en determinadas longitudes de onda del espectro electromagnético infrarrojo y vuelven a emitir esta energía calorífica en todas las direcciones, es decir, incluyendo la atmósfera y la superficie terrestre. Al ocurrir esto, los GHG mantienen las temperaturas en los niveles más bajos de la atmósfera en el entorno de 35 °C por encima de lo que sería en otras circunstancias. En ausencia de gases traza como el anhídrido carbónico, la Tierra tendría una temperatura media de -18 °C. Por consiguiente, los gases invernadero mantienen la vida y representan menos del 3% de la composición gaseosa de la atmósfera. En otras palabras, los gases que revisten importancia para el clima constituyen, paradójicamente, una proporción muy modesta de la atmósfera (véase Beniston, 1997).

La actividad humana ha liberado cantidades significativas de GHG a la atmósfera desde el principio de la era industrial merced a actividades como la industria, la agricultura y la generación y el transporte de energía, por lo que existe la preocupación de que ello pueda modificar inadvertidamente el clima global al potenciar el efecto invernadero natural. De acuerdo con el "Panel intergubernamental para el cambio climático" (*Intergovernmental Panel on Climate Change* [IPCC] 1996 y 2001), las temperaturas medias globales podrían subir entre 1,5 y 5,8 °C a finales del próximo siglo en respuesta a este aumento adicional de radiación. Aunque esto puede parecer un calentamiento de poca importancia en comparación con la amplitud diurna o estacional que presenta el ciclo de la temperatura, hay que recalcar que éste es un calentamiento sin precedentes en los últimos 10.000 años. No es tan sólo la magnitud del cambio, sino también la velocidad del calentamiento lo que está preocupando a la comunidad científica, especialmente en términos de la vulnerabilidad y la respuesta de los sistemas medioambientales y socioeconómicos al cambio climático.

Los cambios de las temperaturas del planeta alterarán la distribución de los patrones de precipitación y las variaciones estacionales. Además podrán aparecer sucesos climáticos extremos con mayor frecuencia e intensidad mientras el clima siga cambiando en las próximas décadas. Debido a la sensibilidad de los ecosistemas, la calidad y cantidad del agua, la calidad de la agricultura y del aire, hasta el estado atmosférico y el clima, cualquier cambio importante y prolongado en el sistema climático tendrá efectos sobre el bienestar de los seres humanos, ya que éste depende estrechamente del clima, de la seguridad de los alimentos, de la calidad del agua y de la salud medioambiental.

Posible efecto del cambio climático sobre la salud del hombre

Con frecuencia resulta difícil asociar un cambio en la incidencia de una enfermedad concreta con una determinada variación de un único factor medioambiental. Es necesario enmarcar los riesgos medioambientales para la salud en un contexto poblacional, como la edad, los hábitos higiénicos, el nivel socioeconómico (acceso a ropa y alojamiento adecuados) y las tradiciones médicas y agrícolas (McMichaels y Kovats, 2000). Predecir el efecto del cambio climático sobre la salud es una cuestión compleja porque las poblaciones difieren en su vulnerabilidad frente al cambio y su susceptibilidad a la enfermedad.

Muchos de los efectos del cambio medioambiental pueden tener repercusiones sobre la salud y el bienestar; a saber, el estrés higrótérmico y el aumento de las tasas de polución medioambiental, o la modificación de los ecosistemas naturales pueden repercutir en aspectos tales como la producción de alimentos y la calidad del agua. Estas modificaciones, a su vez, pueden afectar a la distribución geográfica y a la velocidad de propagación de las enfermedades transmitidas por vectores, así como al equilibrio existente entre ciertas enfermedades infecciosas y no infecciosas (McMichaels y Kovats, 2000). Además, si el cambio climático se acompañase efectivamente de un aumento de la intensidad de determinados tipos de riesgos naturales, como ciclones, inundaciones o sequía, éstos serían parte de los efectos sobre la salud del hombre. Por otro lado, las catástrofes de este tipo pueden dar lugar a grandes movimientos de refugiados y de población, surgiendo la necesidad de reasentarse en áreas que con frecuencia ya están densamente pobladas (Pebley, 1998).

Es probable que el efecto del cambio climático sobre la salud sea doble, es decir, que tenga efectos directos sobre los cambios fisiológicos inducidos por el calor y el frío, y efectos indirectos tales como la difusión de agentes patógenos transmitidos por vectores en áreas donde la enfermedad no existe habitualmente o fue erradicada en el pasado.

