

# Enfermedades de transmisión vectorial potencialmente emergentes en la cuenca mediterránea y su posible relación con el cambio climático

PEDRO ARCOS GONZÁLEZ, CRISTIAN ESCOLANO ESCOBAR

Unidad de Investigación en Emergencia y Desastre (UIED). Departamento de Medicina. Universidad de Oviedo. Oviedo, España.

## CORRESPONDENCIA:

Pedro Arcos González  
Departamento de Medicina  
Universidad de Oviedo  
Campus del Cristo  
33006 Oviedo. España  
E-mail: arcos@uniovi.es

## FECHA DE RECEPCIÓN:

11-11-2010

## FECHA DE ACEPTACIÓN:

10-12-2010

## CONFLICTO DE INTERESES:

Ninguno

El cambio climático influye sobre la frecuencia y distribución de las enfermedades de transmisión vectorial (ETV). El objetivo del trabajo es examinar la evidencia científica disponible sobre la modificación producida por el cambio climático en las ETV en Europa, especialmente en la vertiente europea la cuenca mediterránea, así como los mecanismos implicados en esos cambios. Para ello se revisa la literatura científica disponible hasta septiembre de 2010 sobre las alteraciones producidas por el cambio climático en las ETV en Europa, especialmente las que potencialmente pueden resultar más afectadas como el paludismo, el dengue, la fiebre Chikungunya, la fiebre del Valle del Rift, la fiebre del Nilo Occidental, la leishmaniosis, infecciones por Hantavirus, la fiebre botanosa mediterránea, la fiebre hemorrágica del Congo Crimea y la enfermedad de Lyme. Existe evidencia de que se está produciendo un aumento de casos autóctonos y de brotes epidémicos. Este aumento de casos de las ETV estudiadas en la cuenca mediterránea que puede estar asociado a la modificación de las variables climáticas de la temperatura ambiental y la humedad relativa, aunque el efecto es difícil de notificar y atribuir al cambio climático porque la frecuencia de los casos depende también de otros elementos como el comportamiento humano, el crecimiento económico, la adaptabilidad del sistema terrestre y la capacidad para detener los cambios. [Emergencias 2011;23:386-393]

**Palabras clave:** Enfermedades de transmisión vectorial. Cambio climático. Europa.

El cambio climático es una variación estadísticamente significativa del estado promedio del clima o de su variabilidad, que persiste durante un periodo largo de tiempo (típicamente décadas o más) y puede ser debido a procesos naturales internos o forzamientos externos, o a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o el uso de la tierra<sup>1</sup>. La magnitud del cambio climático es distinta según cada zona geográfica<sup>2</sup>.

En Europa, los cambios en el clima predichos a largo plazo con un grado de confianza alto o muy alto son<sup>3-7</sup>: (1) un mayor riesgo de las crecidas repentinas de agua en las zonas de interior y de inundaciones, erosión y aumento del nivel del mar en las zonas costeras; (2) una retracción de los glaciares y la cubierta de nieve con pérdida de especies animales y vegetales por los cambios en los ecosistemas; (3) un aumento de la temperatura y la frecuencia de sequías, con reducción de disponibilidad de agua en el sur de Europa y la cuenca

mediterránea y una reducción de las precipitaciones anuales más significativa en la zona este de Europa; y (4) fuertes olas de calor y aumento de la frecuencia de incendios incontrolados. Estos cambios en el clima influyen sobre la frecuencia y la distribución a nivel global de las enfermedades de transmisión por vectores<sup>8-10</sup> (ETV), es decir, aquellas cuyo agente causal es transmitido al ser humano a través de otro organismo independiente, habitualmente un artrópodo<sup>11-13</sup>, aunque no siempre.

En este trabajo se hace una revisión sistemática de la literatura científica disponible hasta septiembre de 2010 referida a las alteraciones producidas por el cambio climático en la epidemiología de las enfermedades de transmisión vectorial en Europa, específicamente, en la vertiente europea de la cuenca mediterránea. Se han estudiado aquellas enfermedades que tienen mayor probabilidad de resultar influidas por el cambio climático en nuestra área geográfica<sup>13</sup>. Particularmente paludismo

**Tabla 1.** Elementos de la cadena epidemiológica de las enfermedades vectoriales discutidas en esta revisión

Enfermedad	Agentes	Vectores	Reservorios
Paludismo (Malaria)	<i>Plasmodium falciparum</i> , <i>P. vivax</i> , <i>P. ovale</i> , <i>P. malariae</i>	Anófeles	Hombre, simios
Dengue	Flavivirus del Dengue serotipos 1, 2, 3 y 4	<i>Aedes aegypti</i> , <i>A. albopictus</i> , <i>A. scutellaris</i>	Hombre, mosquitos
Fiebre Chikungunya	Virus Chikungunya	<i>Aedes aegypti</i>	Mosquitos, aves
Fiebre del Valle del Rift	Flavivirus de la Fiebre Valle del Rift	<i>Aedes aegypti</i> , <i>Culex pipiens</i>	Mosquitos
Fiebre del Nilo Occidental	Flavivirus del Nilo Occidental	<i>Culex pipiens</i> , <i>C. modestus</i> , <i>C. univittatus</i>	Mosquitos, aves
Leishmaniasis visceral (Kala-azar)	<i>Leishmania donovani</i> , <i>L. infantum</i> , <i>L. infantum-chagasi</i>	<i>Phlebotomus argentipes</i> , <i>P. chinensis</i> , <i>P. martini</i> , <i>P. orientalis</i>	Hombre, perro, cánidos salvajes
Infección por virus Hanta	Virus del género Hanta (virus Hantaan, virus Dobrava, virus Pumala, virus Seoul)	<i>Myodes glareolus</i>	Roedores de campo
Fiebre botonosa mediterránea	<i>Rickettsia conorii</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus</i> , <i>R. appendiculatus</i> , <i>Haemaphysalis leachi</i> , <i>Amblyomma hebraeum</i> , <i>Boophilus decoloratus</i> , <i>Hyalomma aegyptium</i>	Garrapatas, perros roedores
Fiebre hemorrágica de Crimea-Congo	Virus de fiebre hemorrágica de Crimea-Congo	<i>Hyalomma marginatum</i> , <i>H. anatolicum</i>	Garrapatas, liebres, aves
Enfermedad de Lyme	<i>Borrelia burgdorferi</i>	<i>Ixodes scapularis</i> , <i>I. pacificus</i>	Garrapatas, roedores silvestres, ciervo, aves

