

Editorial

El cambio climático y la salud humana

Los procesos biológicos y, por ende, los relacionados con la sociedad, se han adaptado a diversos factores del ambiente en el que se han desarrollado. Uno de ellos es el clima, el cual se define como las condiciones predominantes de la atmósfera cercana a la superficie terrestre sobre un lugar o región durante un largo período (años, decenios, siglos, miles de años). Muchos patrones de distribución espacial y temporal de procesos biológicos y socioeconómicos están, en gran parte, regulados por el clima (1-3). La variabilidad climática, es decir, las fluctuaciones extremas de esta condición predominante, o su modificación, el cambio climático, afectan los procesos biogeofísicos y socioeconómicos, lo que trae consigo importantes repercusiones positivas y negativas en los ecosistemas y en la sociedad.

La atmósfera cercana a la superficie terrestre se mantiene cálida gracias a una capa de gases que ejerce un efecto de invernadero, entre los cuales se encuentran el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO_2), el metano, el óxido nitroso y algunos gases industriales como los clorofluorocarbonados (4). Durante el siglo XX, la concentración de estos gases en la atmósfera, y especialmente la del CO_2 , aumentó paulatinamente como resultado de la actividad humana, particularmente por el uso de combustibles fósiles para la generación de energía, las actividades industriales y el transporte, procesos que liberaron hacia la atmósfera grandes cantidades de CO_2 . Se generó así un incremento de $0,6^\circ\text{C}$ en la temperatura promedio de la superficie terrestre en el último siglo (4). El continuo aumento de la temperatura de la superficie terrestre parecería inevitable si la actividad humana persistiera al ritmo actual.

La humanidad se enfrenta, pues, al reto del cambio climático, tema que en el siglo XXI ocupará a las ciencias del ambiente (climatología aplicada y bioclimatología, entre otras) y medirá sus consecuencias sobre todas las esferas de la vida humana, animal y vegetal.

Desde el punto de vista de la epidemiología, la salud pública y la gestión de la salud, existe gran preocupación por el impacto que el cambio climático viene ejerciendo sobre la salud humana. Hay evidencias claras sobre las alteraciones que se están presentando en el clima en diferentes partes del mundo; igualmente, hay estimativos confiables sobre la magnitud que éstos podrían adquirir en la segunda mitad del presente siglo (5) y de las acentuadas alteraciones que tales cambios podrían ocasionar en los patrones de distribución de los agentes infecciosos y de sus vectores, y, en general, sobre los sistemas de salud de los países (6).

Entre las posibles repercusiones del cambio climático sobre la salud humana se encuentran efectos directos, como el aumento de la incidencia de las enfermedades transmitidas por vectores y de las ocasionadas por alérgenos y contaminantes transmitidos en aerosoles. También se deben tomar en cuenta las repercusiones indirectas sobre la nutrición dados sus efectos en la producción de alimentos y su valor nutricional, las generadas por la alteración de la frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos (muertes y morbilidad por daños directos a las personas y a la infraestructura sanitaria) y los daños a los sistemas ecológicos y sociales. Por todo lo anterior, es pertinente y urgente conocer con mayor precisión la relación existente entre el clima y los diferentes aspectos de la salud humana, más concretamente, sobre los posibles resultados de la variabilidad y del cambio climáticos, con el fin de identificar y orientar con mayor fundamento las medidas necesarias para reducir la vulnerabilidad de los países en esta materia.

Diversos estudios llevados a cabo en diferentes partes del mundo han mostrado la estrecha relación entre el clima y los patrones de distribución espacial y temporal -fundamentalmente estacional- de plagas y enfermedades, así como de las alteraciones que en estas últimas producen las fases extremas de la variabilidad climática, como son las causadas por los fenómenos conocidos como El Niño y La Niña (7) y las que se producirían por el cambio climático (6).

En Colombia se han adelantado varios estudios sobre los efectos de la variabilidad climática en la salud, y entre ellos se destacan los publicados por Poveda *et al.* en 2000 y 2001 (8,9) que analizaron los efectos de El Niño en la incidencia del paludismo y del dengue en Colombia. También, descuellan los estudios sobre la relación entre el cambio climático y la salud (paludismo y dengue) que sirvieron de base para la primera comunicación de Colombia ante la Convención Marco del Cambio Climático (10).