Efectos directos del cambio climático sobre la salud

Los cambios fisiológicos inducidos por la temperatura sobre el cuerpo humano son bien conocidos, ya que las condiciones extremas de calor o frío pueden perjudicar muchas funciones corporales, bien de forma directa, bien en términos del estrés hídrico que imponen las altas temperaturas. En una reciente revisión de la mortalidad, Keatinge et al. (2000) han referido que las muertes en los países cuya latitud es media o alta se presentan con mayor frecuencia en condiciones de frío o calor extremos, tal y como se ilustra esquemáticamente en la figura 1. Entre ambos extremos existe un "óptimo fisiológico-climático" en el que la mortalidad es mínima. Aunque la escala de temperatura variará de un sitio a otro, el perfil de esta figura es idéntico en muchas partes del mundo. Ello se debe a que la respuesta fisiológica al estrés frente al calor y al frío es muy distinta para los habitantes, por ejemplo, de Helsinki o de Atenas, ya que están aclimatados a determinados límites de temperaturas que constituyen las condiciones climáticas habituales. Cuando las temperaturas sobrepasan dichos límites generales su efecto sobre la salud puede ser significativo.

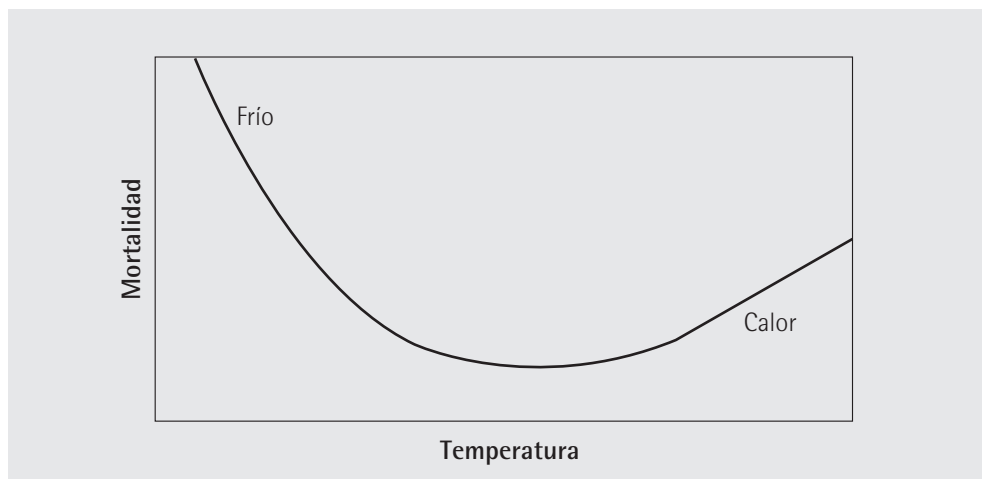


Figura 1. Esquema de la relación entre mortalidad y temperatura. Adaptada de Keatinge et al. (2000).

A las olas de calor, particularmente cuando ocurren en las grandes zonas urbanas, se asocian episodios de gran polución que con frecuencia se relacionan con la formación de ozono en la troposfera; aquél es un gas que se forma por la transformación química de óxidos de nitrógeno y de otros gases "precursores" liberados durante la combustión de los carburantes fósiles. El ozono es un gas altamente corrosivo que puede irritar o dañar el pulmón además de producir irritación ocular. El "smog de Los Ángeles", resultante de condiciones socioeconómicas y meteorológicas óptimas para la formación de ozono, ha constituido una característica persistente del sur de California, si bien hoy día las grandes ciudades del Sur (Méjico, Nueva Delhi o El Cairo) también se ven afectadas de forma importante por este tipo de polución.

