

¿Podría el calentamiento global llevar las enfermedades transmitidas por los mosquitos a Europa?

Profesor Paul Reiter

Introducción

En los años 80, la atención pública a los temas ambientales cambió de la lluvia ácida, el asbesto y el agujero de la capa de ozono a una nueva preocupación: el calentamiento global. En los años posteriores a la negociación del Protocolo de Kyoto, aparecieron numerosos artículos en la prensa científica y popular que indicaban que las enfermedades transmitidas por los mosquitos tales como la malaria, la fiebre amarilla y el dengue amenazarían a Europa y a Norteamérica si el calentamiento global se acrecentaba.

A mediados de los 90, la amenaza de estas enfermedades “tropicales” figuraba al tope de la lista de los peligros producidos por el calentamiento global. Los grupos de interés utilizaron tales afirmaciones para alentar sus llamados a la acción política urgente para detener el cambio climático:

El calentamiento global y la esperada inestabilidad climática que lo acompaña pueden tener graves consecuencias para nuestra salud y bienestar ... El clima limita el alcance de las enfermedades transmitidas por vectores (aquellas transportadas por animales), mientras que el tiempo afecta el momento y la intensidad de los brotes. Hay fuertes indicios de que un cambio que afecta los patrones de las enfermedades ha comenzado, y que el calentamiento global identificado por los más de 2.500 científicos del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) está contribuyendo con esto¹.

Este capítulo explica porqué tales declaraciones son desinformadas y engañosas. La discusión se limita a la malaria, pero conceptos similares se aplican a otras enfermedades transportadas por los mosquitos.

Clima y salud

La creencia de que los climas calurosos son dañinos para la salud es muy antigua. Hipócrates describió al clima, los cambios de estaciones y los acontecimientos meteorológicos como

determinantes de las enfermedades humanas. Las desviaciones de la norma étnica, según lo definido por el ideal de la mente y del cuerpo que tenían los griegos, también fueron atribuidas al calor y a la humedad excesivos. En esencia, su tratado sobre los vientos, las aguas y los lugares fue una tentativa ecologista de interpretar la enfermedad y la raza en términos del clima.

A partir del Siglo XVII en adelante, los europeos reestablecieron esta noción con descripciones gráficas de las “fiebres” que encontraron en las zonas tropicales, a menudo argumentando que los síntomas febriles eran directamente atribuibles al clima caluroso.

En el mismo período, la sed pública de conocimientos acerca de las tierras recientemente “descubiertas” creó una importante demanda de libros sobre viajes. Muchos de éstos fueron escritos por los exploradores/naturalistas para financiar sus expediciones. Para lograr mayores ventas, alimentaron la imaginación de sus lectores con cuentos sensacionalistas de sus recorridos.

Como consecuencia, las representaciones populares de las zonas tropicales se saturaron con historias oscuras, místicas, primitivas y sorprendentes. Las ilustraciones de enfermedades “tropicales” en textos médicos, a menudo con connotaciones negativas hacia las razas más oscuras, se convirtieron en un componente significativo de estas imágenes. A fines del siglo XIX, el descubrimiento de que los insectos molestos – mosquitos – transmiten la malaria quedó a medida de este cuadro inspirado por el miedo.

Creo que tales imágenes sobreviven hoy – lo que se refleja en la cobertura que los medios hacen de noticias relacionadas con enfermedades, e ilustra cómo en nuestra psiquis moderna, los conceptos de *Tristes Tropiques*² son la base de las actitudes populares hacia las “cosas tropicales”.

El cambio como característica principal del clima

Comúnmente por clima se entiende al “tiempo promedio” en una región o una zona dada. Pero esta definición es insatisfactoria,

porque a diferencia de las variaciones anuales obvias del tiempo diario, el clima a largo plazo se mantiene constante. La climatología moderna reconoce que el cambio es una característica inherente y fundamental del clima³. Así como los promedios anuales de los elementos climáticos – por ejemplo, temperatura, humedad, precipitación, viento y partículas aerotransportadas – se diferencian año tras año, lo mismo ocurre con los promedios para las décadas, los siglos, los milenios y millones de años. Por lo tanto, los valores climáticos no pueden ser tratados sin especificar el lapso de tiempo al cual se refieren.

Por casi tres siglos el clima de la Tierra ha estado en la fase de calentamiento, interrumpido por varios períodos de enfriamiento. Esto fue precedido por un período particularmente frío, la Pequeña Edad de Hielo, que a su vez fue precedida por varios siglos conocidos como el Período Caliente Medieval o Pequeño Óptimo Climático. Tales cambios son enteramente naturales, pero en años recientes se sostiene extensamente que una porción del calentamiento puede ser atribuida a las actividades humanas, en particular a la quema de combustibles fósiles⁴.

El clima es un parámetro importante en todos los ecosistemas, y siempre ha sido un factor fundamental para el asentamiento, la economía y la cultura humanos. Los episodios de cambio climático – tales como el final de la Edad de Hielo, la sequía del Sahara, la disminución del Período Caliente Medieval y del inicio de una Corta Edad de Hielo – han tenido un impacto importante en la historia de la humanidad⁵.

Sin embargo, los conocimientos de tal cambio siguieron siendo vagos, probablemente porque las escalas de tiempo inherentes están más allá de la expectativa de vida individual. Por el contrario, el tiempo – la condición a corto plazo del clima – tiene un impacto mucho más directo y tangible en la vida diaria.

Desde épocas remotas, el tiempo ha sido fundamental para el éxito de las actividades humanas, de la agricultura a las exploraciones marítimas, de la guerra al ocio. Abundancia y hambruna, sequía e inundación, salud y enfermedad – todas eran atribuibles a los acontecimientos del tiempo. La creencia universal en la deidad del tiempo, la prominencia de los acontecimientos del tiempo en el folklore, y la preocupación ubicua por las señales y presagios del clima son evidencias de que la inquietud por el tiempo – particularmente el miedo a acontecimientos inclementes – ha sido una característica importante de la psiquis humana a través de la historia.

La importancia del tiempo no ha disminuido en la sociedad moderna. De hecho, en las últimas décadas, la preocupación por

el clima, particularmente en el contexto global, ha alcanzado niveles sin precedentes. El pronóstico del tiempo se ha convertido en una ciencia importante, fundamental para el éxito de la agricultura, del transporte, del comercio, del turismo y de virtualmente cualquier otro aspecto de la empresa humana. Los datos del tiempo se recogen en cada esquina del globo y son diseminados en forma resumida por el gobierno y las agencias privadas como una ayuda para la toma de decisiones en todos los campos de la vida. Los pronósticos continuamente actualizados y otras informaciones están disponibles para el público a través de los medios populares. Los acontecimientos desastrosos del clima alrededor del mundo son una característica importante de las noticias, con descripciones detalladas e ilustraciones gráficas. Con esta inquietud sobre el tiempo, ha surgido una nueva conciencia acerca de la variabilidad del clima.

El concepto de “calentamiento global”

Las temperaturas actuales, por lo menos en el Hemisferio Norte, son bastante similares a las de la Edad Media, en los siglos previos a la Corta Edad de Hielo⁶. Sin embargo, a partir de los años 40 hasta finales de los años 70, las temperaturas globales estaban en descenso. Esto dio lugar a la preocupación acerca de que partículas de agentes contaminantes industriales pudieran estar ejerciendo un efecto de enfriamiento global⁷.

Desde entonces, como el clima volvió a un modo de calentamiento, el interés ha cambiado a la consideración del “efecto invernadero”, un fenómeno natural por el cual una gama de gases en la atmósfera atrapa radiación solar en forma de calor. El principal gas del efecto invernadero es el vapor de agua – cerca del 2% del volumen – pero la atención pública se centra principalmente en el dióxido de carbono (CO₂), un gas que es esencial por ser la última fuente de carbón para casi toda la vida en el planeta. A partir de mediados del siglo XIX en adelante, la deforestación masiva de bosques para la agricultura, seguidos por un aumento exponencial de la combustión de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas), ha dado lugar a un aumento conmensurable en el CO₂ atmosférico, de alrededor 0,029% en 1890 a 0,037% hoy.