(malaria), dengue, fiebre Chikungunya, fiebre del Valle del Rift, fiebre del Nilo Occidental, leishmaniasis, infecciones por Hantavirus, fiebre botonosa mediterránea, fiebre hemorrágica del Congo Crimea y enfermedad de Lyme. Para ello se han consultado los datos y la información disponible de los últimos 10 años relacionada con el cambio climático y las ETV en las siguientes fuentes: Consorcios de Investigación EpiNorth y EpiSouth, Red TropNet-Europ, Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPPC), Organización Mundial de la Salud, Organización Meteorológica Mundial, Instituto de Salud Carlos III, así como los artículos publicados en revistas científicas y relacionados con los términos cambio climático y enfermedades de transmisión vectorial. La Tabla 1 muestra los elementos básicos de la cadena epidemiológica de las enfermedades estudiadas. Se seguirá el orden de enfermedades establecido.

### Paludismo o malaria

Es conocido que dos variables climáticas, la temperatura y las precipitaciones, afectan especialmente a la epidemiología del paludismo<sup>14</sup>. La temperatura ambiental afecta tanto al vector como al ciclo del parásito y las precipitaciones afectan a las poblaciones de mosquitos de la especie Anófeles, principalmente en sus estadios larvarios y adultos. En el caso de *Plasmodium falciparum*, se requiere al menos una temperatura mínima de 19°C para desarrollarse en el interior del mosquito. Al igual que el resto de plasmodios, tienen una temperatura óptima en la cual se desarrollan con

total efectividad. Existe evidencia de que el cambio climático produce situaciones que afectan al desarrollo del vector y a la transmisión y distribución geográfica actual de la enfermedad<sup>15</sup>. Habitualmente se ha denominado “anofelismo sin malaria” a aquella situación en la que hay presencia de poblaciones de anofelinos bien establecidas y gametocitos de plasmodios circulando entre cierto porcentaje de la población humana. Esta circunstancia ha sido señalada por Bueno Marí y Jiménez Peydró en nuestro país<sup>16</sup>. En España, en 2010, ya se ha notificado el primer caso de paludismo autóctono debido a *Plasmodium vivax*<sup>17</sup>. Sin embargo, hay otros factores que también influyen en este proceso, como son el desarrollo sociocultural de la región, el acceso a hospitales, los programas de prevención, el conocimiento de la población, el uso de insecticidas para combatir el vector, así como la inmigración.

### Dengue

El principal responsable de la transmisión es el mosquito *Aedes aegypti*. La subespecie *Aedes albopictus* o mosquito tigre, aunque tiene menor capacidad vectorial, también es transmisor. Esta subespecie se desarrolla en zonas climáticas con precipitación anual mayor de 500 mm<sup>3</sup>, más de 60 días de lluvia al año, temperatura media del mes frío superior a 0°C, temperatura media del mes más cálido superior a 20°C y temperatura media anual superior a 11°C. Su importancia creciente es debida a que se ha descubierto su fuerte implantación en territorio europeo<sup>18,19</sup>. Los lugares

de cría principalmente son aguas estancadas o acumuladas en recipientes en desuso, así como neumáticos viejos. El mosquito se encuentra bien implantado en Albania desde 1979 y en Italia desde 1990. Se ha detectado su presencia en Francia desde 1999, Bélgica desde el 2000, España desde 2003, Suiza desde 2003 y Países Bajos desde 2005. A día de hoy, el dengue sigue siendo una enfermedad importada en Europa<sup>20</sup> y sigue sin haber una notificación formal de transmisión local de Dengue, pero la información anteriormente expuesta muestra un ecosistema futuro en Europa receptivo para la transmisión del virus.

### Fiebre Chikungunya

El virus de la fiebre Chikungunya es transmitido principalmente por mosquitos de la especie *Aedes*, fundamentalmente *A. aegypti* y *A. albopictus*. En 2007 se produjo un brote en el noroeste de Italia<sup>21</sup>, donde este mosquito tiene una amplia distribución<sup>22</sup>. En estos casos de Italia se detectó una mutación del virus, denominada A226V, que favoreció la rápida diseminación, ya que esta nueva cepa se reproducía con mayor facilidad en las glándulas salivares del mosquito<sup>23,24</sup>.

Han sido varios los factores que han contribuido a la reemergencia de la fiebre Chikungunya. En primer lugar, la expansión de vectores, especialmente *A. albopictus*, y el calentamiento global y el aumento generalizado de temperaturas en latitudes más septentrionales que se vuelven hábitat adecuados para desarrollar su ciclo biológico. Tras establecerse el vector, sólo queda introducir el virus que, como ocurrió en el caso de Italia, viene como huésped de un ser humano procedente de zonas endémicas o lugares donde en ese momento existe un brote activo. Si a esto se une la aparición de una nueva cepa mutante que facilita el contagio en un vector ampliamente extendido, parece razonable esperar un aumento de la incidencia de la enfermedad en los próximos años en Europa, así como brotes en zonas que hasta ahora estaban libres del virus.