El probable aumento de las olas de calor en el ámbito de un clima generalmente más cálido y los efectos concomitantes del calor sobre la polución atmosférica conducirán a una mayor mortalidad global, incluso teniendo en cuenta la probable disminución de las muertes por frío en muchos lugares de los países situados en latitudes medias y altas. Los estudios llevados a cabo por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2001) muestran, por ejemplo, que la mortalidad debida a patología cardiovascular y respiratoria puede aumentar en ciudades como Atenas; por otra parte, en Amsterdam las muertes debidas a enfermedades cardiovasculares pueden disminuir, mientras que la mortalidad debida a patología respiratoria puede aumentar. Ello se debe a que, de acuerdo con la "curva de Keatinge", que se muestra en la figura 1, la población de Atenas se encontraría en la parte más alta de la curva de temperatura y estaría sujeta a unos niveles elevados de estrés por calor y de polución del aire. Sin embargo, la población holandesa se encontraría en la zona relativamente óptima de la curva; esto es, registrarían una menor mortalidad por enfermedades cardiovasculares al mismo tiempo que tendrían unos

niveles más altos de polución, generalmente relacionados con ambientes más cálidos, lo que se traduciría en un mayor riesgo de mortalidad debida a padecimientos respiratorios. La ola de calor de 2003 ha servido de señal clara para los políticos, a la vez que ha mostrado las posibles consecuencias de tales sucesos en el futuro (Beniston, 2004; Schaer et al., 2004). Previsiblemente los procesos físicos que caracterizaron dicha ola, tales como la pérdida de humedad del suelo y su retroalimentación positiva sobre las temperaturas veraniegas, y la falta de lluvia convectiva¹ en muchas partes del continente, que generalmente se da entre junio y septiembre, aparecerán con mayor frecuencia en el futuro. Ante la gravedad de los efectos provocados por la persistencia de las temperaturas elevadas y la situación de sequía, como fueron el exceso de muertes registrado en Francia e Italia (OMS, 2003), la falta de cereales y la importante disminución de pienso para el invierno en muchos países (véase: www.clivar.org/recent/highlight.htm) y la gran reducción del caudal en muchos ríos, la reciente ola de calor como "signo de lo que va a venir" puede ayudar a los científicos a valorar el curso de los efectos futuros sobre el clima y a los políticos a formular las estrategias adecuadas para dar respuesta a estas situaciones. En realidad los modelos climáticos regionales sugieren que a finales del siglo XXI las olas de calor sobre las que se superponga la situación de sequía pueden presentarse en uno de cada dos veranos (Beniston y Díaz, 2004).

También es probable que la calidad y cantidad del agua cambien en el futuro, dado que los patrones de precipitación también cambian y las situaciones de mucho calor afectan de manera adversa a los niveles potenciales de patógenos transportados por el agua y su contaminación. Actualmente, la Organización de Naciones Unidas (ONU) cifra en 1.000 m³ la cantidad de agua mínima *per capita* al año para asegurar el bienestar; cantidad que incluye el uso de este líquido para la agricultura, la industria y las necesidades domésticas. Hoy día, el 50% de la población mundial no alcanza ese nivel y cerca de 350 millones de personas en 20 países no tienen acceso al agua potable. En el contexto de un clima cambiante y, en especial, de un mundo cuya población va a seguir aumentando considerablemente en los países en desarrollo, los cálculos señalan reducciones en la disponibilidad de agua en casi todo el mundo (Shiklomanov, 2001). Por otro lado, las cuestiones relativas a la calidad del agua resultarán aún más cruciales de lo que lo son hoy día, ya que posiblemente el número de personas sin acceso a un abastecimiento de agua potable llegue a superar los 1.000 millones en más de 30 países. De este modo aumenta el potencial de enfermedad en las naciones más pobres del mundo.

Además, los cambios de temperatura y de los patrones de precipitación también pueden tener consecuencias sobre la agricultura y, por consiguiente, sobre la seguridad alimentaria en muchas partes del mundo. De todas las actividades humanas, probablemente la agricultura sea la más sensible al tiempo y a la meteorología. El IPCC (2001) sugiere que mientras que el aporte global de alimentos puede mantenerse hasta mediados del siglo XXI, muchas partes del

¹ *Nota de la Redacción (N. de la R.).* La lluvia convectiva es la que se manifiesta, especialmente, en forma de tormentas y es consecuencia del calentamiento progresivo del aire y la formación de nubes. Éste es un fenómeno típico del verano.

mundo sentirán los efectos adversos de las olas de calor, las sequías y la humedad excesiva sobre los cereales. Es probable que, en particular, los países en desarrollo sufran reducciones de hasta el 30% en su producción actual de alimentos, lo cual implica que tendrán que importar comestibles básicos de países productores como EEUU y la Unión Europea, y que en las próximas décadas se observen tanto sequías como precipitaciones extremas en muchas partes del mundo (con relación a Europa véase Christensen y Christensen, 2003).