Muchos climatólogos convienen que este aumento del 28% en el CO₂ atmosférico, junto con el de otros “gases antropogénicos de invernadero”, pueden estar contribuyendo a la tendencia del calentamiento en las últimas décadas⁸. El alcance de este aporte sigue sin ser claro, pero la mera posibilidad que implica que la tendencia podría ser reversible,

ha generado que se vuelva a discutir tanto científica⁹ como públicamente¹⁰.

La salud humana – y en particular, las enfermedades transportadas por mosquitos – es un asunto destacado en este debate¹¹.

El clima y las enfermedades transmitidas por mosquitos

En casi todas las especies de mosquitos, la hembra obtiene las proteínas que necesita para el desarrollo de sus huevos alimentándose de la sangre de vertebrados. Una secreción salival compleja facilita tal alimentación. Es la inyección directa de este líquido en los vasos capilares lo que permite a varias formas de la vida – virus, protozoos y gusanos nemátodos – explotar al mosquito como medio de transporte entre los anfitriones vertebrados. Hacen esto, infectando el mosquito después de que los haya injerido en una comida de sangre, y continúan multiplicándose en sus glándulas salivales, de las cuales pueden ser inoculados en un nuevo anfitrión durante una nueva succión de sangre. La mayoría de tales organismos no parece afectar a los mosquitos o a sus anfitriones vertebrados, pero un número pequeño son patógenos de enfermedades humanas y de animales.

La ecología, desarrollo, conducta y supervivencia del mosquito, y la dinámica de transmisión de las enfermedades que transporta, son altamente influenciadas por los factores climáticos. La temperatura, la precipitación y la humedad son especialmente importantes, pero otras, tales como el viento y la duración de la luz del día, pueden también ser significativas. Estos mismos factores también desempeñan un papel crucial en el índice de supervivencia y de transmisión de los patógenos transportados por mosquitos.

En particular, la temperatura afecta el índice de multiplicación de los patógenos en el insecto. Por consiguiente, esto afecta la tasa en la cual las secreciones salivales se infectan, y así la probabilidad de éxito de transmisión a otro anfitrión. Por supuesto, si el tiempo de desarrollo del patógeno excede la vida del insecto, la transmisión no puede ocurrir. La compleja interacción de todos estos factores, determina el efecto total que el clima tiene en el predominio local de una enfermedad transportada por el mosquito¹².

Los cambios de estaciones son un componente dominante del clima. En verano las temperaturas de muchas regiones templadas son por lo menos tan altas como en las estaciones más calientes de muchas de las zonas tropicales. La diferencia

crucial es que las zonas tropicales no tienen inviernos fríos. Si los patógenos tropicales transportados por mosquitos se introducen a las regiones templadas en la estación correcta, podrán ser transmitidos, si los vectores adecuados están presentes; pero en la mayoría de los casos mueren al llegar el invierno.

Los mosquitos nativos de las regiones templadas han desarrollado estrategias para sobrevivir el invierno, como a su vez las tienen los patógenos que transmiten. En las zonas tropicales, las adaptaciones también son necesarias para sobrevivir en los periodos secos desfavorables, que pueden durar varios años. En ambos casos, tales adaptaciones imponen una estacionalidad ante la transmisión. Por ejemplo, antes de su erradicación, la estación de transmisión del *Plasmodium falciparum* en Italia era de Julio a Septiembre¹³. Los mismos tres meses que constituyen la estación de malaria en Mali, donde esta enfermedad es todavía endémica¹⁴.

Modelos de la enfermedad

Mucha de la reciente especulación acerca de los posibles impactos del cambio climático en enfermedades transmitidas por mosquitos se ha centrado en rudimentarios modelos matemáticos sobre la transmisión dinámica¹⁵.

Sin embargo, estos modelos tienen un límite en su valor para determinar el impacto del cambio a largo plazo del clima en las enfermedades transmitidas¹⁶. No pueden predecir la presencia o ausencia de la enfermedad, ni su predominio en cualquier situación, porque no explican la tasa de parásitos en seres humanos o mosquitos, ni cualquiera de los muchos factores ecológicos y de comportamiento que afectan la interacción de mosquitos y de seres humanos. Por ejemplo, el comportamiento humano y los rasgos culturales pueden ser cruciales para la transmisión del parásito. La actividad diaria – trabajo, descanso y recreación – influye en la localización de los hogares en lo referente a los sitios de crianza de los mosquitos, el diseño de los edificios, los materiales usados para construirlos, el uso de pantallas y las redes en las camas, la presencia de ganado como anfitriones alternativos para los mosquitos, y muchos otros factores que son todos altamente significativos.

Un enfoque alternativo es mirar el pasado: la historia de las enfermedades transmitidas por mosquitos en diferentes latitudes y en diversas eras climáticas puede ayudarnos a determinar cómo las variables del clima se relacionan con muchos otros factores que afectan la transmisión.

Historia de la malaria en Europa

La antiguas Grecia y Roma

La introducción de la agricultura en Europa, alrededor del 7000 A.C., llevó al surgimiento de poblaciones relativamente sedentarias y de condiciones cada vez más favorables para la transmisión de la malaria¹⁷. La extensa tala de árboles que comenzó en esta época pudo también haber contribuido a su predominio, creando hábitats adicionales para los mosquitos que transportan la malaria. Similares cambios ecológicos, en tiempos recientes han causado un importante aumento en el predominio de esta enfermedad.

Los relatos de la época, junto con fósiles y otra evidencia, sugieren que en la región mediterránea tuvo lugar un calentamiento y una aridez gradual hasta el 400 D.C.¹⁸. Estudios del terreno muestran un progresivo aumento del nivel del mar durante este período. Alrededor del 300 A.C., los árboles de haya (género *Fagus*) crecían en Roma, el Tíber se congelaba en invierno, y la nieve permanecía por muchos días. Sin embargo, por el 100 D.C. los romanos consideraban al haya un árbol de montaña, y los inviernos eran definitivamente menos severos. Durante estos siglos, el cultivo de la vid y la aceituna se movieron gradualmente hacia el norte a lo largo de la península italiana. Los romanos incluso podían abastecerse con vino que venía de la actual Alemania y Gran Bretaña, y los datos de las importaciones y exportaciones sugieren que Gran Bretaña llegó a ser autosuficiente en la producción de vino cerca del 300 D.C. La tendencia de este calentamiento, se pudo observar claramente por estudios realizados a los anillos de los árboles en California, por lo que pudo haber sido un fenómeno mundial o por lo menos hemisférico.

Textos de esa época, como *La Ilíada* de Homero, incluyen referencias a fiebres mortales en los tiempos de la cosecha¹⁹. Aunque no podemos estar seguros que ésta fuese malaria, escritos posteriores confirman que la enfermedad era una característica significativa en la vida griega. De hecho, existe evidencia de que con el florecimiento de la civilización griega tuvo lugar una importante ola de malaria y que las tasas de transmisión continuaron incrementándose a través del período del Imperio Romano²⁰.

Hipócrates (460–377 A.C.) realizó detalladas descripciones del curso y severidad relativa del tertian vs. infecciones quartan²¹. También observó su asociación con los humedales, e incluso observó que el bazo agrandado (a menudo un síntoma de la infección crónica de la malaria) era particularmente frecuente en la gente que vivía en áreas pantanosas. Hay abundante de evidencia de que la malaria era común en el

Imperio Romano²². Horacio, Lucrecio, Marcial y Tácito estaban entre los muchos autores latinos que mencionaron la enfermedad. Los pantanos de Pontine, cerca de la ciudad, eran conocidos como foco de infección. En el 200 D.C., los escritos detallados de Galen y Celsus sobre los síntomas y el tratamiento de las “fiebres intermitentes” dan evidencia clara que eran habituales tres especies del parásito: *P. falciparum*, *P. ovale* y *P. vivax*²³.

La Edad Oscura

Se sabe relativamente poco sobre el clima después de la era romana, durante la Edad Oscura, pero parece haber habido una tendencia al enfriamiento a partir del siglo V en adelante, con algunos inviernos gravemente fríos. En el 763–64 D.C. había hielo en el mar de los Dardanelos, y en 859–60 el hielo del mar Adriático era lo bastante fuerte para sostener carros pesados. En 1010–11 incluso hacía bastante frío como para que se formase hielo en el Nilo. Una vez más los datos de los anillos de los árboles de California indican que este enfriamiento no se limitaba a Europa.

