

# Retorno al debate sobre la malaria en África Oriental

por Samuel M. Waweru<sup>1</sup>, Judith A. Omumbo<sup>2</sup>, Bradfield Lyon<sup>2</sup>, Madeleine C. Thomson<sup>2</sup>, Stephen J. Connor<sup>2</sup>



© DAVID GOTTLIEB

**Se ha llevado a cabo un acalorado debate en relación a si el aumento de los casos de malaria en las tierras altas de Kenya que se ha observado en los últimos treinta años puede asociarse con los cambios locales de temperatura, y si esos cambios están conectados a los procesos de cambio climático a escala mundial.** Hay muchos estudios que documentan el debate (12, 16, 18, 19). El caso de las tierras altas kenianas viene a colación, puesto que otras zonas de África se enfrentan a retos similares, como es el caso de las tierras altas de Etiopía, Ruanda, Burundi y la República Unida de Tanzania.

Un nuevo estudio (2), apoyado por el Departamento Meteorológico de Kenya (KMD), establece una tendencia de calentamiento a largo plazo en Kericho, en las tierras altas de Kenya, y asocia la tendencia en parte con las temperaturas de la superficie del mar y de la superficie terrestre en los trópicos. El estudio aporta importantes pruebas para resolver el debate, y también demuestra que la asociación con los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales resulta fundamental para garantizar la disponibilidad de los datos y servicios climáticos correspondientes.

La malaria es la enfermedad más conocida con sensibilidad ante los cambios en el clima. La dinámica de su transmisión es compleja, con interacciones entre múltiples factores en constante cambio, cuya medición requiere un

gran esfuerzo. El desarrollo del mosquito vector o del parásito depende de la temperatura y, por tanto, los modelos de transmisión son altamente sensibles a las variaciones en la temperatura ambiente.

En este estudio, los datos empleados incluían datos climatológicos, temperatura, precipitación y presión de vapor. La información climática ayuda a vigilar y a pronosticar la distribución de la malaria, la estacionalidad, la variabilidad de un año a otro y las tendencias a largo plazo. Los profesionales de la salud reconocen cada vez en mayor medida que el conocimiento del clima supone un requisito previo para llevar a cabo una evaluación precisa de las intervenciones de la malaria.

Con el fin de aprovechar las nuevas oportunidades de cara a la gestión de los riesgos para la salud relacionados con el clima, es preciso que la comunidad sanitaria:

- se asocie con las comunidades de investigación y de servicios en el plano climático y medioambiental;
- trabaje para superar las barreras políticas e institucionales; e
- identifique oportunidades para utilizar con eficacia la información climática en las políticas sanitarias y en la toma de decisiones.

Asimismo, las comunidades meteorológicas y climáticas nacionales deben dar pasos para suministrar una

información y unos servicios climáticos que sean relevantes en términos de política para el sector sanitario. El Marco Mundial para los Servicios Climáticos, el resultado clave de la Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima (2009), junto con iniciativas africanas como Clima para el desarrollo en África, abordarán la disponibilidad de datos, los servicios climáticos personalizados y las relaciones eficaces que se centren en las necesidades del usuario. Los servicios deberían personalizarse con arreglo a la demanda, y la comunidad sanitaria debería lograr que se escucharan sus necesidades (18, 19). Por este motivo, el estudio íntegro sobre Kericho se ha publicado en círculos sanitarios, y este artículo que lo acompaña se ha elaborado para la comunidad meteorológica.

## La malaria en África Oriental

Desde que en 1998 se apuntó la posibilidad de que el calentamiento global podría ocasionar la expansión geográfica de la transmisión de la malaria hasta zonas elevadas (1) anteriormente libres de la enfermedad, han sido muchas las publicaciones revisadas por colegas, artículos en periódicos, editoriales y blogs que se han escrito sin poder resolver el debate. La controversia se ha centrado en las fincas de té situadas en Kericho, un distrito de las tierras altas de África oriental, que se encuentra entre 1 600 y 3 000 metros por encima del nivel del mar, al oeste del Gran Valle del Rift, en Kenya. La región reúne las condiciones idóneas para cultivar té, gracias a su clima templado y a una precipitación bien distribuida. Los datos recogidos durante más de 30 años y confirmados por el

<sup>1</sup> Departamento Meteorológico de Kenya.