### Fiebre del Oeste del Nilo

Los vectores transmisores son principalmente los mosquitos ornitófilos, particularmente el género *Culex*. En Europa el vector más aislado es *Culex pipiens*<sup>25</sup>. En los últimos años han aparecido casos esporádicos y brotes en Italia, Portugal, Rumania, Francia, República Checa, Hungría o Espa-

ña. En 1996 se producía el primer brote en el sudeste de Rumania<sup>26</sup> y en 2008 se detectaron tres brotes de forma simultánea en Italia, Rumania y Hungría.

En las zonas templadas de Europa ya había casos esporádicos de la enfermedad, pero algunos factores ambientales como las actividades humanas, el uso de métodos de regadío intensivo, las fuertes lluvias, las inundaciones y el aumento global de las temperaturas están favoreciendo un nicho ecológico en el que el virus puede realizar su ciclo biológico con total efectividad. Además, la cuenca mediterránea acoge aves migratorias procedentes de África, lo que la sitúa como área susceptible de transmisión.

En el sur de Portugal hubo un brote en 2004 y en España se ha demostrado la existencia previa del virus en poblaciones de Galicia, Valencia, Coto de Doñana y delta del Ebro durante los años 1960 y 1980<sup>27</sup>. En 2008 se detectó también un brote en la región italiana de Emilia-Romagna (provincia de Ferrara), donde el año anterior se produjo el brote de fiebre Chikungunya. El origen de este brote debe buscarse en las cálidas y húmedas tierras del delta del río Po, especialmente atractivas para los mosquitos y con gran biodiversidad, además de una zona de migración de aves de relativa importancia<sup>28</sup>. Se está objetivando pues un cambio en la epidemiología y distribución de esta enfermedad, así como un aumento de incidencia de los casos graves. La supervivencia del vector y la dinámica de transmisión del virus es mayor con temperaturas de 30°C por lo que un aumento de la temperatura en esta zona hace esperable un aumento de la incidencia de la enfermedad en los próximos años<sup>29</sup>. Además, un aumento de temperaturas en algunas regiones del planeta las convierte en zonas más cálidas durante un número mayor de meses que favorece los cambios en los patrones migratorios de las aves reservorio.

### Fiebre del Valle del Rift

El virus de la fiebre del Valle del Rift se transmite generalmente por mosquitos *Aedes* cuya hembra es capaz, además, de transmitir el virus a los huevos generando crías infectivas<sup>30</sup>. Existen otros dípteros aptos para actuar como vectores y que varían en función de cada región. Por el momento no hay evidencia de casos, ni autóctonos ni importados, de la enfermedad en Europa, aunque se ha comprobado la existencia de mosquitos que podrían actuar como vectores potenciales de la enfermedad, y se está investigando su capa-

cidad vectorial<sup>31</sup>. Moutallier *et al.*<sup>32</sup> han analizado en 2008 la capacidad de tres especies de mosquitos presentes en regiones de Francia y Túnez (*Aedes caspius*, *Aedes detritus* y *Culex pipiens*), así como de diferentes colonias establecidas de laboratorio, para diseminar dos cepas de virus de la fiebre del Valle del Rift, que evidencia que la especie *Culex pipiens* y la especie de laboratorio *A. aegypti* eran los vectores más efectivos para la transmisión. Teniendo en cuenta la abundancia de *Culex pipiens* tanto en el sur de Francia como en la región de Túnez, no es despreciable el peligro que supondría la introducción del virus en estas zonas.

### Leishmaniasis visceral

En varios países europeos, incluidos los de la cuenca mediterránea, el agente causal de la leishmaniasis visceral es la *Leishmania infantum* y su mayor reservorio natural son los perros domésticos<sup>33</sup>. El principal vector en el continente europeo es la hembra de mosquito flebótomo o mosca de la arena (*Phlebotoniae*). La Leishmaniasis es la única enfermedad de transmisión vectorial considerada tropical que ha sido endémica en la cuenca mediterránea durante décadas. En Portugal, por ejemplo, la Leishmaniasis es endémica y estudios de campo confirman que las actuales condiciones ambientales del país favorecen la supervivencia de los flebotomos durante varios meses. Además la prevalencia del parásito es bastante alta en los perros, su reservorio natural<sup>34</sup>. Los últimos años esta patología ha dejado de verse únicamente en las costas mediterráneas y ha hecho su aparición en latitudes más septentrionales, como el norte de Italia<sup>35</sup> y el sur de Alemania<sup>36</sup>.

Conocer el número exacto de casos de leishmaniasis en Europa es complicado por varias razones. En primer lugar, la forma subclínica de la enfermedad es mucho más frecuente que la forma clínica, habiendo probablemente entre treinta y cien casos de infección subclínica por cada uno de leishmaniasis visceral. En segundo lugar, los individuos que se contagian en Europa y regresan a sus países, y son diagnosticados allí no se contabilizan. En estudios realizados en países del norte de Europa se ha visto que muchos de los casos registrados corresponden a individuos que estuvieron de vacaciones o de viaje en las costas mediterráneas de Portugal, España, Francia o Grecia<sup>37</sup>. En tercer lugar, al no existir por el momento una red de vigilancia específica para esta enfermedad que abarque toda Europa, muchos casos no son declarados<sup>38</sup>.