Los efectos combinados de agua de mala calidad, aumento de la contaminación del aire, incertidumbre sobre la seguridad alimentaria y estrés higrotérmico tendrán un efecto en particular sobre las poblaciones del mundo en desarrollo, y también cada vez más en los países del norte. Con frecuencia, la gente más pobre se ve expuesta a mayores riesgos medioambientales y para la salud, y en los países con poblaciones en crecimiento estos riesgos aumentarán en el futuro. En lo referente a la distribución de riqueza, la brecha entre ricos y pobres (tanto dentro de una misma nación como entre países ricos y pobres) se ha hecho cada vez mayor desde la década de los años sesenta (Miller, 1996). El 85% de la riqueza del mundo está en manos del 20% de la población mundial y es probable que este hiato se ensanche en el futuro porque el 95% del aumento previsto de la población mundial tendrá lugar en los países en desarrollo. Así pues, es probable que la gente del "sur" tenga que soportar la mayor parte de las consecuencias del cambio climático.

Efectos indirectos del cambio climático sobre la salud: la malaria como ejemplo

La aparición de enfermedades transmitidas por vectores, como la malaria, viene determinada por la abundancia de aquéllos, los huéspedes intermedios y los que actúan como reservorio; la prevalencia de parásitos y patógenos causantes de la enfermedad adecuadamente adaptados a los vectores, y los huéspedes humanos o animales y su resistencia a la enfermedad (McMichaels y Haines, 1997). Las condiciones climáticas locales, especialmente la temperatura y la humedad, también constituyen factores determinantes para el establecimiento y la reproducción del mosquito *Anopheles* (Epstein et al., 1998). Así pues, el posible desarrollo de la enfermedad en las regiones montañosas tiene importancia porque las poblaciones de lugares elevados, donde la enfermedad no es endémica actualmente, pueden enfrentarse a una nueva amenaza para su salud y bienestar, dado que la malaria invade progresivamente nuevas regiones que tienen condiciones climáticas favorables para su desarrollo (Martens et al., 1999).

La aparición de enfermedades transmitidas por vectores es amplia y va desde el trópico y el subtrópico hasta las zonas de temperaturas templadas. Con pocas excepciones, no aparecen en los climas fríos del mundo y están ausentes por encima de ciertas altitudes, incluso en las regiones montañosas del cinturón tropical y ecuatorial (OMS, 2001). En la actualidad, en alturas por encima de los 1.300-1.500 m en África y en Asia tropical el mosquito *Anopheles* no puede reproducirse ni sobrevivir; como resultado, la malaria apenas existe en muchos lugares elevados del trópico (Craig et al., 1999).

Los vectores precisan de ecosistemas específicos para su supervivencia y reproducción. Estos ecosistemas se ven influenciados por numerosos factores, muchos de los cuales están controlados por el clima. El cambio de cualquiera de estos factores afectará a la supervivencia y, por tanto, a la distribución de los vectores (Kay, 1989). El cambio climático global proyectado por el IPCC (2001) puede tener un efecto considerable en la distribución de las enfermedades transmitidas por vectores. Un cambio permanente en uno de los factores abióticos puede producir una alteración en el equilibrio del ecosistema, dando lugar a la aparición de hábitat más o menos favorables para el vector. En los límites actuales de distribución de éste es probable que el aumento previsto de la temperatura media produzca condiciones más favorables, tanto en términos de latitud como de altitud para los vectores, que entonces pueden reproducirse en mayor número e invadir zonas previamente inhóspitas.

La tasa de infección de la malaria constituye una función exponencial de la temperatura (OMS, 1990); pequeños aumentos de ésta pueden dar lugar a una importante reducción del número de días de incubación. De este modo regiones que se encuentran a altitudes o latitudes más elevadas pueden convertirse en zonas de acogida para los vectores; las tierras altas libres de vectores que actualmente se encuentran en Etiopía y Kenia, por ejemplo, pueden verse invadidas por aquellos como resultado de un aumento de la temperatura anual. Si esto sucediese, el número de personas infectadas por la malaria aumentaría notablemente, ya que en las tierras altas del este de África vive mucha gente.