<sup>2</sup> Instituto internacional de investigación sobre el clima y la sociedad, Instituto de la Tierra de la Universidad de Columbia (Estados Unidos).

Este artículo es una adaptación de un informe íntegro del estudio "Raised temperatures over the Kericho tea estates: Revisiting the climate in the East African highlands malaria debate", publicado en la revista *Malaria Journal* en 2011, 10:12. Puede consultarse en: <http://www.malariajournal.com/content/10/1/12>.

## Los datos climáticos de Kericho confirman la tendencia de calentamiento

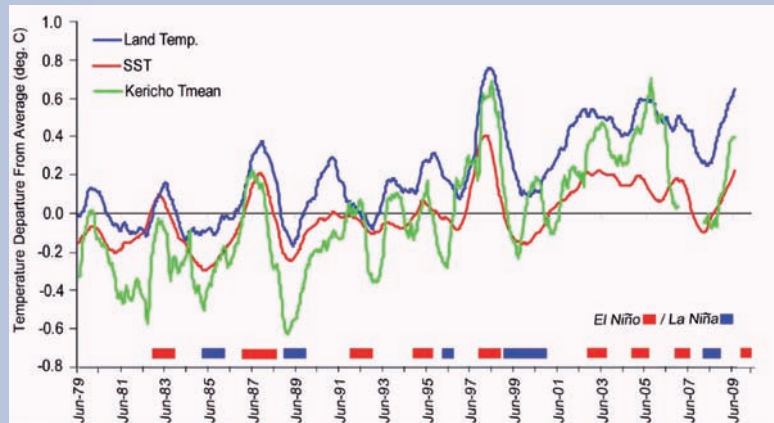
El estudio conjunto del Instituto internacional de investigación sobre el clima y la sociedad del Instituto de la Tierra, en la Universidad de Columbia (Estados Unidos), y del KMD pone de manifiesto la importancia de conocer los orígenes de los datos climáticos, así como la necesidad de efectuar un control de calidad y de comprender los mecanismos a través de los cuales la variabilidad y el cambio del clima a nivel local se relacionan con los procesos climáticos de mayores dimensiones antes de extraer cualquier conclusión.

Un análisis de la información meteorológica de "patrón de oro", suministrada por el KMD, ofrece pruebas claras de las tendencias de calentamiento en las temperaturas máximas, mínimas y medias entre 1979 y 2009. Además, las tendencias positivas altamente significativas ( $p < 0,01$ ;  $0,21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $0,24\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $0,21\text{ }^{\circ}\text{C}$  por década en los casos de las temperaturas medias, máximas y mínimas, respectivamente) presentadas en este informe se hallaron tras una meticulosa corrección de la serie temporal, un proceso que habrá reducido cualquier tendencia registrada en el conjunto de datos de Kericho más que exagerarla.

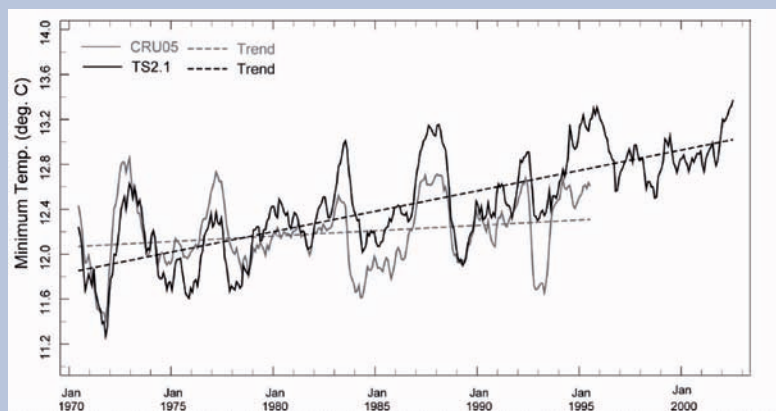
Además, se calcularon las desviaciones mensuales con respecto a los valores medios mensuales a largo plazo (1980-2009) de temperatura y precipitación máxima, mínima y media. Posteriormente, se aplicó una media móvil de 11 meses a uno de los grupos de series temporales resultantes. Las cuatro variables también se conservaron a efectos de analizarlas con otras variables climáticas, incluidas las series temporales mensuales en las que se ha eliminado la tendencia lineal. Los datos de temperatura de la superficie marina tropical también se incluyeron en el análisis.