En nuestro país se ha observado repetidamente que el comportamiento del paludismo muestra un patrón de ciclos quinquenales o paraquinquenales, caracterizados por picos que ocurren cada 4 o 5 años, aproximadamente, en el número de casos notificados, sin que se conociera con certeza su causa. Estudios posteriores demostraron que estos picos estaban relacionaban con la presencia del fenómeno El Niño, oscilación sur (9, 11). En 1998, cuando ocurrió el fenómeno El Niño más intenso del que se tenga noticia hasta ahora, hubo un incremento inusitado de casos de paludismo en Colombia, pasando de 180.910 en 1997 a 256.697 en 1998, un aumento del 42%, y presentándose por primera vez desde la década de 1970, un predominio neto de los casos por *Plasmodium falciparum* (52%), lo que rompió la tendencia de la proporción de casos por esta especie que, históricamente y hasta entonces, había oscilado entre el 30% y el 40%.

Este aumento es explicable por varias circunstancias, entre ellas el fenómeno El Niño que ocasionó un aumento de la temperatura en todo el territorio nacional con la disminución subsecuente de la precipitación en algunos sectores de la Costa Pacífica colombiana, principal área endémica de transmisión de paludismo en Colombia. Se conoce que el incremento de la temperatura acelera el ciclo esporogónico del parásito en su vector, *Anopheles* sp., acortándolo y, que a su vez, acelera el ciclo biológico del vector en la naturaleza. La disminución de la precipitación hace que los criaderos de los anofelinos se tornen más estables lo cual contribuye a una mayor densidad vectorial (12). Todo ello originó un aumento de la transmisión de la infección en el Pacífico colombiano, la única de las áreas endémicas de paludismo en Colombia en donde predomina *P. falciparum*, y en la que cerca del 80% de los casos de paludismo son causados por esta especie.

En 1999, cuando ocurrió el fenómeno contrario, La Niña, el número de casos de paludismo en Colombia disminuyó a 86.808, una tercera parte de los casos informados en 1998 y, aproximadamente, la mitad de los casos que se registran en un año "normal"; igualmente, la proporción de casos por *P. falciparum* disminuyó a 33%.

La variabilidad climática asociada con las fases extremas de los fenómenos El Niño, oscilación sur, y La Niña, constituye un "experimento natural" que permite vislumbrar algunas de las consecuencias -ya no transitorias sino permanentes- que traería consigo el cambio climático global. Algunos estimativos sugieren que ante una duplicación de la concentración del dióxido de carbono que se alcanzaría hacia la segunda mitad del siglo XXI, la temperatura media anual sobre el territorio colombiano podría superar en 1,5°C los promedios del período 1961-1990; así mismo, la precipitación y otras variables climatológicas tendrían cambios diversos (13).

Lo anterior afectaría los patrones de distribución de vectores, parásitos y agentes infecciosos con un incremento paralelo en la incidencia de varias enfermedades transmisibles en la población colombiana.

Una de las consecuencias previsible sería la ampliación del rango de la altitud de la distribución de las especies vectores de agentes infecciosos, lo que permitiría su establecimiento y posterior transmisión desde lugares previamente libres de vectores. En Colombia no existe transmisión de paludismo a alturas superiores a los 1.500 metros sobre el nivel del mar (msnm) debido a que no hay presencia de

especies vectores en cotas superiores a esta altura y también porque el parásito no puede desarrollarse en el vector a temperaturas inferiores a 17°C y, por encima de los 1.500 msnm, la temperatura mínima es mucho menor. El incremento de la temperatura promedio permitiría no sólo un aumento en la transmisión del paludismo en las zonas donde es endémica sino que, además, se establecerían nuevos sitios de transmisión a altitudes superiores con potenciales y graves consecuencias para grupos de población no expuestas previamente al parásito y, por lo tanto, vulnerables a la enfermedad y predispuestos a complicaciones graves.