Sin embargo, los ejércitos de Visigodos, Vándalos, Ostrogodos y de otros “bárbaros” que barrieron el continente tuvieron que luchar contra la malaria, y a menudo ésta resultó ser un revés importante en sus campañas. Varios Papas y sacerdotes, incluyendo a San Agustín, el primer arzobispo de Canterbury, murieron de malaria durante sus viajes a Roma. A comienzos del nuevo milenio, los ejércitos de Otto el Grande, Otto II y Enrique II sufrieron seriamente la “fiebre romana” durante sus sitios a la Ciudad Santa.

La Edad Media

El Período Caliente Medieval, que alcanzó su pico alrededor del año 1200, coincidió con avances importantes en la tecnología y la agricultura, y un significativo aumento de la población en la mayor parte de Europa. Los Vikingos establecieron colonias autosuficientes, cultivando avena y cebada, en el norte de Escandinavia, Islandia y Groenlandia. En las islas británicas, la labranza fue ampliada a altitudes mucho más altas de las que son hoy posibles, tan alto, que había quejas de los criadores de ovejas sobre la escasez de tierra disponible para el pastoreo. Los vitivinícolas ingleses podían mantener una producción constante de vino de alta calidad, a pesar de los esfuerzos de los comerciantes de Bordeaux por restringir las exportaciones inglesas por medio de tratados.

Las explosiones en las economías y en la cultura que ocurrieron durante este período cálido, se atribuyen, por lo

menos en parte, al impacto beneficioso del clima cálido. Del Califato en España a la Rusia cristiana, los numerosos escritores medievales, incluyendo a Dante y Chaucer, mencionan a las “agues”, las “fiebres intermitentes”, los “tertians”, los “quartans” y situaciones parecidas²⁴.

Las temperaturas favorables y las lluvias pueden haber aumentado la transmisión de la malaria en años posteriores, pero los años de vida de Chaucer coincidieron con una tendencia de enfriamiento que culminó en una serie de inviernos crudamente fríos en las primeras décadas del siglo XV²⁵. La expansión agrícola previa se vio contraída. Hubo muchos años de hambruna, y un masivo abandono de granjas. A pesar de la ola de frío, la malaria persistió, incluso en las regiones nórdicas²⁶.

La Corta Edad de Hielo

La primera mitad del Siglo XVI fue nuevamente cálida. Las temperaturas eran probablemente similares a las del período 1900 a 1950. A mediados de siglo, sin embargo, tuvo lugar un notable cambio. Aproximadamente una década después de estos años particularmente calientes – lo suficiente para que los jóvenes se bañasen en el Rin en enero – el invierno de 1564–65 fue amargamente frío²⁷. Los siguientes 150–200 años – llamados La Corta Edad de Hielo – conformaron probablemente la era más fría desde el fin de la Edad de Hielo pasada, unos 10.000 años antes²⁸. A pesar de este espectacular descenso de la temperatura, la malaria persistió en todo Europa²⁹.

William Shakespeare (1564–1616) nació en el año de ese primer invierno feroz, y sin embargo, hay doce menciones del “ague” en sus escrituras. Él también hizo varias alusiones a la asociación entre la tierra pantanosa y la enfermedad, y el conocido Sir Andrew Aguecheek probablemente haga referencia a las temblorosas mejillas de este ineficaz héroe.

Los años 1594–97 fueron tan fríos y húmedos que las cosechas de trigo fueron un desastre, y a pesar de este clima, Guillermo Harvey (1578–1657), quien realizó las primeras descripciones de la circulación de la sangre, faltó mucho a su último año en la Universidad de Cambridge en 1597 por malaria. Años más tarde, hizo cuidadosas observaciones de casos de malaria en Londres. Los pantanos del distrito de Westminster, en donde actualmente se erige la Casa del Parlamento, eran un foco de malaria. En su tratado sobre El Movimiento del Corazón y de la Sangre en los Animales (1628), describió la patología clínica de los episodios febriles, incluyendo los cambios en la consistencia de la sangre que ocurren en casos graves³⁰.

En la fiebre tertian ... en una primera instancia ... el paciente [está]falta de aire, dispuesto al relajo, e indispuerto al esfuerzo ... la sangre [es] forzada a los pulmones y se vuelve espesa. No pasa a través de ellos (pues yo mismo lo he visto al abrir los cuerpos de los que habían muerto en el principio del ataque), cuando el pulso es siempre frecuente, bajo, y de vez en cuando irregular; pero el calor aumenta ... y cuando el tránsito está hecho, el cuerpo entero comienza a levantar temperatura, y el pulso llega a ser más pesado y más fuerte. El paroxismo febril está completamente formado ...

Thomas Sydenham (1624–89), un médico notable, también vivió algunos de los años más fríos de la Era, con esto y todo, frecuentemente hace referencia a los tertians y quartans³¹. Incluso remarcó, que “cuando los insectos hacen un enjambre extraordinario y cuando ... las agues (especialmente los quartans) aparecen temprano en pleno verano, el otoño se vuelve enfermizo”³².

No todos los veranos de la Corta Edad de Hielo eran frescos. La temperatura promedio era probablemente 1°C más alta que en el Siglo XX, pero también parece haber habido un incremento en la variación del clima, con amplias diferencias entre grupos de seis a ocho años.

Los veranos un poco cálidos pueden haber contribuido a estos y otros brotes, pero la transmisión no se restringió a esos años. Durante 1657–58, la nieve cubrió el suelo por 102 días – hizo extremadamente frío, incluso para el clima de esos tiempos – y a pesar de esto, Oliver Cromwell (1599–1658) murió de malaria en septiembre de 1658, un duro invierno como cualquier otro.

Las temperaturas estuvieron probablemente en su punto más bajo durante el período 1670 a 1700, y a pesar de esto fue durante ese tiempo que Robert Talbor (c.1642–81) convenció a la aristocracia de Inglaterra y Europa para que le compraran las prescripciones que curaban la malaria que él había desarrollado en las tierras pantanosas de Essex³³. Éstas estaban basadas en la corteza del quino, fuente de la quinina natural, y con las cuales hizo una gran fortuna y fama a través de Europa. En el mismo período, Daniel Defoe (1660–1731) describió la vida en los pantanos con dengue de Essex:³⁴

Una extraña afección del sexo [femenino] ocurría aquí ... era muy frecuente conocer a hombres que habían tenido entre cinco a seis, hasta catorce o quince esposas ... la razón ... era ésta: que ellos (los hombres) que eran criados en los pantanos y vivieron en los pantanos, iban a la región montañosa ... a

buscar una esposa: muchachas jóvenes acostumbradas al aire sano y fresco, las cuales se encontraban sanas, frescas y claras, y bien; pero cuando cambiaron su aire nativo por el de los pantanos ... su tez cambió, padecían un ague o dos, y raramente vivían más de medio año, o un año como mucho; y entonces ... [los hombres] volvían a ir a las tierras altas otra vez, y traerían otras; de modo que el casarse seguido era una costumbre entre los hombres del pantano³⁵.

La Dra. Mary Dobson investigó magistralmente la demografía, y el impacto epidemiológico y social de la malaria en Inglaterra durante ese período³⁶. Halló que la enfermedad era especialmente frecuente en áreas pantanosas salobres, el hábitat preferido de un vector eficaz de la malaria, el *An. atroparvus*. Los datos de los expedientes de entierros mostraron que las tasas de mortalidad en “regiones pantanosas” eran más elevadas que aquellas de las tierras altas y son comparables hoy en día a los registros de las áreas de transmisión estable de la malaria en el África Sub-Sahariana³⁷.

