

Cambio climático II: Fauna y vectores





osman
Observatorio de Salud y
Medio Ambiente de Andalucía

Autores

Virginia Ballesteros Arjona, Pilar Rueda de la Puerta, Antonio Daponte Codina



Diseño y maquetación
www.catalogopublicidad.com

Diseño y maquetación www.catalogopublicidad.com Depósito Legal GR 871-2012

Índice

1. Introducción	5
2. Metodología	7
3. Enfermedades infecciosas - Mecanismos	8
4. Factores climáticos relacionados con enfermedades vectoriales ...	10
4.1. Sensibilidad a la temperatura	11
4.2. Precipitaciones	11
4.3. Humedad	11
4.4. Nivel del mar	12
4.5. Distribución de especies	12
5. Principales enfermedades vectoriales	13
5.1. Virus del Nilo occidental	13
5.2. Dengue	14
5.3. Fiebre Chikungunya	15
5.4. Malaria	15
5.5. Fiebre amarilla	16
5.6. Leishmaniosis	16
5.7. Enfermedades transmitidas por garrapatas	16
5.8. Enfermedades transmitidas por roedores	18
5.9. Otras enfermedades infecciosas	19
6. Limitaciones	20
Bibliografía	22

A large teal circle is positioned in the upper left quadrant of the page. Inside the circle, the text "Cambio climático II: Fauna y vectores" is written in white, sans-serif font. The text is arranged in three lines: "Cambio" on the first line, "climático II:" on the second line, and "Fauna y vectores" on the third line.

Cambio climático II: Fauna y vectores

1

Introducción

El cambio climático puede afectar de diversas maneras al equilibrio ecológico y a la biodiversidad. Los seres humanos se benefician de una serie de “servicios de ecosistemas” que incluyen alimentos, regulación climática, polinización de cosechas y un largo etcétera. Si se produce una alteración de los ecosistemas debido al cambio climático, se producen por tanto efectos sobre los seres humanos y su salud. Se estima que los mayores efectos en salud debidos al cambio climático son los debidos a infecciones transmitidas por vectores (1).

Las enfermedades transmitidas por vectores son aquellas que se transmiten desde animales a humanos por un hospedador intermedio, usualmente un insecto, por ejemplo, los mosquitos en la transmisión de malaria. La alteración de la biodiversidad puede afectar a las especies reservorio y vectores, afecta por tanto a las enfermedades en humanos. La deforestación, la construcción de presas, la sobrepesca, el desarrollo agrícola, etc. Y también el cambio climático (2).

Los rangos geográficos de diversas enfermedades o sus vectores ya están cambiando en altitud debido al calentamiento global. Además, los eventos climáticos extremos crean condiciones que conducen a brotes de enfermedades infecciosas, tales como lluvia intensas que dejan sitios adecuados para la cría de mosquitos, roedores y contaminan los sistemas de agua limpia. El cambio global podría causar: incremento o disminución en la distribución geográfica, ya que las consecuencias podrían ser que las condiciones anteriores no fueran sostenibles en áreas endémicas anteriormente, o que áreas que no eran endémicas, reúnan las condiciones para serlo. Incluso pequeños cambios en las distribuciones de enfermedad pueden suponer que nuevas poblaciones estén expuestas (1).

La transmisión de agentes infecciosos es sensible a las condiciones meteorológicas, sobre todo aquellos que pasan parte de su ciclo de vida fuera del cuerpo humano: los patógenos que son transportados por insectos expuestos al clima ambiente. Las enfermedades transmitidas por estos

vectores muestran patrones estacionales en los cuales el papel de la temperatura y las precipitaciones es bien conocido (3). Otros factores climáticos que pueden afectar a la transmisión de enfermedades infecciosas vectoriales son la humedad ambiente, la alteración de patrones de precipitación, la humedad del suelo y el nivel del mar. Es complejo determinar cuales de estos factores pueden afectar al riesgo de enfermedades vectoriales porque además la incidencia y distribución geográfica de estas enfermedades está influida por factores demográficos y sociales además de por factores climáticos. Aunque es probable que la mayor población en riesgo debido al cambio climático se encuentre en países en desarrollo, se han llevado a cabo estimaciones de los efectos en Europa (4-6).

El hecho de que las condiciones climáticas (temperatura y humedad) favorezcan la presencia y multiplicación de los huéspedes y reservorios y el incremento observado en el número de casos de diversas enfermedades infecciosas transmitidas por vectores en la última década en Europa (Virus del Nilo occidental en Rumanía, Hungría, Austria, otros brotes en República Checa, Francia, Italia, Grecia, España y Portugal, etc), abren la posibilidad de que esto refleje un cambio epidemiológico.