La serie temporal de temperatura media de Kericho se comparó, por ejemplo, con la temperatura media de la superficie marítima tropical ( $25^{\circ}\text{S}$ - $25^{\circ}\text{N}$ ) y con las anomalías de la temperatura terrestre (desviaciones con respecto a los valores medios mensuales durante el período 1980-2009). A cada serie temporal se le aplicó una media móvil de 11 meses para resaltar de este modo las variaciones asociadas al fenómeno de El Niño/Oscilación Austral. Se encontraron importantes correlaciones entre la media de temperatura y la serie temporal perteneciente a los dos trópicos (véase la figura).

También se llevó a cabo una comparación de tendencias para dos versiones de los datos de la Universidad de Anglia del Este. Posteriormente, para estas dos versiones del conjunto de datos se determinó la desviación de la temperatura media mensual (1971-2000) correspondiente a los datos del punto de rejilla más cercano a la estación de Kericho (se aplicó una media móvil de 11 meses). La línea de tendencia para la v2.1 presenta una pendiente positiva, mientras que el CRU05 provisional, básicamente, no muestra tendencia alguna.



*Series temporales de desviaciones mensuales con respecto a los valores medios 1980-2009 (en grados Celsius) con la aplicación de una media móvil de 11 meses para: la temperatura media de Kericho (línea verde), la temperatura de la superficie del mar tropical global ( $25^{\circ}\text{S}$ - $25^{\circ}\text{N}$ ) (línea roja) y la temperatura media de la zona tropical terrestre (línea azul). Las barras coloreadas de la parte inferior del gráfico muestran la aparición de los fenómenos de El Niño y La Niña (teniendo en cuenta la definición en uso en el Centro de predicción climática de los Estados Unidos). Consulte el otro gráfico para conocer las correlaciones temporales entre estas variables. Fuente: Omumbo et al., *Malaria Journal*, 2011, 10:12.*



*Series temporales de  $T_n$  basadas en las versiones CRU05 y v2.1 de los datos CRU de la Universidad de Anglia del Este correspondientes al período 1970 a 1995 (CRU05) y 2002 (v2.1). Las regresiones lineales que mejor se ajustan se representan mediante una línea discontinua para las dos versiones, que muestra importantes diferencias. Fuente: Omumbo et al., *Malaria Journal*, 2011, 10:12.*

laboratorio en relación con la incidencia de la malaria están disponibles en las instalaciones sanitarias de la finca de té de Brooke Bond (Unilever), con atención meticulosa a la cobertura de la intervención, a la demografía y al entorno. Los datos climáticos oficiales

a nivel local no han estado disponibles, dando lugar a un debate acerca de la correlación entre las tendencias térmicas y la malaria.

Una serie temporal de datos, sometidos a control de calidad, correspondientes

a la temperatura y precipitación diarias de la estación de observación del KMD en Kericho ha ayudado a resolver esta controversia, que se había prolongado a lo largo de varias décadas. Durante las tres últimas décadas se ha registrado una importante tendencia



© DAVID GOTTLIEB

Judith Omumbo (primera por la derecha), miembro del equipo de investigación, charla con los trabajadores de una finca de té en Kericho.

térmica al alza. Estos resultados refuerzan la idea de que el clima debería de tenerse en cuenta, junto con factores como el cambio en el uso de la tierra y la resistencia a los medicamentos, a la hora de considerar las tendencias en la malaria y los impactos de las intervenciones encaminadas a su control.