Luego de la Corta Edad de Hielo

Desde comienzos del Siglo XVIII hasta la actualidad, las temperaturas han vuelto gradualmente a los niveles que prevalecieron antes de mediados de Siglo XVI. Sin embargo, la marcada tendencia de la Corta Edad de Hielo persistió por lo menos 150 años más. De hecho, por los años 1770, como sucede actualmente, era motivo de preocupación que el clima fuera cada vez más errático, y esto incitó un nuevo énfasis para la creación de registros de las variaciones del tiempo. Algunos de los períodos fríos, particularmente aquellos entre 1752 y 1840, probablemente se debieron a erupciones volcánicas importantes. Cualquiera fuera su causa, estos episodios – acompañados por avances importantes de los glaciares alpinos a partir de 1820 a 1850 – persistieron hasta que una ola más cálida se fue estableciendo para finales del siglo XIX³⁸.

Los registros de los siglos XVIII y XIX revelan los límites norteños de la transmisión de la malaria. En las islas británicas, la enfermedad era común en la mayoría de Inglaterra y en muchas partes de Escocia, con transmisiones ocasionales al norte de Inverness como su punto más lejano. Era endémica en Dinamarca, en áreas costeras de Noruega meridional, y en el sur de Suecia³⁹ y de Finlandia⁴⁰. En Rusia era común en las provincias bálticas y hacia el este en las latitudes similares a través de Siberia. La temperatura media de enero en algunas de estas regiones era menor que -20°C (-4°F). Claramente, la distribución de la enfermedad fue determinada por el calor de

los veranos, y no la crudeza de los inviernos. El límite norteño de transmisión⁴¹ quedó definido por el isoterma de 15°C en julio – y no el isoterma de invierno de 15°C, según lo indicado en varios artículos extensamente citados sobre el cambio climático⁴².

La declinación de la malaria en Europa

Para la segunda mitad del siglo XIX la malaria comenzó a declinar en muchas partes del norte de Europa. Dinamarca sufrió epidemias devastadoras hasta los años de 1860, particularmente en el campo alrededor de Copenhague, pero la transmisión disminuyó después y casi había desaparecido hacia finales de siglo⁴³. El cuadro era similar en Suecia, aunque aparecieron casos aislados hasta 1939⁴⁴.

En Inglaterra, hubo una disminución gradual de la transmisión hasta los años 1880, después de lo cual cayó abruptamente y llegó a ser relativamente rara excepto un breve período posterior a la Primera Guerra Mundial⁴⁵. En Alemania, la transmisión también disminuyó rápidamente después de 1880; luego de la Primera Guerra Mundial quedó confinada a algunas regiones pantanosas⁴⁶. El último brote, localmente transmitido en París, fue en 1865 durante la construcción de los grandes bulevares, y la enfermedad había desaparecido en gran parte del resto de Francia para finales de siglo⁴⁷. En Suiza, la mayoría de los focos había desaparecido por 1890⁴⁸.

La disminución de la malaria en todos estos países no puede ser atribuible al cambio del clima, porque ocurrió durante una fase de calentamiento, cuando las temperaturas eran ya mucho más altas que durante la Corta Edad de Hielo. Sin embargo, existieron una serie de otros factores pueden ser identificados como responsables:

Ecología del paisaje

La “malaria huye antes de que el arado llegue” reza un viejo refrán italiano, y de hecho en muchas partes de Europa, un mejorado sistema de drenaje, la recuperación de la tierra pantanosa para el cultivo y la adopción de nuevos métodos de labranza sirvieron para eliminar el hábitat del mosquito.

Nuevas cosechas

La cosecha de nuevos cultivos de raíces, tales como los nabos y las remolachas, fueron adoptados como forraje de invierno. Esto permitió a los agricultores mantener números más grandes de animales durante el año, así desviaron a los mosquitos de la alimentación de seres humanos.

Surgimiento de nuevas prácticas

La crianza selectiva de ganados, y la introducción de nuevas especies (como el cerdo doméstico chino), conjuntamente con los nuevos forrajes verdes, permitieron a los granjeros mantener grandes poblaciones de animales de granja dentro de establos antes que en campos abiertos y arbolados. Estos edificios sirvieron como sitios atractivos para que los mosquitos adultos descansaran y se alimentaran desviándolos de los hábitats humanos.

Mecanización

Las poblaciones rurales declinaron a medida que la maquinaria substituyó el trabajo manual. Esto redujo todavía más la disponibilidad de seres humanos en relación con los animales como sustento para los mosquitos, y de seres humanos como anfitriones para el parásito.

Condiciones de la vida humana

Los nuevos materiales y las mejoras en los métodos de construcción hicieron a los hogares más efectivos contra los mosquitos, especialmente en invierno – otro factor que redujo el contacto con el vector.

Cuidado de la salud

Un mayor acceso a la asistencia médica y el uso más amplio de la quinina redujeron el índice de supervivencia del parásito de la malaria en su anfitrión humano. Gran parte de la disminución de la malaria se dio antes del reconocimiento del papel del mosquito en su transmisión. Así, para gran parte de la región, el control deliberado del mosquito desempeñó un papel pequeño o sin importancia en su eventual eliminación.

La persistencia de la malaria en la URSS

En países donde estaban ausentes los profundos cambios en la agricultura y la ganadería, la malaria no disminuyó.

En Rusia, del Mar Negro a Siberia, las epidemias más importantes ocurrieron durante el Siglo XIX, y la enfermedad seguía siendo uno de los principales problemas de salud pública durante la primera mitad del Siglo XX⁴⁹. En 1900, la incidencia anual en los cuarteles militares era 6,6 por 1.000 en San Petersburgo, 31,0 por 1.000 en Moscú, y varios cientos por 1.000 en las provincias ubicadas más al sur. La incidencia anual entre 1900 a 1904 era 3.285.820, pero para el período 1933 a 1937, se había elevado a 7.567.348.

Parte de este aumento se puede atribuir a reportes más

eficaces, pero no hay duda de que la enfermedad llegó a ser mucho más frecuente después de la Primera Guerra Mundial y de la Revolución. En los años 20 – en los comienzos de una masiva crisis social y económica, como resultado de dos años de severa sequía, y de un año de extensas inundaciones – se abatió una epidemia sobre toda la Unión Soviética⁵⁰. Para 1923–25 el número oficial de casos era de 16,5 millones, de los cuales no menos de 600.000 fueron fatales. Miles de infecciones, muchas causadas por el *P.falciparum*, ocurrieron en lugares tan al norte como el puerto ártico de Archangel (61° 30'N).

El gobierno soviético parecía haber logrado un cierto progreso contra la enfermedad en los años 30, principalmente por el uso de drenajes, la repoblación forestal, y métodos naturales tales como el aprovechamiento de peces que se alimentan de larvas de mosquitos. La Segunda Guerra Mundial interrumpió estos esfuerzos, y la transmisión se elevó, particularmente en Ucrania, Belarús y otras áreas ocupadas. Finalmente, en 1951, se inició una enorme campaña múltiple contra la malaria. Implicó el uso de DDT y de otros insecticidas residuales, de terapia anti-malaria, de recuperación de tierra, del manejo del agua, de la educación sobre salud pública y de muchos otros enfoques. Este esfuerzo gigantesco finalmente trajo una reducción dramática de la transmisión, de modo que a mediados de los años cincuenta la incidencia anual nacional estuvo debajo de 1 por 10.000⁵¹.

Hasta la colectivización de las tierras de labranza, que comenzó en el invierno de 1929–30, la Unión Soviética estuvo en gran parte excluida de la revolución agrícola. Para 1936, todo el cultivo estaba controlado esencialmente por el gobierno, y a modo de protesta, muchos campesinos decidieron matar su ganado, y destruir sus equipos. Estos acontecimientos funcionaron de manera opuesta a muchos de los cambios que habían reducido la transmisión en gran parte de Europa. En las vecinas Polonia y Finlandia, la agricultura también fue menos avanzada que en gran parte del resto de Europa del norte, y la malaria continuaba siendo un problema, pero la lenta modernización probablemente contribuía a la tendencia a la baja constante de casos.

El contraste entre la devastación causada por la malaria en la Unión Soviética hasta los años 50 y su erradicación en otros países de latitudes similares en el siglo anterior es una ilustración viva de la importancia de factores no climáticos en la transmisión.