En el caso de la leishmaniasis, el clima influye sobre la enfermedad afectando a su vector y al parásito. En cuanto al vector, lo hace de la misma forma que en otras enfermedades transmitidas por mosquitos, es decir favorece su supervivencia y su reproducción, acorta su periodo de letargo invernal y consigue un aumento en el número de generaciones anuales, así como modifica su distribución geográfica<sup>13</sup>. En lo que respecta al parásito, los aumentos en la temperatura podrían acortar los periodos madurativos de éste dentro del vector y aumentar el riesgo de transmisión<sup>13</sup>.

Sin embargo, la evidencia revisada sugiere que las variables climáticas estarían en un segundo plano en cuanto al resurgimiento de la enfermedad. En este sentido, habría una serie de factores que parecen ser mucho más relevantes. Entre ellos estarían una insuficiente vigilancia epidemiológica que conduce a una subestimación de la enfermedad, su mayor incidencia en sectores pobres de la población, la aparición de cepas resistentes a los tratamientos actuales, el aumento del turismo hacia zonas endémicas, y el desconocimiento de las cifras reales de infectados por el parásito.

### Enfermedades por virus Hanta

En Europa y Rusia el virus Hanta más relevante es el virus *Puumala*, cuyo vector principal es el *Myodes glareolus*<sup>39</sup>. Estudios observacionales han evidenciado un aumento de la incidencia de las enfermedades causadas por hantavirus en Europa los últimos años, especialmente en algunos países, en comparación con las décadas anteriores<sup>40</sup>. En Bélgica, por ejemplo, el aumento de los casos estaría asociado con una mayor abundancia del campañol o rata de campo, favorecido por las temperaturas más altas y mayores precipitaciones en otoño que favorece mayor alimento para los campañoles, que se reproducen en mayor número, y se detecta al año siguiente un pico en las enfermedades producidas por el virus *Puumala*. En el noroeste de Grecia, en 2009, también reaparecieron casos de fiebre hemorrágica con síndrome renal, tras décadas sin haberse declarado ninguno, a pesar de la probada presencia de virus Hanta en los roedores de dicha zona<sup>41</sup>. Con la excepción de estos casos, en la vertiente europea de la cuenca mediterránea no se ha encontrado otras evidencias de que estas enfermedades sean un peligro inmediato, ya que la presencia del vector es escasa en la mayoría de ese territorio. No obstante, el resurgimiento en los países vecinos es un factor que indica la necesidad de reforzar la vigilancia epidemiológica de estos procesos.

## Enfermedad de Lyme

La incidencia de la enfermedad de Lyme se ha incrementado en algunas regiones de Europa<sup>42</sup>. Las zonas de más alta prevalencia se corresponden con las densamente boscosas; en Europa los países más afectados son Alemania, Austria, Eslovenia y Suiza<sup>43</sup>. Este incremento parece estar en relación con variabilidades climáticas que producen un aumento de la densidad y de la distribución geográfica de la garrapata *Ixodes*<sup>44</sup>. Sin embargo, la verdadera incidencia es muy difícil de calcular, ya que la obligatoriedad de declaración varía entre regiones y países dentro del propio continente, aunque continúa siendo la enfermedad transmitida por garrapatas más declarada.

En el norte de Europa la transmisión suele producirse los meses más cálidos de verano, mientras que en zonas como la península Ibérica la mayor concentración del vector se ha encontrado en los meses fríos<sup>45</sup>, por la sensibilidad de la garrapata a temperaturas altas prolongadas y disminución de la humedad del suelo. En el caso de Portugal, se espera que el cambio en el clima proyectado sea menos favorable para la garrapata en el sur del país, mientras que sea positivo para la zona centro y norte. Además, se ha demostrado recientemente la patogenicidad en seres humanos de la *B. lusitaniae*, que hasta ahora se creía que no causaba enfermedad en seres humanos<sup>46</sup>. Teniendo en cuenta que la población que vive en el sur representa una menor proporción que la que vive en la zona centro y norte, es de esperar que en cómputo total de casos la enfermedad de Lyme siga manteniendo altas tasas de incidencia incluso de pequeño aumento por la distribución poblacional. En el caso de España, el cambio climático proyectado como un aumento de las temperaturas y de la desertización probablemente haga desaparecer esta garrapata, quedando únicamente poblaciones aisladas en las zonas más frías de la cornisa cantábrica<sup>13</sup>.

## Fiebre hemorrágica de Crimea-Congo

En la última década se ha registrado un aumento del número de casos de esta enfermedad, y se describieron nuevas epidemias y brotes en Pakistán, Irán, Senegal, Kenia, Mauritania y Europa<sup>47</sup>. En el marco de la cuenca mediterránea europea, se han registrado casos en Turquía, Grecia, Francia y Portugal. Los casos suelen aparecer en mayor número en los periodos de primavera y otoño, asociados con la estacionalidad de las garrapatas.

El virus de la fiebre hemorrágica de Congo-Crimea se ha aislado en alrededor de treinta especies de garrapatas, entre las que se encuentran *Amblyomma variegatum*, *Amblyomma hebraeum*, *Rhipicephalus appendiculatus*, *Rhipicephalus rossicus*, *Rhipicephalus evertsi*, *Dermacentor marginatus* (todas ellas con transmisión transestadial), *Hyalomma truncatum*, *Hyalomma impeltatum* y *Hyalomma dromedarii* (estas tres con transmisión transestadial y transovárica imperfecta). No obstante, es la especie *Hyalomma marginatum* la que se perfila como verdadero vector de la enfermedad, con transmisión transestadial, transovárica y venérea en todas sus subespecies.