Lindsay y Martens (1998) y Martens et al. (1999) han investigado los posibles cambios en la distribución de la malaria. Los aumentos de la temperatura y de la cantidad de lluvia muy probablemente permitirían la supervivencia de los vectores de la malaria en las áreas inmediatamente circundantes a sus habituales límites de distribución. La extensión que alcancen estas zonas en términos de altitud y de latitud depende del grado de calentamiento. El IPCC (1998) ha publicado mapas sobre el aumento de la incidencia de la malaria en África, tal y como se representa en la figura 2, en el marco de un calentamiento moderado de +1 °C. Se observa que las regiones que presentan un mayor incremento en la tasa de infección malárica son las que se encuentran por encima de los 1.000 m de altura (tal y como se representa en el mapa del recuadro). En estas regiones elevadas, incluso un moderado incremento de la temperatura puede hacer que la enfermedad se extienda a zonas que hasta entonces estaban libres de ella. La figura 3 muestra que esta tendencia ya resulta evidente en varias regiones de tierras altas de África, como Zambia y Ruanda (Loevinsohn, 1994). Aquí se observa que existe un incremento casi exponencial de la incidencia de malaria que, al menos en parte, es consecuencia del cambio de las condiciones climáticas durante el período 1975-1990.

Esta conclusión se halla en aparente contradicción con varios estudios que tratan de quitar importancia a cualquier relación apreciada entre el cambio climático observado y el incremento de la aparición de la malaria en las tierras altas del este de África. Un estudio reciente de Hay et al. (2002) llega a la conclusión de que, al menos en el caso de las altiplanicies de Kenia, no han existido tendencias climáticas de importancia suficien-

te para la transmisión de la enfermedad durante el siglo xx. Además, los autores explican que debido a la elevada variabilidad espacial y temporal del clima en el este de África "las pretendidas asociaciones entre la reaparición de la malaria local y los cambios climáticos regionales son excesivamente simplistas". Si bien ésta puede ser una conclusión lógica para los cambios climáticos relativamente moderados observados en la región, puede que no se sostenga cuando los cambios sean de mayor amplitud. Un ejemplo concreto es la intensificación de la malaria en Colombia en los episodios de *El Niño*², durante los cuales las temperaturas medias aumentan y las precipitaciones medias disminuyen con respecto a las condiciones normales (Poveda et al., 2001). Tales relaciones entre los cambios bruscos, pero significativos, del clima y el ciclo anual del desarrollo de la malaria y su transmisión pueden mejorar nuestra comprensión de las relaciones causa-efecto entre los factores

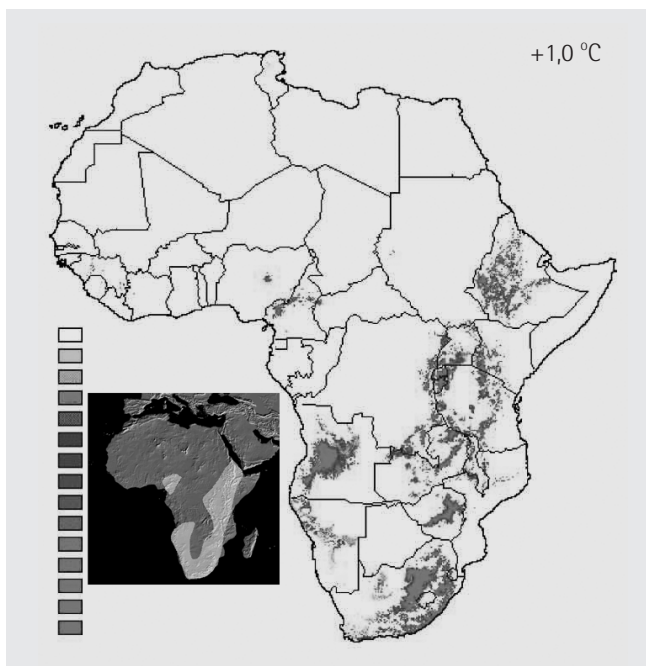


Figura 2. Cambios de la tasa de incidencia de la malaria en África tras un incremento moderado de 1 °C de temperatura. La escala de grises denota la invasión del vector en zonas generalmente libres de malaria. El mapa del recuadro señala las regiones africanas que se encuentran por encima de 1.000 m; obsérvese que es probable que la malaria se extienda debido a que estas regiones elevadas irán resultando más hospitalarias para el mosquito *Anopheles* a medida que el clima sea más cálido (IPCC, 1988).