## Controversia: unos consideran que el entorno es caluroso, pero otros no

Los estudios previos sobre Kericho y otros lugares de las tierras altas de África oriental ofrecen evidencias claras de la aparición y el resurgimiento de la malaria en las décadas de 1980 y 1990 (3). Esta tendencia puede haber sido atajada o invertida en algunas zonas merced a intervenciones a gran escala contra la malaria desde 2005. Los estudios que utilizan datos relativos a la malaria procedentes de las fincas de té de Kericho concluían que los cambios climáticos no constituían un factor importante que contribuyera a la tendencia observada (3, 4). El motivo por el que los estudios previos no concuerdan con los actuales es que los investigadores tenían un acceso limitado a los datos de calidad de las estaciones meteorológicas de Kericho.

Los estudios dependían en gran medida de series de corta duración de datos de las estaciones, con un control de calidad inadecuado o ignorando completamente las observaciones locales sobre el terreno, en favor de datos interpolados que están destinados a análisis regionales o de escala global, y utilizando solamente una parte de las estaciones gestionadas por los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales. En consecuencia, los analistas dependían de las temperaturas superficiales interpoladas, una selección pobre para llevar a cabo un análisis a nivel local. Estas limitaciones han sido claramente definidas por los productores de estos datos (5).

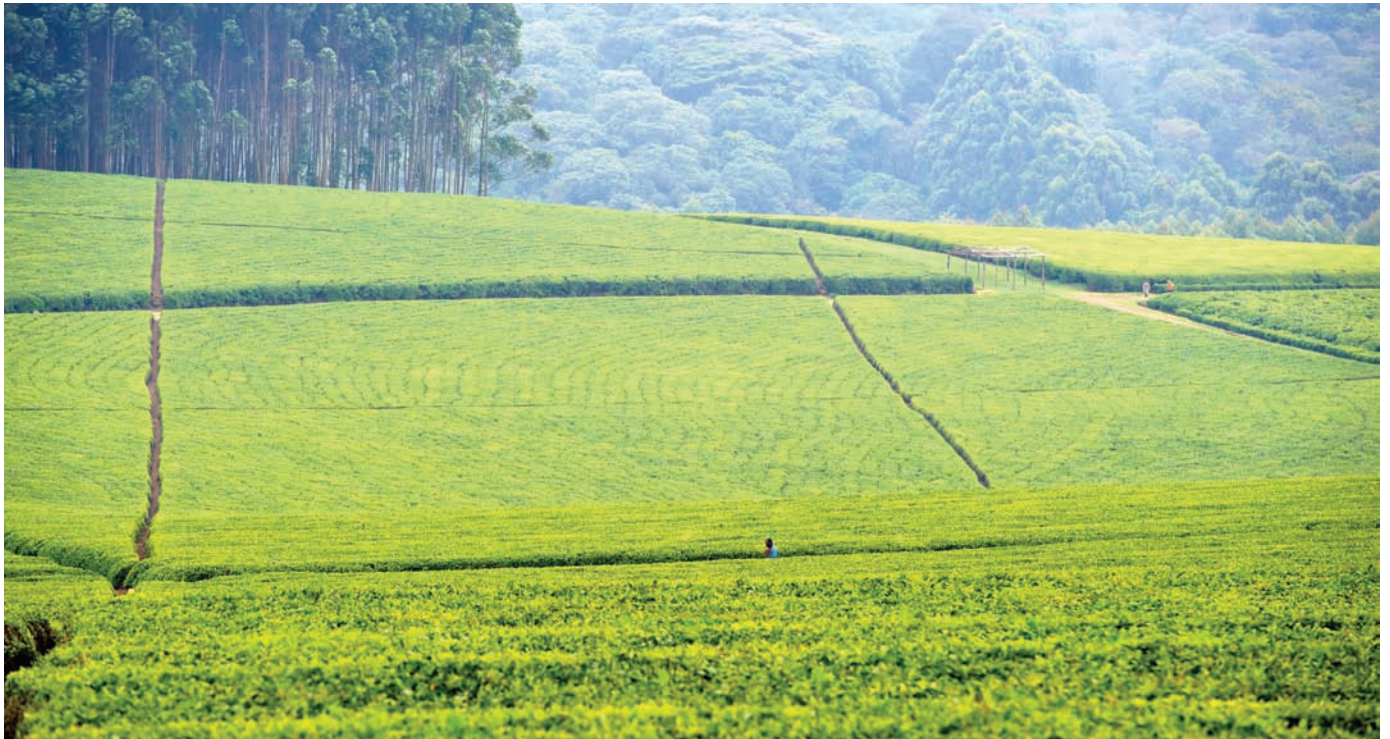
## Lagunas en los datos climáticos

Aunque resulta asumible dentro del marco de los servicios meteorológicos nacionales, el coste de obtener registros diarios supone una importante limitación. La brecha existente desde el punto de vista técnico, de capacidad e institucional tiene que superarse con el fin de conseguir un acceso íntegro, un control de calidad y un uso adecuado de estos datos (6).

Los datos climáticos reticulares de dominio público han mejorado en mu-

chas zonas del planeta, pero su precisión depende en gran medida de la calidad y de la coherencia de los datos de observación de entrada. Debido al acceso inadecuado a las observaciones de las estaciones, muchos estudios sobre las tendencias de la temperatura de Kericho basaron sus análisis en versiones de datos reticulares desarrolladas por la Unidad de investigación del clima de la Universidad de Anglia del Este. Los datos son valores medios mensuales de variables climáticas en superficie correspondientes a zonas terrestres de todo el mundo que se han desarrollado para aplicaciones continentales o globales (5). La falta de acuerdo con respecto a las tendencias de la temperatura en Kericho procede en buena parte de la utilización de estos datos interpolados.