Desde hace aproximadamente una década, se ha constatado un aumento en el número de casos. El cambio climático, en particular el aumento de la temperatura, así como las prácticas agrícolas son las probablemente implicadas en cambios en el comportamiento del vector, aunque tampoco hay que olvidar que existe una mayor vigilancia por el recobrado interés por la enfermedad<sup>48</sup>. El calentamiento global puede introducir cambios en la epidemiología alterando los patrones de comportamiento de las garrapatas, como se sospecha que está ocurriendo con otras enfermedades vectoriales. También existe evidencia de que este calentamiento altera las rutas migratorias de algunas aves que son portadoras de garrapatas infectadas por el virus, distribuyéndolas a nuevas zonas que permanecían libres de enfermedad<sup>49</sup>.

Turquía es el país de la vertiente europea de la cuenca mediterránea que está registrando un mayor incremento en el número de brotes. En Grecia, en junio de 2008 falleció una mujer por esta causa<sup>50</sup>. Tras desatarse la alarma y crearse un plan de prevención de picaduras de garrapata, protocolos de manejo en los hospitales y educación a la población, se investigó a los países cercanos. Durante marzo y abril de ese mismo año se habían declarado seis casos de la enfermedad en Bulgaria, conocida área endémica y limítrofe con Grecia<sup>51</sup>. También se habían declarado varios casos en Turquía, pero ninguno en el lado europeo<sup>52</sup>. Aunque un estudio<sup>53</sup> ha implicado al cambio climático en la aparición de este nuevo caso, aún no se ha llevado a cabo una investigación completa en este aspecto. En Italia no se ha diagnosticado hasta el momento ningún caso, pero la vigilancia permanece porque se ha detectado la presencia del vector<sup>54</sup>. En Francia el único caso detectado fue el de una mujer que previamente había estado de turista en Senegal, una de las zonas consideradas endémicas. En España no se ha detectado todavía ningún caso, pero se contemplan tres graves fac-

tores de riesgo remarcables: la existencia de una climatología muy adecuada en todo el sur peninsular, densas poblaciones de la garrapata *Hyalomma lusitanicum* (que aún no ha sido evaluado como vector, pero que probablemente sea eficaz) y frecuentes importaciones de avestruces adultos, portadoras de algunas de las garrapatas responsables. La cercanía del continente africano hace temer la invasión de garrapatas africanas (la ya citada *Hyalomma marginatum* y la *Hyalomma anatolicum*) que son capaces de transmitir la enfermedad<sup>13</sup>.

### Fiebre botonosa mediterránea

La fiebre botonosa mediterránea es endémica en el área mediterránea, incluidos el norte de África y el sur de Europa. Se han confirmado casos en Portugal, Italia, Malta, Grecia, Croacia, España, Francia, Turquía, Argelia, Túnez y Marruecos. Se sospecha que la enfermedad es endémica en Eslovenia, Albania, Ucrania y Georgia, pero la bacteria causante, *Rickettsia conorii*, no ha sido aislada en los estudios de laboratorio. En Portugal e Italia la incidencia de la enfermedad se ha incrementado substancialmente los últimos doce años<sup>55</sup>. Otros estudios muestran aumentos de incidencia ya en los años ochenta en Italia<sup>56</sup>, España y sur de Francia<sup>57</sup>. En Bulgaria los casos comenzaron a declinar en los años 60 para desaparecer totalmente en la siguiente década. No se declararon nuevos casos hasta 1995 en que se produjeron 236 casos y alcanzaron los 716 en el año 1997<sup>58</sup>. En Italia el aumento de casos se produjo principalmente a lo largo de los años 90, hasta llegar al pico de 699 casos en 1999<sup>51</sup>. En Portugal no sólo ha habido un aumento de la incidencia de la enfermedad, sino un aumento de los casos graves con complicaciones severas que llegan a tasas de mortalidad de hasta un 32,3%, como ocurrió en el año 1997<sup>59</sup>.

Si tenemos en cuenta que esta garrapata tiene una gran capacidad de adaptación y que su tasa de transmisión se dispara los meses más cálidos y en las zonas de climas más áridos donde se exceden temperaturas ambientales de 35°C<sup>60</sup>, es razonable deducir que el cambio climático prolongue la temporada de máximo contagio al darse altas temperaturas durante la primavera y el otoño<sup>61</sup>. La disminución de las lluvias y el incremento de las temperaturas podrían ser una explicación en el caso de España<sup>62</sup>, así como la disminución de los días de heladas podrían serlo para el caso de Francia<sup>63</sup>.

Algunos autores han indicado que determinados factores, aparte del puramente climático, po-

drían estar relacionados con el aumento de caos y citan entre ellos: el incremento del número de garrapatas y el incremento del contacto de los humanos con el hábitat de estas garrapatas infectadas; la posibilidad de una mayor alerta entre los sistemas de salud, que hace que se diagnostique un mayor número de casos (aunque sólo Italia y Portugal tienen sistemas de vigilancia formales de esta enfermedad y su declaración no es obligatoria<sup>52</sup>); el crecimiento de las periferias de las grandes ciudades en los años 80 que transforman terrenos rurales en áreas urbanas; la aparición de nuevos métodos diagnósticos como la microinmunofluorescencia; y el incremento del turismo a zonas endémicas como España, Francia o Italia<sup>64</sup>.