La persistencia de la malaria en el sur de Europa

La malaria seguía siendo bastante frecuente en gran parte de Europa mediterránea, los Balcanes y los países que rodean el Mar Negro hasta después de la Segunda Guerra Mundial⁵². Un número de especies vectores eficaces, una abundancia de sitios prolíficos de crianza de mosquitos, el clima cálido y una larga estación de verano eran todos factores propicios para la transmisión.

Además, gran parte de la región no fue afectada por los cambios ambientales asociados a la agricultura moderna. Parte de esta carencia de cambios se puede atribuir a la enfermedad en sí misma, porque la pobreza y falta de progreso caracterizaron a muchas de las regiones altamente palúdicas. En el norte de Italia, por ejemplo, una gran parte de Piamonte y Lombardía estaban libres de la transmisión. Por el contrario, grandes porciones del resto del país, particularmente en Cerdeña, Calabria y Sicilia, seguían virtualmente sin ser cultivadas hasta los años 50, por lo menos en parte debido a los estragos causados por la enfermedad. Lo mismo ocurrió en importantes regiones de España, Grecia, Rumania y Bulgaria⁵³.

La eliminación final de la malaria en Europa

Hasta finales de la Segunda Guerra Mundial, el único tratamiento eficaz para el control del mosquito era apuntar a los sitios de crianza – por modificaciones al medioambiente tales como drenajes y terraplenes, y por el uso de aceites o de productos químicos insecticidas. Estos métodos eran costosos, así que fueron aplicados principalmente en los centros urbanos y otras áreas de alta importancia económica. El advenimiento del DDT revolucionó el control de la malaria⁵⁴. Permitió un tratamiento barato, seguro, y eficaz que se aplicaba en el sitio donde ocurrían la mayoría de las infecciones – el hogar.

El método de tratamiento principal era aplicar 2 gm/m² a las superficies interiores una vez cada seis meses. Los mosquitos morían por contacto al entrar en las superficies tratadas. Los esfuerzos iniciales en Italia, Chipre y Grecia fueron tan acertados que se tomó la decisión de suprimir la enfermedad en todo Europa⁵⁵.

La campaña se basó en un uso cuidadoso de principios científicos, del planeamiento meticuloso, de la administración eficiente, del financiamiento abundante y del énfasis continuo en la evaluación. Fue orquestada por varias agencias internacionales, principalmente la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de los Niños de Naciones Unidas (Unicef),

así como numerosos organismos nacionales, incluyendo el servicio médico público de los EE.UU. La división internacional de la salud de la fundación Rockefeller también proporcionó abundante ayuda financiera y técnica. Para 1961, la erradicación había sido alcanzada ya en muchos países. El continente entero finalmente fue declarado libre de malaria endémica en 1975.⁵⁶ Uno de los últimos países en ser declarado libre de malaria fue Holanda.

Holanda: una ilustración de la complejidad de la transmisión de la malaria

La persistencia de la malaria en Holanda, un país que ha tenido una posición central en la vida económica de Europa occidental desde la Edad Media, es una buena ilustración de cómo las condiciones locales hacen a la transmisión de la malaria extremadamente compleja.

En el siglo XIX, a pesar del gran progreso en los drenajes y los cultivos, los “países bajos” densamente poblados, eran la región más palúdica de Europa del norte. Durante las Guerras Napoleónicas, el fracaso de la expedición británica de Walcheren (1809) fue atribuido a la malaria, después de que 4.000 tropas murieran de fiebre. Brotes severos, también atribuidos a la enfermedad, ocurrieron en 1826, 1834 y 1846, causando miles de muertes⁵⁷.

El vector dominante, *Anopheles maculipennis*, estaba presente en todo el país. Sin embargo, la enfermedad era particularmente frecuente en las áreas que habían sido ganadas al mar, especialmente en Noord Holand, una provincia que incluye a las ciudades de Haarlem y de Amsterdam. Por otra parte, el mayor pico de incidencia ocurría en primavera, más que en verano u otoño.

La solución a este rompecabezas es uno de los triunfos clásicos de la entomología⁵⁸. Investigaciones revelaron que *An. maculipennis* no era una, sino varias especies “hermanadas”⁵⁹: *An. atroparvus*, que pone sus huevos en agua salobre; *An. messeae*, que prefiere el agua dulce; y *An. maculipennis* propiamente, que viven en el interior del país, en áreas no palúdicas.

En laboratorio, los *An. messeae* y los *An. atroparvus* eran excelentes vectores de la malaria. En el campo, el cuadro era muy diferente. Ambas especies prefirieron alimentarse de animales domésticos más que de seres humanos, pero mientras que los *An. atroparvus* se inclinaban por los establos, los *An. messeae* prefirieron vertientes deshabitadas y otras viviendas sin calefacción. Para el otoño, los *An. messeae* habían

engordado, lo que les permitió hibernar. Por el contrario, los *An. atroparvus* seguían siendo semiactivos, alimentándose a intervalos regulares a través del invierno. Aunque preferían alimentarse de animales de campo, de vez en cuando vagaban por las viviendas humanas cercanas. Si las personas infectadas con el patógeno de la malaria estaban presentes, el mosquito adquiriría la infección.

Así, como en muchos países tropicales, la transmisión en Holanda ocurría durante todo del año, a pesar de que en invierno las temperaturas podrían llegar debajo de los -20°C . Sin embargo, los ovarios del mosquito no desarrollaban los huevos hasta el advenimiento de la primavera, una condición conocida como disociación gonadotrópica. Un giro adicional a la historia era que la cepa local del *P. vivax* tenía un período particularmente largo de incubación, así que las personas infectadas en otoño e invierno solamente mostraban síntomas de la enfermedad en primavera, después de que hubiera emergido la primera nueva cría de mosquitos⁶⁰.

En 1932 se construyó un dique para encerrar Zuider Zee, un área extensa de agua salobre al este de Noord Holand. La acumulación de agua de río detrás de este dique causó una disminución gradual de la salinidad de la tierra circundante, reduciendo drásticamente el hábitat larval de los *An. Atroparvus*.⁶¹ Además, se dieron cambios importantes en las condiciones de vida de los seres humanos. Las nuevas granjas se ubicaron más separadas de las vertientes y de los establos de ganado, y la estructura y calefacción las hizo mucho menos hospitalarias a los mosquitos acostumbrados al frío.⁶²

Así, aunque la enfermedad finalmente fue erradicada por el uso frecuente de DDT y la administración de drogas anti-malaria; la ecología, la fisiología, el comportamiento y la supervivencia del vector, más la interacción del patógeno con el vector y el anfitrión, contribuyeron todos a su desaparición.

¿Puede la malaria regresar a Europa?

En gran parte de Europa, los cambios en las formas y condiciones de vida fueron el factor más importante de la eliminación de la malaria. Incluso en países donde esos factores fueron menores, la desaparición de la enfermedad no requirió la eliminación total del vector. Los tratamientos residuales eran eficaces porque redujeron la vida del insecto adulto, limitando la probabilidad de transmisión y conduciendo a la eventual eliminación del parásito. Así, los mosquitos que transportan la malaria todavía están presentes en las aguas salobres de Inglaterra, en los campos de arroz de Italia, en los estanques de

Polonia, en los charcos de los bosques de Finlandia y en los riachuelos pantanosos de Rusia.

Los avances en la agricultura y las mejoras en los estándares de vida han limitado las poblaciones de mosquitos y han reducido su contacto con los seres humanos en muchas regiones, aunque éste no sea siempre el caso. Por ejemplo, los exámenes recientes demuestran que en grandes áreas de Italia, las poblaciones del mosquito *Anopheles* han vuelto a niveles nunca antes vistos desde la era del DDT. En términos entomológicos, las infestaciones son comparables con aquellas áreas de África que tienen tasas extremadamente altas de transmisión.

Sin embargo, el potencial malariogénico de Italia se considera muy bajo, y el reestablecimiento de la malaria se juzga inverosímil a menos que los estándares de vida se deterioren drásticamente⁶³. Incluso, si la actual tendencia al calentamiento continúa, las estrategias humanas para evitar temperaturas más calientes – particularmente la vida de interior y el aire acondicionado – probablemente se vuelvan más extensivas.