Cuando un agente infeccioso responsable de una enfermedad en seres humanos, puede también infectar otras especies, éstas pueden actuar como un reservorio o un vector para dicha enfermedad (2). El 80% de las enfermedades infecciosas humanas son transmitidas por animales y la emergencia y transmisión de muchas zoonosis pueden verse también afectadas por el clima.

Los factores que intervienen en la distribución de enfermedad son altamente complejos, y las consecuencias para la salud humana son difíciles de predecir pero se asume que el cambio climático exacerbará las enfermedades transmitidas por vectores (2) Los insectos tienden a ser más activos a temperaturas más cálidas Hay evidencia científica que sugiere que ya se ha producido la introducción de enfermedades infecciosas en áreas geográficas antes no afectadas, debido al cambio climático (7). El aumento de la incidencia de estas enfermedades se detecta más fácilmente en las zonas cercanas a los límites geográficos de distribución (8).

Un informe de la OMS realiza una estimación de la futura carga global de enfermedad como resultado del cambio climático. Por ejemplo, estima que en 2030 habrá un 10% más de enfermedad diarreica que si no hubiera cambio climático, y si las temperaturas globales incrementan de 2 a 3°C, como se espera, la población en riesgo para la malaria incrementará entre un 3 a 5%, lo que significa que habrá millones de nuevos infectados cada año (7).

2

Metodología

El objetivo del presente informe es recoger la evidencia científica sobre los efectos que se espera que el cambio climático tenga sobre la fauna, en concreto aquella relacionada con las enfermedades vectoriales. Para ello se ha realizado una revisión sistemática de la literatura publicada, identificando, evaluando y resumiendo los artículos científicos en Pubmed y Embase, además de informes y literatura publicada por organismos (World Health Organization, European Environmental Agency, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Observatorio de Cambio Climático y Salud, etc).

3

Enfermedades infecciosas - Mecanismos

Las enfermedades infecciosas pueden clasificarse en dos categorías según el modo de transmisión:

1. **Persona a persona de forma directa:** a través de contacto directo o exposición a pequeñas partículas.
2. **De forma indirecta:** a través de un organismo vector (por lo general, mosquito, pulga o garrapata).

Se conocen como antropozoonosis aquellas en las que el reservorio es humano, o zoonosis, aquellas en las que el reservorio es un animal.

Tanto el agente infeccioso (protozoo, bacteria, virus, etc.) como el organismo vector asociado (mosquito, pulga, etc.), carecen de mecanismos termorreguladores y tanto su temperatura como nivel de fluidos están por ello determinados por el clima local (organismos ectodérmicos). Por ello, tan sólo hay un rango limitado de condiciones climáticas en las cual cada especie infecciosa o vector pueden sobrevivir y reproducirse.

El clima es por tanto, uno de los factores que influyen en la incidencia de enfermedades infecciosas, aunque hay otros de tipo sociodemográfico: migración y transporte, resistencia a medicamentos, nutrición, deforestación, desarrollo agrícola etc. (9).

Factores que influyen en la transmisión de enfermedades vectoriales (10):

- Supervivencia y tasa de reproducción del vector
- Época del año y nivel actividad del vector, tasa de mordida
- Tasa de desarrollo y reproducción del patógeno dentro del vector.

Una serie de estudios recientes concluyen que mantener un alto nivel de diversidad de especies en los ecosistemas naturales ofrece protección contra la emergencia y distribución de ciertas enfermedades humanas (11). Un ejemplo concreto es el caso de la enfermedad de Lyme, enfermedad bacteriana transmitida por garrapatas, y cuyo principal hospedador en EEUU es el ratón de patas blancas (*Peromyscus leucopus*). Según estudios realizados en éste país, la presencia de una comunidad diversa de otros mamíferos puede “diluir” sus efectos en la transmisión de la enfermedad a las garrapatas (12).