Los análisis previos de los datos sobre malaria de las fincas de té de Kericho mediante observaciones meteorológicas medias mensuales a nivel local registradas en la Tea Research Foundation no encontraron ninguna evidencia de cambios importantes en el clima a lo largo del período en el que se había observado el aumento de la malaria (3, 7). Los autores concluyeron que la resistencia a los medicamentos era la causa más probable del aumento de la transmisión de la malaria en vez del cambio climático.



© DAVID GOTTLIEB

*El Departamento Meteorológico de Kenya ha ayudado a crear el vínculo entre un clima en proceso de cambio y la malaria en Kericho (Kenya).*

Además, el análisis de Fourier de una versión ampliada del mismo conjunto de datos se utilizó para inferir que la incidencia observada del período interepidémico de malaria en Kericho estaba relacionada con la dinámica de la población más que con cambios cíclicos en la temperatura o en la precipitación (8, 9). La inclusión del índice de oscilación austral en el análisis no cambió el resultado. Estudios posteriores de los mismos autores fueron respaldados por el conjunto de datos reticulares de la Universidad de Anglia del Este (4, 9-12) y llevaron a los autores a concluir que “los análisis de las series temporales de malaria en emplazamientos como Kericho han puesto de manifiesto que la incidencia de la malaria en las tierras altas de Kenya ha aumentado ante la ausencia de cambios covariantes en el clima” (10).

Otros autores llamaron la atención sobre el uso inadecuado de los datos de la Universidad de Anglia del Este (13), mientras que algunos malinterpretaron los datos como si estuvieran basados en registros meteorológicos locales oficiales y concluyeron que el clima no puede considerarse un factor importante en la frecuencia y en la intensidad de las epidemias de malaria en las tierras altas de Kenya. Por ejemplo, un artículo de análisis de 2008 sobre la malaria y el calentamiento global (14) hacía referencia al análisis de Kericho (18) y rezaba lo siguiente: “Además,

una serie de registros meteorológicos bien conservados no muestra cambios significativos en la temperatura durante las décadas recientes”. Otros estudios (9, 15, 16) han alcanzado conclusiones parecidas.

## Eliminando lagunas de datos

En el último estudio se compararon tres versiones recientes de los datos de la Universidad de Anglia del Este, la más reciente de ellas incorporaba cuatro años adicionales de observaciones; todas se examinaron para determinar la coherencia temporal. Las variaciones climáticas locales observadas en Kericho también se compararon con variaciones climáticas a mayor escala, entre ellas la temperatura de la superficie del mar y el fenómeno de El Niño/Oscilación Austral.