Por supuesto, esto no significa que la enfermedad estará enteramente ausente. Los viajes internacionales y los movimientos de población facilitarán la introducción desde otras partes del mundo. Por ejemplo, en 1997 la OMS registró 12.328 casos de malaria importada en la región europea. Tales casos conducen de vez en cuando a transmisiones en verano⁶⁴, recientemente reportadas en lugares tan al norte como Toronto y Berlín. Sin embargo, en todos los países ricos, los brotes tienden a ser pequeños, fácilmente contenidos y confinados a un área geográfica limitada.

Lo mismo no ocurre en regiones menos opulentas. Las fuertes crisis económicas, combinadas con inestabilidad política, han traído consigo epidemias de tifus, difteria y otras enfermedades infecciosas a varios países de la ex Unión Soviética.

En los años 90, la epidemia de malaria hizo una dramática reaparición en Armenia, Azerbaijón, Tayikistán, Turquía y Turkmenistán. Los casos también registraron en Dagestan (Federación Rusa), Georgia, Kazajstán, Kyrgizstan y Uzbekistán⁶⁵. Es absolutamente posible que la enfermedad pueda propagarse hacia el norte en Rusia y hacia el oeste alrededor del Mar Negro. El conflicto de 1999 en los estados balcánicos fue en la misma región donde cientos de miles fueron infectados con malaria durante la Primera Guerra Mundial. La transmisión endémica en tales áreas podría ser significativa si se reintrodujera el parásito. El cambio climático

puede aumentar esta posibilidad, particularmente en altas latitudes (como Siberia) aunque la baja estabilidad debe facilitar el control.

Perspectiva en la discusión global

La historia de la malaria en Europa, especialmente durante los períodos en que el clima era mucho más frío que el actual, contradice la noción popular que la enfermedad está restringida a las zonas tropicales, sin embargo los autores de muchas influyentes publicaciones sobre cambio climático comparten esta concepción errónea.

Por ejemplo, en 1995, el Panel Internacional del Cambio Climático (IPCC) confiadamente pronosticó que la malaria y otras enfermedades transportadas por mosquitos se moverían desde las zonas tropicales a regiones templadas⁶⁶. De modo parecido, en 1997, la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) del gobierno de EE.UU. indicó que en el siglo XXI habría: “un aumento aproximado de entre 45 y 60 por ciento en la proporción de la población del mundo que viviría dentro de la zona potencial para la transmisión de la malaria”. Según sus cálculos, esto podía dar lugar a 50–80 millones de casos adicionales anualmente⁶⁷. Otras publicaciones incluían mapas que mostraban el futuro alcance de la enfermedad extendiéndose al sur de Europa.

En los últimos dos años el tema ha sido tratado más cautamente, pero las suposiciones y las predicciones intuitivas de la “extensión” de la malaria de las zonas tropicales a regiones templadas todavía persisten. Así, en su tercer informe de evaluación, el IPCC repite la afirmación que, “la gama geográfica de la malaria se limita a las zonas tropicales y las subtropicales”⁶⁸ y el EPA continúa afirmando que “el calentamiento global también puede aumentar el riesgo ... de las enfermedades infecciosas ... que aparecen solamente en áreas cálidas. Las enfermedades tales como la malaria podrían llegar a ser más frecuentes si las temperaturas más cálidas permiten [a los mosquitos] establecerse más al norte.”⁶⁹

Activistas ambientales citan estas declaraciones oficiales y agregan advertencias que son aún más gráficas. Por ejemplo, World Wildlife Fund cita al IPCC, seguido por una declaración que decía: “la malaria se extiende solamente en los lugares en donde las temperaturas mínimas en invierno no son menores a 16°C.” Incluso afirma que los “brotos pequeños que ahora ocurren al norte y sur de las regiones tropicales son consistentes con las proyecciones modelo” y apoyan esto alegando la transmisión local de la malaria en EE.UU. y Canadá “durante períodos

particularmente calurosos y húmedos.”⁷⁰ Los brotes a los que se refieren están todos asociados a casos importados y ocurrieron en regiones donde la malaria era común.

Creo que tal información falsa debe ser tratada seriamente. Hay muchos comentarios sobre esfuerzos de mejorar la salud de las naciones más pobres. Al mismo tiempo, los conceptos erróneos de las enfermedades transportadas por mosquitos se utilizan para gastar cantidades colosales de recursos escasos “para detener” el calentamiento global, incluso a pesar de que los expertos en clima confiesen que la verdadera contribución de las actividades humanas a la actual tendencia del calentamiento es incierta.

La historia está repleta de extrañas decisiones basadas en la superstición e ideas falsas. Hay una tendencia a asumir que la ciencia moderna es prueba y error. Mientras que es cierto que el orden público es manejado cada vez más por la ciencia, es también verdad que mucha de ciencia es alimentada por el orden público.

La historia de la malaria en Europa es extensamente conocida y fácilmente accesible en cualquier buena biblioteca. Sin embargo, son comunes las predicciones mal informadas sobre la propagación de ésta y de otras enfermedades transmitidas por vectores a las áreas templadas – incluso en la literatura científica – y son extensamente citadas en la discusión pública de la política nacional e internacional sobre calentamiento global.

En mi opinión, estas predicciones son sostenidas por (1) conceptos hipocráticos de la asociación entre el clima y la enfermedad; (2) el miedo a las cosas tropicales; (3) una indiferencia por el pasado; y (4) una necesidad para simplificar los conceptos para consumo público. La verdad, como hemos visto, es que la historia natural de la malaria es compleja, y la interacción del clima, la ecología, los vectores biológicos y muchos otros factores desafían los análisis simplistas.

Lo triste es que hay poco que nosotros los científicos podamos hacer para desafiar las campañas de información falsa. Ninguno de nosotros niega que la temperatura es un factor en la transmisión de enfermedades transmitidas por mosquitos, y que la transmisión puede verse afectada si el clima del mundo continúa calentándose. Pero es inmoral que los activistas políticos engañen al público atribuyendo el resurgimiento reciente de estas enfermedades al cambio del clima, particularmente en África. Las verdaderas razones son lejanamente más complejas, y los principales determinantes son la política, la economía, y las actividades humanas. Se necesita de forma urgente un uso creativo y organizado de los

recursos para corregir la situación, sin importar el clima futuro.