² N. de la R. *El Niño* es un fenómeno de interacción entre la atmósfera y el Océano Pacífico tropical. Afecta al sistema climático global y su manifestación más llamativa es el aumento de la temperatura de la superficie del mar en una extensa área del Pacífico ecuatorial. En círculos científicos se denomina ENSO (*El Niño Southern Oscillation* o *El Niño Oscilación del Sur* [ENOS]) al ciclo completo de la interacción aire-mar que tiene lugar en esa zona de la Tierra. Hablando con propiedad, *El Niño* es el conjunto de procesos que acontecen en el océano en una de las fases del ENSO (la fase cálida). Entre un episodio y otro de *El Niño* suele presentarse un fenómeno caracterizado por bajas temperaturas marinas que determina situaciones atmosféricas opuestas, sobre todo en la época de invierno. A este hecho se le denomina *La Niña* o *El Viejo*. Para más información véase: <http://www.inm.es>

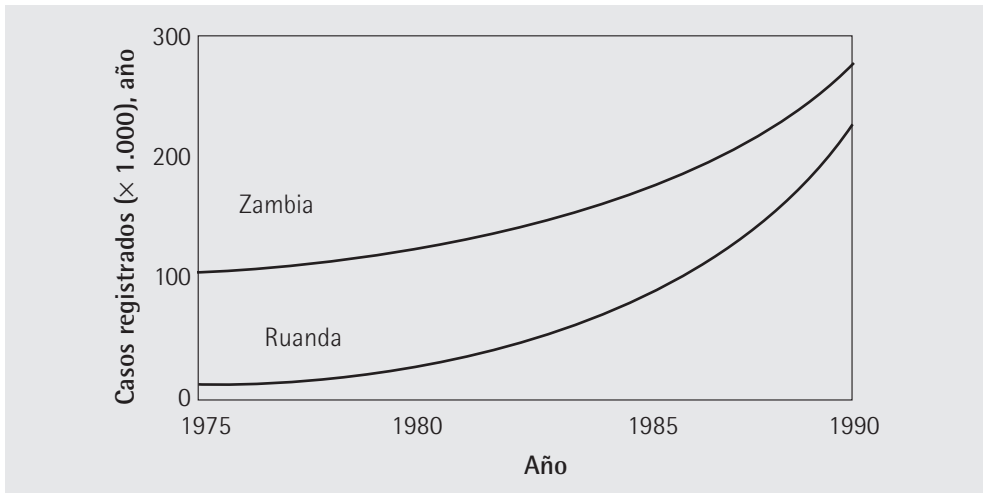


Figura 3. Tasa de infección de malaria en dos países africanos elevados (Ruanda y Zambia), durante el período 1975-1990, según Loevinsohn (1994).

medioambientales y epidemiológicos, tanto a corto (ciclos de *El Niño/oscilación del sur*) como a largo plazo (cambio climático).

África no es el único continente que se ha visto afectado por el aumento de las enfermedades transmitidas por vectores; en algunos países donde la enfermedad ha sido erradicada en la segunda mitad del siglo xx están resurgiendo ciertas cepas de malaria. Existen informes de varias zonas con una elevación entre baja y media en Turquía, Tayiquistán, Uzbequistán, Turkmenistán y los Urales que afirman que se está transmitiendo la malaria en poblaciones rurales. Wilson et al. (2001) refieren que la difusión de la malaria en el sudeste de Anatolia (Turquía) está alcanzando actualmente proporciones casi epidémicas.

Otras enfermedades transmitidas por vectores

La tabla 1 resume algunos de los posibles efectos sobre otras enfermedades importantes transmitidas por vectores que probablemente afecten a un número cada vez mayor de personas, particularmente en la zona tropical, en función de la información proporcionada por el tercer informe de evaluación del IPCC (2001) y por la OMS (2001).

Conclusiones

El efecto del cambio climático sobre la salud dependerá de muchos factores, en particular de las infraestructuras, los recursos financieros, la tecnología, el acceso a instalaciones sanitarias adecuadas y la equidad existente entre los distintos países y regiones. El cambio climá-

Tabla 1. Factores climáticos que influyen sobre la extensión y propagación de las enfermedades transmitidas por vectores y agua. Probable efecto de esas enfermedades hacia 2050 como consecuencia del cambio climático.