El KMD salvó las lagunas existentes a través de la construcción de series temporales digitalizadas de temperaturas diarias máximas y mínimas, así como de precipitación acumulada para la estación de observación de Kericho (33,35°E, 0,36°S). Los datos abarcan desde el 1 de enero de 1979 hasta el 31 de diciembre de 2009 en lo que a temperaturas máximas y mínimas se refiere y, para la precipitación, del 1 de enero de 1980 al 31 de diciembre de 2009. El Instituto de formación e

investigación meteorológica del KMD, en Nairobi, llevó a cabo el control de calidad, que incluía:

- actualización de registros pendientes;
- verificación de nuevos registros; y
- comprobaciones del alcance y la coherencia.

Se procedió a examinar una serie temporal mensual ajustada de temperaturas máximas, mínimas y medias con el fin de buscar tendencias temporales estadísticamente significativas entre 1977 y 2009. Para las tres variables térmicas se encontraron tendencias al alza del orden de +0,2 °C por década. Mientras que los factores locales pueden contribuir a la tendencia al alza en Kericho, se dedujo que esta guardaba coherencia con las tendencias registradas en los trópicos a nivel global. Esto indica que es probable que las variaciones climáticas tanto locales como a gran escala estén actuando, y da una validez adicional al hallazgo de una tendencia al alza de las temperaturas en este emplazamiento.

## El valor de unos datos fiables

El clima sigue siendo un posible elemento impulsor de la malaria. Las mediciones climáticas, efectuadas fuera del sector sanitario, tienen un carácter exclusivo puesto que se registran con arreglo a normas reconocidas

internacionalmente y en intervalos de tiempo regulares y definidos. Esto permite realizar análisis sistemáticos a escala local y global con el fin de facilitar la comparación a través de emplazamientos geográficos y a lo largo de períodos de tiempo prolongados. Las características fundamentales de la climatología, la estacionalidad, el ritmo diurno y la predictibilidad potencial para múltiples escalas temporales (meteorológicas, estacionales, decenales y más largas) las hace ideales como capas de información adicional para el sector sanitario de cara a su aplicación en tareas de evaluación, vigilancia y predicción de la vulnerabilidad asociada a la malaria.

Los datos climáticos nos ayudan a comprender las características epidemiológicas de la malaria en un entorno global cambiante. Un requisito previo es el correspondiente control de calidad de los datos climáticos y epidemiológicos. Las tendencias positivas en las tres variables climáticas (temperaturas media, máxima y mínima) sugieren que los factores climáticos en Kericho no pueden descartarse como impulsores de la variabilidad y de las tendencias en la incidencia de la malaria.

Aunque la importancia de la tendencia de calentamiento que se ha observado

en este estudio ( $> 0,2$  °C por década) en relación con los cambios en el potencial de transmisión de la malaria aún tiene que valorarse, las indicaciones procedentes de otros estudios apuntan a que, en esta región, incluso un cambio moderado en la temperatura puede tener un efecto significativo sobre la transmisión (16, 17). Para garantizar una comprensión adecuada de los procesos climáticos que intervienen en la transmisión de la enfermedad, es necesario contar con datos de alta calidad junto con la interpretación avezada de los epidemiólogos, científicos climáticos y meteorólogos.