Notas

- 1 'Global warming: Health and Disease' WWF Fact Sheet. Disponible en: http://www.panda.org/resources/publications/climate/health_factsheet/
- 2 Levi-Strauss (1992), p. 425.
- 3 Wigley (1981); Lamb (1995); Chorley and Barry (1998).
- 4 Houghton et al. (1996); Tett (1999); Wigley and Schimel (2000).
- 5 Wigley (1981); Lamb (1995); Rampino (1987).
- 6 Lamb (1995), p. 433.
- 7 Calder (1974), p.143; Ponte (1976), p.306; Halacy (1978), p. 212.
- 8 Houghton et al. (1996); Tett (1999); Wigley and Schimel (2000).
- 9 Tett et al. (1999), pp. 569–72; Karl et al. (1996). pp. 279–92; Michaels and Knappenberger (1996), pp. 522–23; Kerr (1997), pp. 1040–42; Lindzen (1997), pp. 8335 42.
- 10 Ross (1991), p. 277; Gelbspan (1997), p. 278; Michaels and Balling (2000), p. 236.
- 11 Ver, por ejemplo, McMichael et al. (1996); Patz et al. (1996); Hay (2001); Hay et al. (2002); Mouchet, J. et al. (1998); Epstein et al. (1998); McMichael, Patz and Kovats (1998); Martens (1998); Epstein (1999); Kovats et al. (1999); Reiter (2000); Shanks et al. (2000); Reiter (2001).
- 12 Gilles and Warrell (1993); Cook (ed.) (1996).
- 13 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p. 240.
- 14 Craig, et al. (1999), pp. 105–11.
- 15 Martens (1998), p. 176; Lindsay and Birley (1996), pp. 573–88; Jetten and Focks (1997), pp. 285–97; Patz (1998), pp. 147–53.
- 16 Rogers and Randolph (2000), pp. 1763–66; Dye and Reiter (2000), pp. 1697–98.
- 17 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p. 240.
- 18 Lamb (1995), p. 433.
- 19 Homer (1990) Book 22, lines 31–37.
- 20 Lamb (1995), p. 433; Jones (1909).
- 21 Langholf (1990).
- 22 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p. 240.
- 23 Lamb (1995), p.433; Jones (1907).
- 24 Dante (1949) Cantica I: Hell (L'inferno). Canto XVII, lines 85–8; Chaucer (1977). 'The Nun's Priest's Tale', lines 134–140.
- 25 Campbell (1991), p. 232.
- 26 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p. 240.
- 27 Lamb (1995), p. 433.
- 28 Grove (1988).
- 29 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p. 240.
- 30 Harvey (1993), p. 91.
- 31 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p. 240.
- 32 Citado en Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p. 240.
- 33 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p.240; Dock (1927), pp. 241–47; Siegel and Poynter (1962), pp. 82–85; Dobson (1998), pp. 69–81; Poser and Bruyn (1999), p.165.
- 34 Defoe (1986).
- 35 Ekblom (1938), pp. 647–55.
- 36 Dobson (1980), pp. 357–89; Dobson (1989), pp. 3–7; Dobson (1994), pp. 35–60. Dobson (1997), p. 647.
- 37 Reiter (2000), pp. 1–11.
- 38 Lamb (1995), p. 433; Grove (1988).
- 39 Ekblom (1938), pp. 647–55.
- 40 Renkonen (1944), pp. 261–75.
- 41 Russell (1956), pp. 937–65.
- 42 Patz (1996), pp. 217–23; Epstein (1998), pp. 409–17.
- 43 Wesenberg-Lund (1921), pp. 383–86.
- 44 Ekblom (1938), pp. 647–55.
- 45 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p. 240; James (1920), pp. 71–85.
- 46 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p.240.
- 47 Crosnier (1953), pp. 1299–1388; Laigret (1953), pp.1308–12.
- 48 Galli-Valerio (1917), pp. 440–54.
- 49 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p. 240.
- 50 Hackett (1937), p. 336.
- 51 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p. 240.
- 52 Hackett (1937), p. 336.
- 53 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p. 240.
- 54 Brown, Haworth and Zahar (1976), pp. 1–25.
- 55 Gilles and Warrell (1993); Bruce-Chwatt (1987), pp. 75–110.
- 56 WHO (1978), pp. 9–17.
- 57 Lloyd and Coulter (1961).
- 58 Hackett (1937), p. 336.
- 59 Hackett and Missiroli (1935), pp. 45–109.
- 60 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p. 336.
- 61 de Jong, JCM (1952), pp. 206–9.
- 62 Bruce-Chwatt and de Zulueta (1980), p. 240.

- 63 Guido Sabatinelli, OMS, Oficina Regional de Europa, Copenhagen, Dinamarca.
- 64 Zucker (1996).
- 65 Sabatinelli (1998).
- 66 Watson, Zinyowera, and Moss (1996).
- 67 EPA (1997), pp. 1–4.
- 68 Manning and Nobre (2001), p. 74.
- 69 EPA (2002), pp. 1–4.
- 70 Epstein (2002).

Referencias

- Brown, A. W., Haworth, A. J. and Zahar, A. R. (1976), 'Malaria eradication and control from a global standpoint', *Journal of Medical Entomology*, vol. 13, pp. 1–25.
- Bruce-Chwatt, L. J. (1987), 'Malaria and its control: present situation and future prospects', *Annual Review of Public Health*, vol. 8, pp. 75–110.
- Bruce-Chwatt, L. J., and de Zulueta, J., *The Rise and Fall of Malaria in Europe, a Historico-epidemiological Study* (Oxford, Oxford University Press, 1980).
- Campbell, B. M. S. (ed.), *Before the Black Death: Studies in the 'Crisis' of the Early Fourteenth Century*, (Manchester, Manchester University Press, 1991).
- Calder, N., *The Weather Machine* (New York, NY, Viking, 1974).
- Chaucer, G., *The Canterbury Tales; translated into Modern English by Nevill Coghill*, (London, Penguin, 1977).
- Chorley, R. J., and Barry, R. G., *Atmosphere, Weather and Climate* (New York, NY, Routledge, 1998).
- Cook, G. (ed.), *Manson's Tropical Diseases* (London, W. B. Saunders Co., 20th edn, 1996).
- Craig, M. H., Snow, R. W. and le Sueur, D. (1999), 'A climate-based distribution model of malaria transmission in sub-Saharan Africa', *Parasitology Today*, vol. 15, no. 3, pp. 105–11.
- Crosnier, F. (1953), 'De quelques considérations sur le paludisme métropolitain', *Revue Path. hum. comp.* 53, pp. 1299–1388.
- Dante, A., *The Comedy of Dante Alighieri the Florentine*, (London, Penguin [reprinted]).
- de Jong, J. C. M., 'The influence of changes in chlorine content of inland waters on malaria in Friesland', *Documenta Med. Geogr. Trop.*, vol. 4 (1952).
- Dobson, M. J. (1980), 'Marsh Fever' – the geography of malaria in England', *Journal of Historical Geography*, vol. 6, pp. 357–89.
- Dobson, M. J. (1989), 'History of malaria in England', *Journal of the Royal Society of Medicine*, vol. 82 (Suppl 17), pp. 3–7.
- Dobson, M. J. (1994), 'Malaria in England: a geographical and historical perspective', *Parassitologia*, vol. 36, nos. 1&2, pp. 35–60.
- Dobson, M. J., *Contours of death and disease in early modern England* (Cambridge, Cambridge University Press, 1997).
- Dobson, M. J. (1998), 'Bitter-sweet solutions for malaria: exploring natural remedies from the past', *Parassitologia*, vol. 40, nos. 1&2, pp. 69–81.
- Dock, G. (1927), 'Robert Talbor, Madame de Sévigné, and the introduction of cinchona. An episode illustrating the influence of women in medicine', *Annals of Medical History*, vol. 4, pp. 241–7.
- Dye, C. and Reiter, P. (2000), 'Temperatures without fevers?' *Science*, vol. 289, pp. 1697–8.
- Dymowska, Z., 'Zimnica ['Malaria']', in *Choroby zakaźne w Polsce i ich zwalczanie w latach 1919–1962* [Infectious diseases in Poland and their control, 1919–1962], J. Kostrzewski (ed.) (Warsaw, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, 1964).
- Eklom, T. (1938), 'Les races Suédoises de l'Anopheles maculipennis et leur rôle épidémiologique', *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, vol. 31, pp. 647–55.
- Epstein, P. R., et al. (1998), 'Biological and physical signs of climate change: focus on mosquito-borne diseases', *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 79, pp. 409–17.
- Epstein, P. R. (1999), 'Climate and Health', *Science*, vol. 285, pp. 347–48.
- Epstein, P. R., *Global Warming: Health and Disease* (WWF, 2002).
- Environmental Protection Agency (EPA), *Climate Change and Public Health* (Office of Policy, Planning and Evaluation 2171, Washington DC, EPA, 1997).
- EPA, *Global Warming – Impacts. Health* (Office of Policy, Planning and Evaluation, Washington, DC EPA, 2002).
- Galli-Valerio, B. (1917), *La distribution géographique des Anophèles en Suisse au point de vue du danger de formation de foyers de malaria*, *Bull. schweiz. Gesundheit Amt.*, vol. 40, pp. 440–54.
- Gelbspan, R., *The heat is on: the high stakes battle over Earth's threatened climate* (Reading, Massachusetts, Addison–Wesley, 1997).
- Gilles, H. M. and Warrell, D. A., (eds), *Bruce-Chwatt's Essential Malariology* (London, Edward Arnold, 1993).
- Grove, J. M., *Little Ice Age* (London, Routledge, Keegan and Paul, 1988).