4

Factores climáticos relacionados con enfermedades vectoriales

Los vectores, patógenos y hospedadores pueden sobrevivir y reproducirse dentro de condiciones climáticas óptimas y los cambios en estas condiciones pueden resultar en grandes modificaciones de estos factores de transmisión (13). Por ello, los modelos de predicción de efectos del cambio climático sobre la distribución de parásitos y patógenos se basan en los factores fisiológicos que regulan la supervivencia, la reproducción y la transmisión y sus interacciones con cambios ambientales extrínsecos relacionados con el clima (precipitación, humedad, aire y temperatura del agua principalmente). Los modelos predicen un calentamiento medio de entre 2 y 4°C y mayores precipitaciones en latitudes altas, con menos precipitaciones en latitudes bajas e incrementos de grandes precipitaciones en muchas regiones (14). Estos cambios según los modelos llevan a varios autores a predecir, según estudios de desarrollo de vectores y/o parásitos, extensión de la malaria en África, de nematodos parásitos en el ártico, el virus del Nilo occidental y la enfermedad de Lyme en Norteamérica y esquistosomiasis en China (15).

Hay que reseñar que debido a la gran complejidad de las relaciones ecosistémicas, los modelos son incapaces de predecir con total fiabilidad las consecuencias del cambio climático sobre estas enfermedades, ya que por ejemplo la malaria, depende también de las fluctuaciones de temperatura a lo largo del día, lo que a día de hoy, los modelos no predicen (2).

4.1. Sensibilidad a la temperatura

Las temperaturas extremas son a menudo letales para la supervivencia de patógenos, pero el incremento en la temperatura pueden tener efectos varios: si el vector vive en un ambiente en el que la temperatura media está próxima al límite de tolerancia fisiológica del patógeno, un pequeño incremento puede resultar letal para éste. Pero si el vector viven en un ambiente en el que la temperatura media es baja, un pequeño incremento puede resultar en un incremento del desarrollo, incubación y replicación del patógeno (16;17).

La temperatura también puede modificar el incremento de enfermedad, alterando por ejemplo las tasas de picadura, la dinámica de población del vector y las tasas de contacto con humanos (18).

También la temperatura puede modificar la duración de la estación de transmisión. Los vectores pueden adaptarse a los cambios de temperatura cambiando su distribución geográfica y hay evidencia sobre adaptaciones genéticas de los vectores para adaptarse a temperaturas crecientes (13).

4.2. Precipitaciones

Mayores precipitaciones pueden favorecer la aparición de más hábitats favorables para los vectores (hábitats larvales o de alimentación) (13), favoreciendo así el crecimiento de las poblaciones (18).

Una mayor abundancia de alimento puede suponer que las poblaciones de los reservorios vertebrados crezcan. Las inundaciones pueden suponer el efecto contrario, disminuyendo las poblaciones de vectores, aunque pueden favorecer el contacto de vectores insectos o roedores con poblaciones humanas (ejemplo de leptospirosis, enfermedad transmitida por roedores después de inundaciones) (13;18).

4.3. Humedad

Puede influir sobre todo en los insectos vectores: los mosquitos y pulgas se desecan fácilmente y las tasas de supervivencia disminuyen en condiciones secas (13;13). Un mayor grado de humedad puede por tanto incrementar la supervivencia de los vectores (18).

4.4. Nivel del mar

El incremento en el nivel del mar puede disminuir o eliminar hábitats de alimentación de mosquitos de zonas salinas, pero las intrusiones de agua marina puede también formar nuevos hábitats (13).

4.5. Distribución de especies

El calentamiento global puede provocar que determinadas especies cambien sus patrones geográficos. Por ejemplo, es probable que especies de pájaros se distribuyan hacia el norte en el hemisferio Norte y hacia el sur en el hemisferio Sur y de hecho ya existe evidencia científica sobre cambios en los patrones de migración de aves (19;20). Ello puede tener un resultado directo sobre la salud humana, al haber determinados virus aviares que causan enfermedades en el ser humano, aunque no se ha podido determinar si el cambio climático contribuyó a que emergiera el virus altamente patogénico H5N1 de gripe aviar, como una enfermedad global (21).

El estudio de varias enfermedades infecciosas ha puesto en evidencia que existen asociaciones entre las variaciones o tendencias climáticas y la ocurrencia de enfermedad. Es el caso de la malaria, la encefalitis y varias enfermedades de transmisión a través del agua.

5

Principales enfermedades vectoriales

Las enfermedades que actualmente están en expansión geográfica, en parte debido al cambio climático, son el dengue, algunas encefalitis transmitidas por pulgas y mosquitos, fiebre amarilla y malaria (22).