Enfermedad	Condiciones ambientales	Millones de personas en riesgo (año 2050)
Malaria	Dependencia de temperatura, humedad y disponibilidad de agua	2.200
Dengue y fiebre hemorrágica	Dependencia de temperatura y humedad	2.500
Esquistosomiasis	Dependencia de la temperatura a la que se reproduzcan y desarrollen los caracoles	600
Tripanosomiasis africana ("enfermedad del sueño")	Reproducción de la mosca tsetse en función de temperatura y humedad	55
Tripanosomiasis americana ("enfermedad de Chagas")	Reproducción de la chinche y del triatoma en función de temperatura y humedad	100
Leishmaniasis	Dependencia de temperatura y humedad en relación con los límites reproductivos de la mosca de la arena del flebotomos	350
Oncocercosis ("ceguera de río")	Reproducción de la mosca jején según las disponibilidades de agua	120

Adaptado de la Organización Mundial de la Salud (OMS), 2001.

tico será uno de los muchos factores agravantes, si bien hay posibilidades de adaptarse al calentamiento global mediante la acción política, económica, social y legislativa en el contexto de la "Convención marco sobre el cambio climático de Naciones Unidas" (*United Nations Framework Convention on Climate Change* [UN-FCCC]).

No obstante, el cambio climático presenta para los políticos muchos retos. Con relación a las cuestiones en las que existe una importante falta de certeza, los legisladores deben tener en cuenta el potencial de daños irreversibles o los costes y los prolongados períodos de tiempo involucrados (de décadas a siglos). También tienen que ser conscientes de los grandes lapsos que transcurren entre la emisión de un gas invernadero y la respuesta de la Tierra como sistema frente a niveles más elevados de estos gases en la atmósfera y al hecho de que habrá importantes variaciones regionales en sus efectos.

Con el fin de alcanzar un acuerdo sobre el calentamiento global es esencial la cooperación internacional, aunque conseguirla no es ninguna nimiedad, ya que existe una amplia gama de

intereses en conflicto y una extremada heterogeneidad con respecto a su renta en las naciones del mundo. El crecimiento económico, el progreso social y la protección ambiental son componentes interdependientes del desarrollo sostenible que se refuerzan mutuamente y constituyen el marco para que los esfuerzos internacionales logren una mayor calidad de vida en todo el mundo. Las respuestas frente al cambio ambiental deben coordinarse de forma integrada con el desarrollo social y económico. Cualquier decisión política debe estar encaminada a evitar los efectos adversos de dicho cambio, sin olvidar las necesidades prioritarias y legítimas de los países de renta baja en la consecución del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza.

Las medidas necesarias para reducir el efecto del cambio climático en lo tocante a la salud no son necesariamente de "naturaleza tecnológica" avanzada, sino que se encuentran más bien en el reino del "sentido común". En realidad, si fuesen precisas las tecnologías avanzadas para hacer frente a las cuestiones de salud en un clima cambiante, la mayor parte de los países no dispondrían de los recursos financieros para organizar tales medidas. La OMS (2001) ha señalado un elenco de recomendaciones que, si se siguiesen, permitirían aliviar algunos de los efectos negativos del cambio climático sobre la salud:

- Una mayor flexibilización de los sistemas gestionados por el hombre para que sea posible invertir en prácticas que eviten la deforestación, la desertificación y la pérdida de tierras viables para la agricultura, a la par que se potencie la adaptabilidad de los sistemas naturales.
- Invertir las tendencias que aumentan la vulnerabilidad, evitando el establecimiento y desarrollo de actividades económicas en zonas de alto riesgo, como llanuras inundadas, zonas costeras o zonas en las que haya desprendimientos.
- Mejorar la conciencia y la preparación social informando, en especial, sobre riesgos sobre la salud asociados con el cambio climático, creando sistemas que avisen precozmente (*early-warning systems*) e impulsando programas de educación pública.

En realidad, la conciencia creciente de las poblaciones de riesgo puede constituir la forma más eficiente de reducir los riesgos asociados a la salud con el cambio climático. Tal y como la OMS afirma (2001):

"La capacitación será ciertamente un paso importante para adaptarse al cambio climático, que permitirá a la gente tomar decisiones bien informadas que permitan beneficios a largo plazo para la sociedad".

Agradecimientos

El autor desea agradecer a la revista *Swiss Medical Weekly* que le haya permitido utilizar importantes partes de su artículo (Beniston, 2002) para elaborar el presente texto.