- Hackett, L. W. and Missiroli, A. (1935), 'The varieties of *Anopheles maculipennis* and their relation to the distribution of malaria in Europe', *Riv. Malar.*, vol. 14, pp. 45–109.
- Hackett, L. W. *Malaria in Europe, an Ecological Study* (London, Oxford University Press, 1937).
- Halacy, D. S., *Ice or Fire? Can We Survive Climate Change?* (New York, Harper & Row, 1978).
- Harrison, W. C., *Dr. William Harvey and the Discovery of Circulation* (New York, MacMillan, 1967).
- Harvey, W., *On the motion of the heart and blood in animals*, trans. Robert Willis, Great Minds – Science. Amherst, (New York, Prometheus Books, 1993).
- Hay, S. I. (2001), 'The world of smoke, mirrors and climate change', *Trends Parasitol.*, vol. 17, no. 10, p. 466.
- Hay, S. I. *et al.* (2002), 'Climate change and the resurgence of malaria in the East African highlands', *Nature*, vol. 415, pp. 905–9.
- Homer, *The Iliad*, trans. Robert Fagles (New York, Viking Penguin, 1990).
- Houghton, J. T. *et al.* (eds), *The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, (Cambridge, Cambridge University Press, 1996).
- James, S. P. (1920), 'The disappearance of malaria from England', *Proc. R. Soc. Med.*, vol. 23, pp. 71–85.
- Jetten, T. H. and Focks, D. A. (1997), 'Potential changes in the distribution of dengue transmission under climate warming', *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 57, no. 3, pp. 285–97.
- Jones, W. H. S., *Malaria and Greek History* (Manchester, Manchester University Press, 1909).
- Jones, W. H. S., *Malaria: a neglected factor in the history of Greece and Rome* (Cambridge, Macmillan and Bowes, 1907).
- Karl, T. R. *et al.* (1996), 'Indices of climate change in the United States', *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 77, pp. 279–92.
- Kerr, R. A. (1997), 'Greenhouse forecasting still cloudy', *Science*, vol. 276, pp. 1040–42.
- Kovats, R. S. *et al.* (1999), 'Climate change and human health in Europe', *British Medical Journal*, vol. 318, pp. 1682–85.
- Laigret, M. (1953), 'Remarques d'ordre général concernant la régression du paludisme dans nos pays', *Revue Path. hum. comp.* vol. 53, pp. 1308–12.
- Lamb, H. H., *Climate, History and the Modern World* (London, Routledge, 1995).
- Langholf, V., *Medical theories in Hippocrates: early texts and the 'Epidemics'*, *Untersuchungen zur Antiken Literature und Geschichete, Band 34* (Berlin, Walter de Gruyter, 1990).
- Levi-Strauss, C., *Tristes Tropiques* (Penguin, USA, 1992).
- Lindsay, S. W. and Birley, M. H. (1996), 'Climate change and malaria transmission', *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, vol. 90, no. 6, pp. 573–88.
- Lindzen, R. S. (1997), 'Can increasing carbon dioxide cause climate change?' *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 94, pp. 8335–42.
- Lloyd, C. and Coulter, J. L. S., *Medicine and the Navy*, vol. 1. (Edinburgh, Livingstone, 1961).
- Macdonald, G., *The Epidemiology and Control of Malaria* (Oxford, Oxford University Press, 1957).
- Manning, M. and Nobre, C. (eds) (2001), *Technical Summary. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* (Cambridge, Cambridge University Press, 2001).
- Martens, P., *Health and Climate change: Modelling the Impacts of Global Warming and Ozone Depletion* (London: Earthscan Publications, 1998).
- McMichael, A. J., Patz, J. and Kovats, R. S., 'Impacts of Global Environmental Change on Future Health and Health Care in Tropical Countries', *British Medical Bulletin*, vol. 54, no. 2, pp. 475–88.
- McMichael, A. J., *et al.*, *Climate Change and Human Health* (Geneva, World Health Organization, 1996).
- Michaels, P. J. and Knappenberger, P. C. (1996), 'Human effect on global climate?' *Nature*, vol. 384, pp. 522–23.
- Michaels, P. J. and Balling, R. C., *The Satanic Gases* (Washington, DC, Cato Institute, 2000).
- Mouchet, J., *et al.* (1998), 'Evolution of Malaria in Africa for the Past 40 Years: Impact of Climatic and Human Factors', *Journal of the American Mosquito Control Association*, vol. 14, no. 2, pp. 121–30.
- Molineaux, L. and Gramiccia, G., *The Garki Project: Research on the Epidemiology and Control of Malaria in the Sudan Savanna of West Africa* (Geneva: World Health Organization, 1980).
- Molineaux, L. (1985), 'The Pros and Cons of Modelling Malaria Transmission', *Trans R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, vol. 79, no. 6, pp. 743–47.
- Molineaux, L. and Dietz, K. (1999), 'Review of Intra-Host Models of Malaria', *Parassitologia*, vol. 41, nos. 1–3, pp. 221–31.

- Patz, J. A. *et al.* (1996), 'Global Climate Change and Emerging Infectious diseases', *Journal of the American Medical Association*, vol. 275, no. 3, pp. 217–23.
- Patz, J. A. *et al.* (1998), 'Dengue Fever Epidemic Potential as Projected by General Circulation Models of Global Climate Change', *Environmental Health Perspectives*, vol. 106, no. 3, pp. 147–53.
- Ponte, L., *The Cooling* (Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1976).
- Poser, C. M. and Bruyn, G. W., *An Illustrated History of Malaria* (New York, Parthenon, 1999).
- Rampino, M., *Climate – History, Periodicity and Predictability* (Van Nostrand Reinhold, 1987).
- Reiter, P. (2000), 'From Shakespeare to Defoe: Malaria in England in the Little Ice Age', *Emerging Infectious Diseases*, vol. 6, no. 1, pp. 1–11.
- Reiter, P. (2001), 'Climate Change and Mosquito-Borne Disease', *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, Suppl. 1, pp. 141–61.
- Renkonen, K. O. (1944), 'Über das Vorkommen von Malaria in Finnland', *Acta Medica Scandinavica*, vol. 119, pp. 261–75.
- Rogers, D. J. and Randolph, S. E. (2000), 'The global spread of malaria in a future, warmer world', *Science*, vol. 289, pp. 1763–6.
- Ross, A. *Strange weather. Culture, Science, and Technology in the Age of Limits* (London, Verso, 1991).
- Russell, P. F. (1956), 'World-wide malaria distribution, prevalence, and control', *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 5, pp. 937–65.
- Sabatinelli, G. (1998), 'Malaria Situation and Implementation of the Global Malaria Control Strategy in the WHO European region', World Health Organization Expert Committee on Malaria, 1998. MAL/EC20/98.9.
- Shanks, G. D. *et al.* (2000), 'Changing Patterns of Clinical Malaria Since 1965 Among a Tea Estate Population Located in the Kenyan Highlands', *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, vol. 94, pp. 253–55.
- Siegel, R. E. and Poynter, F. N. L. (1962), 'Robert Talbor, Charles II and Cinchona. A Contemporary Document', *Medical History*, vol. 6, pp. 82–85.
- Simic, C. (1956), 'Le Paludisme en Yougoslavie', *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 15, pp. 753–66.
- Tett, S. F. B. *et al.* (1999), 'Causes of Twentieth-Century Temperature Change Near the Earth's Surface', *Nature*, vol. 399, pp. 569–72.
- Watson, R. T., Zinyowera, M. C. and Moss, R. H. (eds), *Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge, Cambridge University Press, 1996).
- Wesenberg-Lund, C. (1921), 'Sur les Causes du Changement Intervenu dans le Mode de Nourriture de l'Anophèle Maculipennis', *C. r. Séanc. Soc. Biol.*, vol. 85, pp. 383–86.
- World Health Organization (WHO) (1978), 'The Malaria Situation in 1976', *WHO Chronicles*, vol. 32, pp. 9–17.
- Wigley, T. M. L., Ingram, M. J. and Farmer, G. (eds), *Climate and History* (Cambridge, Cambridge University Press, 1981).
- Wigley, T. M. L. and Schimel, D. (eds) (2000), *The Carbon Cycle* (Cambridge, Cambridge University Press, 2000).
- Zucker, J. R. (1996), 'Changing Patterns of Autochthonous Malaria Transmission in the United States: a Review of Recent Outbreaks', *Emerging Infectious Diseases*, vol. 2, no. 1, pp. 37–89.