## Referencias

1. LINDSAY, S. W. y W. J. M. MARTENS, 1998. Malaria in the African highlands: past, present and future. *Bulletin of the World Health Organization*, 76 (1): 33-45.
2. OMUMBO, J. A., S. M. WAWERU, J. A. OMUMBO, B. LYON, M. C. THOMSON, S. J. CONNOR, 2011. Raised temperatures over the Kericho tea estates: revisiting the climate in the East African highlands malaria debate. *Malaria Journal*, 2011, 10:12.
3. MALAKOOTI, M. A., K. BIOMNDO, G. D. SHANKS, 1998. Re-emergence of epidemic malaria in the highlands of western Kenya. *Emerging Infectious Diseases*, 4 (4): 671-676.
4. SHANKS, G. D., S. I. HAY, D. I. STERN, K. BIOMNDO, R. W. SNOW, 2002. Meteorologic influences on Plasmodium falciparum malaria in the highland tea estates of Kericho, Western Kenya. *Emerging Infectious Diseases*, 8 (12): 1404-1408.
5. NEW, M., M. HULME, P. JONES, 2000. Representing Twentieth-Century Space-Time Climate Variability. Part II: Development of 1901-96 Monthly Grids of Terrestrial Surface Climate. *Journal of Climate*, 13: 2217-2238.
6. IRI, 2006. *A Gap Analysis for the Implementation of the Global Climate Observing System Programme in Africa*. Palisades, NY, USA, International Research Institute for Climate and Society, pp. 1-52.
7. SHANKS, G. D., K. BIOMNDO, S. I. HAY, R. W. SNOW, 2000. Changing patterns of clinical malaria since 1965 among a tea estate population located in the Kenyan highlands. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 94 (3): 253-255.
8. HAY, S. I., M. F. MYERS, D. S. BURKE, D. W. VAUGHN, T. ENDY, N. ANANDA, G. D. SHANKS, R. W. SNOW, D. J. ROGERS, 2000. Etiology of inter-epidemic periods of mosquito-borne disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 97 (16): 9335-9339.
9. HAY, S. I., J. COX, D. J. ROGERS, S. E. RANDOLPH, D. I. STERN, G. D. SHANKS, M. F. MYERS, R. W. SNOW, 2002. Climate change and the resurgence of malaria in the East African highlands. *Nature*, 415: 905-909.
10. HAY, S. I., D. J. ROGERS, S. E. RANDOLPH, D. I. STERN, J. COX, G. D. SHANKS, R. W. SNOW, 2002. Hot topic or hot air? Climate change and malaria resurgence in East African highlands. *Trends in Parasitology*, 18 (12): 530-534.
11. ROGERS, D. J., S. E. RANDOLPH, R. W. SNOW, S. I. HAY, 2002. Satellite imagery in the study and forecast of malaria. *Nature*, 415: 710-715.
12. SHANKS, G. D., S. I. HAY, J. A. OMUMBO, R. W. SNOW, 2005. Malaria in Kenya's western highlands. *Emerging Infectious Diseases*, 11: 1425-1432.
13. PATZ, J. A., M. HULME, C. ROSENZWEIG, T. D. MITCHELL, R. A. GOLDBERG, A. K. GITHEKO, S. LELE, A. J. McMICHAEL, D. LE SUEUR, 2002. Climate change (Communication arising): Regional warming and malaria resurgence. *Nature*, 420: 627-628.
14. REITER, P., 2008. Global warming and malaria: knowing the horse before hitching the cart. *Malaria Journal*, 7 (S 1).
15. PASCUAL, M., J. A. AHUMADA, L. F. CHAVES, X. RODO, M. J. BOUMA, 2006. Malaria resurgence in the East African highlands: Temperature trends revisited. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103: 5829-5834.
16. ALONSO, D., M. J. BOUMA, M. PASCUAL, 2010. Epidemic malaria and warmer temperatures in recent decades in an East African highland. *Proceedings of the Royal Society*, B: 1-9.
17. PAAIJMANS, K. P., A. F. READ, M. B. THOMAS, 2009. Understanding the link between malaria risk and climate. *Proceedings of the National Academy of Science*, 106 (33): 13844-13849 (2009).
18. CONNOR, S. J., J. OMUMBO, C. GREEN, J. DA SILVA, G. MANTILLA, C. DELACOLLETTE, S. HALES, D. ROGERS, M. THOMSON, 2010. Health and Climate—Needs. *Procedia Environmental Sciences*, 1: 27-36.
19. THOMSON, M. C., S. J. CONNOR, S. E. ZEBIAK, M. JANCLOES, A. MIHRETIE, 2011. Africa needs climate data to fight disease. *Nature*, 440: 471.

Este estudio está financiado parcialmente a través de un acuerdo de subvención y colaboración de la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera y por una beca de Google.org.