Bibliografía

- Beniston M. From Turbulence to climate. Heidelberg and New York: Springer, 1997, pp. 330.
- Beniston M. Environmental Change in Mountains and Uplands. Arnold Publishers, London, and Oxford University Press, New York, 2000, pp. 172.
- Beniston M. Climatic change. Possible impacts on human health. *Swiss Medical Weekly*, 2002; 132: 332-337.
- Beniston M. The 2003 heat wave in Europe. A shape of things to come? *Geophysical Research Letters*, 2004; 31, L02022.
- Beniston M, Díaz HF. The 2003 heat wave as an example of summers in a greenhouse climate? Observations and climate model simulations for Basel, Switzerland. *Global and Planetary Change*, 2004; 44: 73-81.
- Christensen JH and Christensen OB. Severe summertime flooding in Europe. *Nature*, 2003; 421: 805-806.
- Craig MH, Snow RW, LeSueur D. A climate-based distribution model of malaria transmission in Africa. *Parasitology Today*, 1999; 15: 105-111.
- Epstein PR, Diaz HF, Elias S. Biological and physical signs of climate change. Focus on mosquito-borne diseases. *Bull Am Meteorol Soc*, 1998; 78: 410-417.
- Hay SI, Cox J, Rogers DJ, Randolph SE, Stern DI, Shanks DG, et al. Climate change and the resurgence of malaria in the East African highlands. *Nature*, 2002; 415: 905-909.
- IPCC. Climate Change. The IPCC Second Assessment Report. Cambridge and New York: Cambridge University Press. Volumes I (Science), II (Impacts) and III (Socio-economic implications), 1996.
- IPCC. The regional impacts of climate change. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 1998, pp. 517.
- IPCC. Climate Change. The IPCC Third Assessment Report. Cambridge and New York: Cambridge University Press. Volumes I (The Scientific Basis), II (Impacts, Adaptation, and Vulnerability) and III (Mitigation), 2001.
- Kay BH. Rearing temperature influences flavivirus vector competence of mosquitoes. *Med Vet Entomol*, 1989; 3: 415-422.
- Keatinge WR, Donaldson GC, Cordioli E, Martinelli M, Kunst AE, Mackenbach JP, et al. Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study. *BMJ*, 2000; 81: 795-800.
- Lindsay SW and Martens WJM. Malaria in the African highlands, past, present and future. *WHO Bulletin*, 1998; 76: 33-45.
- Loevinsohn, M. Climatic warming and increased malaria incidence in Rwanda. *The Lancet*, 1994; 343: 714-718.
- Martens P, Kovats RS and Nijhof S. Climate change and future populations at risk from malaria. *Global Environmental Change*, 1999; 9: 89-107.
- McMichael AJ, Haines A. Global climate change: the potential effects on health. *BMJ*, 1997; 315: 805-809.
- McMichaels AJ, Kovats RS. Climate change and climate variability. Adaptations to reduce adverse climate change impacts. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2000; 61: 49-64.
- Miller JT Jr. Living in the environment. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, 1996, pp. 727.
- Myers N and Tickell C. Cutting evolution down to our size. *The Financial Times weekend supplement*, October 27-28, 2001.
- Pebley AR. Demography and the Environment. *Demography*, 1998; 35: 377-389.
- Poveda G, Rojas W, Quinones ML, Velez ID, Mantilla RI, Ruiz D, et al. Coupling between annual and ENSO timescales in the malaria-climate association in Colombia. *Environ Health Perspect*, 2001; 109: 489-493.
- Schär C, Vidale PL, Lüthi D, Frei C, Häberli C, Liniger M and Appenzeller C. The role of increasing temperature variability in European summer heat waves. *Nature*, 2004; 427: 332-336.
- Shiklomanov IA (ed.). World water resources at the beginning of the 21st century. Paris: UNESCO Publications, 2001.
- WHO. Potential health effects of climatic change. Report of a WHO Task Group. Geneva: World Health Organization, 1990.

- WHO. World Health Report 2001. Geneva: World Health Organization, 2001.
- WHO. The health impacts of 2003 summer heat-waves. Briefing note for the Delegations of the fifty-third session of the WHO, Regional Committee for Europe. Geneva: World Health Organization, 2003, pp. 12.
- Wilson ML, Mahanty B, Wannebo A, MacDonald P, Gleason A, Smith R, et al. Vector-borne Disease Associated with Irrigation, Agriculture, and Environmental Change in Southeastern Turkey. Application of Satellite Image Analysis. Yale-New Haven Medical Center Report, 2001.