### Conclusiones

La evidencia disponible indica que el cambio climático afecta las ETV al menos a dos niveles: (1) que afectan a la distribución y biología (supervivencia, comportamiento y reproductibilidad) de los vectores transmisores; y (2) que afectan a los agentes causales, principalmente influyendo sobre su desarrollo dentro del vector. Esto se explica fundamentalmente porque los vectores artrópodos son ectodermos sujetos a las fluctuaciones de la temperatura en cuanto a su desarrollo, reproducción y comportamiento. Los factores que influyen en la biología de estos vectores son principalmente la temperatura, el patrón de precipitaciones y la humedad relativa. La disminución de lluvias y la aparición de sequías merman la población vectorial y reducen la transmisión. Sin embargo, las reducciones en la intensidad de transmisión en zonas endémicas posteriores a periodos de disminución de precipitaciones producen a veces un efecto rebote, ya que aumentan la proporción de poblaciones residentes no inmunes, dando lugar a un incremento del riesgo de epidemias posteriores<sup>1</sup>.

En resumen, puede decirse que, aunque no está fehacientemente demostrado que el cambio climático aumente la frecuencia de las ETV, si hay suficiente evidencia científica para sospechar un aumento del riesgo en el futuro. Parte de la dificultad de esta demostración deriva del hecho de que en las ETV, además de las variables climáticas citadas, también influyen otras variables como la urbanización, el desarrollo socioeconómico e industrial, el comercio internacional, las migraciones humanas y el tipo de uso de la tierra.

En Europa, por un lado, las buenas condiciones sociosanitarias no facilitan la transmisibilidad y, por otro, no hay evidencia suficiente de que los

**Tabla 2.** Efectos del cambio climático en las enfermedades vectoriales discutidas en esta revisión

Enfermedad	Efecto principal
Paludismo (malaria)	Aumento de casos autóctonos
Dengue	Aumento de casos importados
Fiebre Chikungunya	Aumento de casos autóctonos Aumento de brotes
Fiebre del Valle del Rift	Sin evidencia de casos
Fiebre del Nilo Occidental	Aumento de casos Aumento de brotes
Leishmaniasis visceral	Aumento de casos autóctonos
Infección por virus Hanta	Aumento de casos autóctonos
Fiebre botonosa mediterránea	Aumento de casos autóctonos
Fiebre hemorrágica de Crimea-Congo	Aumento de casos autóctonos Aumento de brotes
Enfermedad de Lyme	Aumento de casos autóctonos

tratamientos inmunosupresores o las terapias biológicas ampliamente usados faciliten la aparición de brotes. No obstante, la reducida disponibilidad de buena información epidemiológica sobre las ETV y los escasos sistemas de monitorización vectorial no permiten un análisis completo. En este contexto, iniciativas como la de la red de Enfermedades Emergentes en un Medioambiente Europeo Cambiante (red EDEN) que monitoriza específicamente la encefalitis del Nilo occidental, la enfermedad de Lyme, encefalitis transmitidas por garrapatas, fiebre del valle del Rift, dengue, paludismo y leishmaniasis son de enorme utilidad, aunque es necesario un periodo de tiempo de observación más largo para establecer conclusiones. La evidencia actualmente disponible muestra que el cambio climático global tendrá un mayor impacto en la vertiente sur del continente europeo, incluida su cuenca mediterránea. En esta zona geográfica el cambio climático no está siendo homogéneo, por lo que cada zona y cada ETV resultarán afectadas de manera diferente y con diferente intensidad como muestra la Tabla 2. Con carácter general, se modificarán la distribución y la reproductibilidad de los vectores, así como la velocidad de reproducción de los agentes causales.