A pesar de los valiosos aportes de los estudios llevados a cabo hasta ahora en Colombia y en el mundo, aún es necesario ampliar y profundizar en el conocimiento sobre el impacto que la variabilidad y el cambio climáticos pueden tener en la salud humana. De igual manera, se necesita profundizar no sólo en lo relacionado con el paludismo, sino también con otras enfermedades infecciosas y transmitidas por vectores, como el dengue, la leishmaniasis y la enfermedad de Chagas. El conocimiento generado por estas futuras investigaciones suministrará, muy posiblemente, elementos al sistema nacional de salud que permitan reducir la vulnerabilidad de la población frente a los embates de la variabilidad climática y fortalezca los sistemas de vigilancia en salud pública. Sólo así sería posible contar con un sólido programa de adaptación al cambio climático que permitiera prever y evitar al máximo sus consecuencias sobre la salud humana.

El pasado 16 de febrero de 2005 entró en vigencia el protocolo de Kyoto presentado a la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, el cual había sido firmado por 180 países en diciembre de 1997, el cual fue ratificado posteriormente por el 55% de ellos. Mediante este instrumento, cerca de 40 países desarrollados -los que generan la mayor cantidad de gases que generan el efecto invernadero- se comprometieron a tomar medidas para reducir, en el período 2008-2012, las emisiones de estos gases en 5,2% en relación con los niveles de 1990 (14). Aunque este porcentaje parece modesto e insuficiente para contrarrestar los efectos globales del cambio climático a largo plazo, y a pesar de que los Estados Unidos -el país que genera la mayor cantidad de gases- rehusó firmarlo, este protocolo puede considerarse como un primer y fundamental paso hacia la eventual reducción de la magnitud del cambio climático y de sus graves consecuencias sobre todos los aspectos de la vida y de la ecología de nuestro planeta.

José Daniel Pabón

Departamento de Geografía, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia,
Bogotá, D.C., Colombia

Rubén Santiago Nicholls

Grupo de Parasitología, Instituto Nacional de Salud, Bogotá, D.C., Colombia

Referencias bibliográficas

1. **Griffit JF.** Climatología aplicada. Primera edición en español. México, D. F.: Publicaciones Cultural; 1985.
2. **Thompson RD, Perry A.** Applied climatology. Principles and practice. First edition. London: Routledge; 1997.
3. **Bonan G.** Ecological climatology. First Edition. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 2002.
4. **Sutherst RW.** Global change and human vulnerability to vector borne diseases. Clin Microb Rev 2004;17:136-73.
5. **Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.** Climate change 2001: the scientific basis. En: Houghton JT, Ding Y, Griggs DJ, Noguer M, van der Linden PJ, Dai X, Maskell K, Johnson CA, editors. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, New York, USA: Cambridge University Press; 2001.
6. **Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.** Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability. En: McCarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokken DJ, White KS, editors. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, New York, USA: Cambridge University Press; 2001.

7. **Kovats RS.** El Niño and human health. *Bull World Health Org* 2000;78:1127-35.
8. **Poveda G, Graham NE, Epstein PR, Rojas W, Quiñones ML, Vélez ID *et al.*** Climate and ENSO variability associated with vectorborne diseases in Colombia. En: Poveda G, Graham NE, Epstein PR, Rojas W, Quiñones ML, Vélez ID, Martens W, editors. *El Niño and the southern oscillation, multiscale variability and global and regional impacts*. First edition. London: Cambridge University Press; 2000.
9. **Poveda G, Rojas W, Quiñones ML, Vélez ID, Mantilla RI, Ruiz D *et al.*** Coupling between annual and ENSO timescales in the malaria-climate association in Colombia. *Environ Health Perspec* 2001;5:489-93.
10. **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.** Colombia, primera comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Bogotá, D.C. (Colombia): IDEAM; 2001.
11. **Gagnon AS, Smoyer-Tomic KE, Bush ABG.** The El Niño southern oscillation and malaria epidemics in South America. *Int J Biometereol* 2002;46:81-9.
12. **González JM, Olano V, Vergara J, Arévalo-Herrera M, Carrasquilla G, Herrera S, López JA.** Unstable, low-level transmission of malaria on the Colombian Pacific Coast. *Ann Trop Med Parasitol* 1997;91:349-58.
13. **Pabón JD.** El cambio climático global y su manifestación en Colombia. *Cuadernos de Geografía* 2003;12:111-9.
14. **Environment Canada** [página en Internet]. Montreal: Canadian Environmental Assessment Agency (CEAA); [consultado el 21 de febrero de 2005]. Climate change overview; [aproximadamente 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.ec.gc.ca/climate/kyoto-e.html>.