## Bibliografía

- 1 Baede APM (ed.). Appendix I – Glossary. En: J.T. Houghton JT et al. (eds.) Climate Change 2001: The Scientific Basis. Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge and New York: Cambridge University Press; 2001.
- 2 Pachauri RK, Resinger A (dirs.). IPCC 2007 Cambio climático: Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza: IPPC; 2008.
- 3 Alcamo J. Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climatic Change. Cambridge: Cambridge University Press; 2008.
- 4 AMG, Klein Tank. Changing temperature and Precipitation Extremes in Europe's climate of the 20th century. 2004 PhD dissertation. Utrecht: University of Utrecht; 2004. pp 124.
- 5 Norrant C, Douguédroit A. Monthly and daily precipitation trends in the Mediterranean. *Theor Appl Climatol.* 2006;83:89-106.
- 6 Good P. Non-linear regional relationships between climate extremes and annual mean temperatures in model projections for 1961-2099 over Europe. *Clim Res.* 2006;13:19-34.
- 7 Beniston M. Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climate Change.* 2007;81:S71-S95.
- 8 Githeko AK, Lindsay SW, Confalonieri UE, Patz JA. Climate change and vector borne diseases: a regional analysis. *Bull World Health Organ.* 2000;78:1136-47.
- 9 Patz JA, Olson SH. Climate change and health: global to local influences on disease risk. *Ann Trop Med Parasitol.* 2006;100:535-49.
- 10 McMichael AJ, Woodruff RE, Hales S. Climate change and human health: present and future risks. *Lancet.* 2006;367:859-69.
- 11 Reiter P. Climate change and mosquito-borne diseases. *Environ Health Perspect.* 2001;109:141-61.
- 12 Senior K. Vector-borne diseases threaten Europe. *Lancet Infect Dis.* 2008;8:531-2.
- 13 López-Vélez R, Molina Moreno R. Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Rev Esp Salud Pública.* 2005;79:177-90.
- 14 McDonald G. The epidemiology and control of malaria. Londres: Oxford University Press; 1957.
- 15 Bueno Marí R, Jiménez Peydró R. Malaria en España: Aspectos entomológicos y perspectivas de futuro. *Rev Esp Salud Pública.* 2008;82:467-79.
- 16 Bueno Marí R, Jiménez Peydró R. ¿Pueden la malaria y el dengue reaparecer en España? *Gac Sanit.* 2010.
- 17 Garriga J. Primer contagio de Malaria en España en 50 años. Madrid: Diario El País; 9 octubre, 2010.
- 18 Delaunay P, Jeannin C, Schaffner F, Marty P. News on the presence of the tiger mosquito *Aedes albopictus* in metropolitan France. *Archives de Pédiatrie.* 2009;16:566-71.
- 19 Straetemans M. Vector-related risk mapping of the introduction and establishment of *Aedes albopictus* in Europe. ECDC consultation group on vector-related risk for Chikungunya virus transmission in Europe. *Euro Surveill.* 2008;14:8040.
- 20 Jelinek T. Trends in the epidemiology of dengue fever and their relevance for importation to Europe. *Euro Surveill.* 2009;14:1-3.
- 21 Moutallier S, Barre H, Vazeilla M, Failloux AB. Recently introduced *Aedes albopictus* in Corsica is competent to Chikungunya virus and in a lesser extent to dengue virus. *Trop Med Int Health.* 2009;14:1105-9.
- 22 Rezza G. Chikungunya and West Nile virus outbreaks: what is happening in north-eastern Italy? *Eur J Pub Health.* 2009;19:236-7.
- 23 Gould EA, Higgs S. Impact of climate change and other factors on emerging arbovirus diseases. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2009;103:109-21.
- 24 Tsetsarkin KA, Vanlandingham DL, McGee CE, Higg SS. A single mutation in chikungunya virus affects vector specificity and epidemic potential. *PLoS Pathog.* 2007;3:e201.
- 25 Vallés X, Sánchez F. West Nile Virus: el virus del Oeste del Nilo. *Enf Emerg.* 2000;2:232-8.
- 26 Karabatsos N (ed). International catalogue of arboviruses, including certain other viruses of vertebrates. 3rd edition and Supplements 1986-98. San Antonio: American Society of Tropical Medicine and Hygiene; 1985.
- 27 Hubalek Z, Halouzka J. West Nile fever, a reemerging mosquito-borne viral disease in Europe. *Emerg Infect Dis.* 1999;5:643-50.
- 28 Lozano A, Filipe AR. Anticuerpos a virus West Nile y otros flavivirus transmitidos por artrópodos en la población del delta del Ebro. *Rev Esp Salud Pública.* 1998;8:25-35.
- 29 Rezza G. Chikungunya and West Nile virus outbreaks: what is happening in north-eastern Italy? *Eur J Pub Health.* 2009;19:236-7.
- 30 Mpho M, Callaghan A, Holloway GJ. Temperature and genotypic effects on life history and fluctuating asymmetry in a field strain of *Culex pipiens*. *Heredity.* 2002;88:307-12.
- 31 World Health Organization: Rift Valley Fever. [En línea]. (Consultado 24 Julio 2010). Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs207/en/>.
- 32 Martín V, Chevalier V, Ceccato P, Anyamba A, De Simone L, Lubroth J, et al. The impact of climate change on the epidemiology and control of Rift Valley fever. *Rev Sci Tech.* 2008;27:413-26.
- 33 Moutallier S, Krida G, Schaffner F, Vazeille M, Failloux AB. Potential vectors of Rift Valley fever virus in the Mediterranean region. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2008;8:749-53.
- 34 Bern C, Maguire JH, Aivar J. Complexities of assessing the disease burden attributable to leishmaniasis. *PLoS Negl Trop Dis.* 2008;2:e313.
- 35 Alves-Pires CA. Os flebotomos (Diptera, Phlebotomidae) dos Focos Zoonóticos de Leishmanioses em Portugal. (PhD thesis). Lisboa: Universidade Nova de Lisboa; 2008.
- 36 Maroli M, Rossi L, Balneli R, Capelli G, Ferroglio E, Genchi C, et al. The northward spread of leishmaniasis in Italy: evidence from retrospective and ongoing studies on the canine reservoir and phlebotomine vectors. *Trop Med Int Health.* 2008;13:256-64.

- 37 Bogdan C, Schonian G, Bañuls AL, Hide M, Pralong F, Lorenz E, et al. Visceral leishmaniasis in a German child who had never entered a known endemic area: case report and review of the literature. *Clin Infect Dis*. 2001;32:302-6.
- 38 Harms G, Schoma G, Feldmeier H. Leishmaniasis in Germany. *Emerg Infect Dis*. 2003;9:872-5.
- 39 Dujardin JC, Campino L, Cañavate C, Dedet JP, Gradoni L, Soteriadou K, et al. Spread of Vector-borne diseases and Neglect of Leishmaniasis, Europe. *Emerg Infect Dis*. 2008;14:1013-18.
- 40 Clement J, Hayman P, McKema P, Colson P, Avis T. The Hantaviruses of Europe: from the bedside to the bench. *Emerg Infect Dis*. 1997;2:205-11.
- 41 Clement J, Vercauteren J, Verstraepen WW, Ducoffre G, Barrios JM, Vandamme AM. Relating increasing hantavirus incidences to the changing climate: the mast connection. *Inter J Health Geogr*. 2009;8:1.
- 42 Akritidis N, Boboyanni C, Pappas G. Reappearance of viral hemorrhagic fever with renal syndrome in northwestern Greece. *Int J Infect Dis*. 2010;14:e13-e15.
- 43 Smith R, Takkinen J. Lyme borreliosis: Europe-wide coordinated surveillance and action needed? *Euro Surveill*. 2006;11:2977.
- 44 Dennis DT, Hayes EB. Epidemiology of Lyme borreliosis. En: Kahl O, Gray JS, Lane RS, Stanek G. *Lyme borreliosis: Biology, epidemiology and control*. Oxford: CABI Publishing; 2002.
- 45 Lindgren E, Talleklint L, Polfeldt T. Impact of climate change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. *Environ Health Perspect*. 2000;108:119.
- 46 Caeiro VMP. General review of tick species in Portugal. *Parasitologia* 1999;41(supl 1):11-5.
- 47 Collares-Pereira M, Caviero S, Franca I, Kucenabach K, Schafish Vitriol L, et al. First isolation of *Borrelia lusitaniae* from a human patient. *J Clin Microbiol*. 2004;42:1316-8.
- 48 Altaf A, Luby S, Ahmed AJ, Zaidi N, Khan AJ, Mirzas, et al. Outbreak of Crimean-Congo haemorrhagic fever in Quetta, Pakistan: contact tracing and risk assessment. *Trop Med Int Health*. 1998;3:878-82.
- 49 Ergonul O. Crimean-Congo haemorrhagic fever. *Lancet Infect Dis*. 2006;6:203-14.
- 50 Purnak T, Selvi NA, Altundag K. Global warming may increase the incidence and geographic range of Crimean-Congo Hemorrhagic Fever. *Med Hypotheses*. 2007;68:924-5.
- 51 Papa A, Drosten C, Bino S, Papadimitriou E, Panning M, Velo E, et al. Viral load and Crimean-Congo Haemorrhagic fever. *Emerg Infect Dis*. 2007;13:805-6.
- 52 Kunchev A, Kojouharova M. Probable cases of Crimean-Congo haemorrhagic fever in Bulgaria: a preliminary report. *Euro Surveill*. 2008;13:pii18845.
- 53 Yilmaz GR, Buzgan T, Torunaglu MA, Safran A, Imark H, Com S, et al. A preliminary report on Crimean-Congo haemorrhagic fever in Turkey, March-June 2008. *Euro Surveill*. 2008;13:pii18953.
- 54 Apa A. A case of Crimean-Congo Haemorrhagic Fever in Greece, June 2008. *Euro Surveill*. 2008;13:pii18952.
- 55 Pittalis S, Mesdu S, Castilletti MC, Di Caro A, Puro V. Crimean-Congo haemorrhagic fever: an enemy at the gates. *Le Infezioni in Medicina*. 2009;3:133-40.
- 56 Roveery C, Brouqui P, Raoult D. Questions on Mediterranean Spotted Fever a Century after its Discovery. *Emerg Infect Dis*. 2008;14:1360-7.
- 57 Mansueto S, Tringali G, Walker DH. Widespread, simultaneous increase in the incidence of spotted fever group rickettsiosis. *J Infect Dis*. 1986;154:539-40.
- 58 Raoult D, Jean-Pastor MJ, Xeridat B, Garnier JM, Weiller JP, Garcin G, et al. Mediterranean boutonneuse fever. A propos of 154 recent cases. *Ann Dermatol Venerol*. 1983;110:909-14.
- 59 Alexandrov E. Current features of Mediterranean spotted fever in Bulgaria in contemporary conditions. En: Raoult D, Brouqui P, editors. *Rickettsiae and rickettsial diseases at the turn of the third millennium*. Paris: Elsevier; 1999. pp. 279-81.
- 60 De Sousa R, Nobrega SD, Bacellar F, Torgal J. Mediterranean spotted fever in Portugal: risk factors for fatal outcome in 105 hospitalized patients. *Ann N Y Acad Sci*. 2003;990:285-94.
- 61 Mumcuoglu KY, Frish K, Sarou B, Manor E, Gross E, Gazt Z, et al. Ecological studies on the brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus* (*Acari ixodidae*) in southern Israel and its relationship to spotted fever group Rickettsiae. *J Med Entomol*. 1993;30:114-21.
- 62 Casimiro E, Calheiros J, Santos FD, Konats S. National Assessment of Human Health Effects of Climate Change in Portugal: Approach and Key Findings. *Environmental Health Perspectives*. 2006;114:1950-6.
- 63 Espejo Arenas E, Font Creus B, Segura Porta F, Espejo Arenas E, López Pares P, Muñoz Espin T. Climatic factors in resurgence of Mediterranean spotted fever. *Lancet*. 1986;1:1333.
- 64 Raoult D, Tissot Dupont H, Caraco P, Bronqui P, Drancoort M, Charrel C. Mediterranean spotted fever in Marseille: descriptive epidemiology and the influence climatic factors. *Eur J Epidemiol*. 1992;8:192-7.
- 65 Rolain JM, Jensenius M, Raoult D. Rickettsial infections-a threat to travellers? *Curr Opin Infect Dis*. 2004;17:433-7.

## Potentially emergent vector-borne diseases in the Mediterranean and their possible relationship with climate change

Arcos González P, Escolano Escobar C

Climate change affects the frequency and distribution of diseases transmitted by vectors. Our aims were to review the literature on the effects of climate change and vector-borne diseases in Europe, particularly in the Mediterranean area, and to consider the mechanisms implicated in changes. The literature published by September 2010 on changes in vector-borne diseases in Europe was reviewed. We emphasized disease that might potentially be affected by climate change, such as malaria, dengue fever, chikungunya fever, Rift Valley fever, West Nile fever, leishmaniasis, hantavirus infection, Mediterranean spotted fever, Crimean-Congo hemorrhagic fever, and Lyme disease. There is evidence of an increase in outbreaks and in locally acquired cases. The frequency of vector-borne diseases is increasing in the Mediterranean region, possibly associated with changes in temperature and relative humidity. The effect is difficult to perceive or attribute to climate change, however, because frequency also depends on factors such as human behavior, economic growth, the adaptability of the planet, and the prospects of stopping change. [Emergencias 2011;23:386-393]

**Key words:** Disease vectors. Climate change. Europe.