5.1. Virus del Nilo occidental

El virus del Nilo Occidental habitualmente infecta a aves (reservorio) e infrecuentemente a humanos mediante la picadura del mosquito *Culex* spp, su vector (4). Este virus ha sido aislado en muchos países europeos tanto en mosquitos como en roedores, aves migratorias, garrapatas, caballos y humanos. Dado que el 80% de los casos en humanos son asintomáticos, la tasa de infección es desconocida y sólo se declara cuando existen grandes brotes epidémicos con casos de gravedad. Un ejemplo fue el brote de fiebre del Nilo Occidental en el Sur de Francia en el año 2000. La agresividad del mosquito vector se correlacionó con las altas temperaturas y el alto grado de humedad de esa época. También en un brote en Israel se relacionó con la ola de calor sufrida a principios de verano.

En España se han hecho estudios de seroprevalencia que revelan la existencia de brotes en los años 60-80 en Valencia, Galicia, Coto de Doñana y Delta del Ebro (23). También se han notificado casos en el Sur de Portugal, Rumanía e Italia. En España se detectó un caso en 2007 en Barcelona mediante búsqueda activa entre los casos de encefalitis y meningitis víricas. Un aumento de la temperatura probablemente aumentaría la transmisión en nuestro territorio causando casos de meningitis y encefalitis en áreas de riesgo

como las cercanías de humedales donde conviven las aves migratorias con grandes poblaciones de mosquitos (4).

Es de destacar que las epidemias de virus del Nilo occidental pueden producirse durante épocas de sequía. Tanto los mosquitos como los pájaros, el huésped primario, acuden a las proximidades de las escasas fuentes de agua, incrementando la transmisión del virus. Además, las poblaciones de los predadores naturales de los mosquitos se reducen durante las sequías (7).

5.2. Dengue

Es la enfermedad transmitida por artrópodos a humanos más importante a nivel mundial pero en Europa, desde la II Guerra Mundial (probablemente por la utilización de DDT para la erradicación de la malaria) no existe transmisión local. Su principal vector, el *Aedes aegypti* hasta ahora no criaba en Europa pero recientemente se ha localizado una colonia en Holanda. Otro posible vector, el *Aedes albopictus* (mosquito tigre) ha sido introducido en los últimos 15 años y se ha expandido a muchos países incrementando la posibilidad de la transmisión del dengue así como de otras enfermedades de las que es potencial vector como la fiebre amarilla, la encefalitis japonesa, la encefalitis equina del este, chikungunya, fiebre del valle del Rift, fiebre del Nilo Occidental y algunas dirofilarias.

El dengue es una enfermedad fundamentalmente urbana y su transmisión es sensible a la temperatura. Las proyecciones de cambio climático en cuanto a humedad para 2085 sugieren un cambio altitudinal y latitudinal y un aumento de la temporada de transmisión de la enfermedad (24).

En España se ha detectado la presencia de *Aedes albopictus* en Cataluña expandiéndose rápidamente ya que se dan las condiciones climáticas idóneas para el desarrollo y reproducción del mosquito. Durante los últimos años se detectaron en Cataluña, en concreto, en San Cugat del Valles, un incremento de las consultas por picaduras de insectos. En la zona se detectó la presencia de *Aedes albopictus* (mosquito tigre), especie invasora, originaria de las selvas de Asia, especialmente peligrosa por ser un conocido vector de enfermedades como el dengue, la fiebre amarilla además de otros arbovirus y parásitos (25). Las temperaturas altas del verano español, las actividades al aire libre y los núcleos urbanos donde sus habitantes mantienen las ventanas abiertas, hacen que se den las condiciones ideales para la transmisión de la enfermedad en nuestro territorio (24).

5.3. Fiebre Chikungunya

Causada por un virus del género *Alfavirus*, que se transmite por la picadura de mosquitos infectados *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*. En 2007 se produjo un brote en Italia que fue el primer brote en el continente europeo. Aunque en el caso de Italia la introducción del patógeno y el vector fueron accidentales, modelos que incluyen varios escenarios posibles contemplan la posibilidad de que se establezca *Aedes albopictus* debido a variables como inviernos suaves, precipitaciones medias anuales que excedan los 50 cm y las temperaturas medias en verano por encima de los 20°C (4). En España se ha detectado hasta la fecha como casos importados pero tras la detección de casos en Albania, Bélgica, Croacia y Bosnia, es necesario vigilar la posible presencia de esta enfermedad en nuestro territorio (4).

5.4. Malaria

La malaria es causada por una de las 4 especies del parásito *Plasmodium*, transmitido por la hembra del mosquito *Anopheles* spp. Históricamente la malaria fue endémica en toda Europa, incluso en los países escandinavos, pero fue erradicada en los años 70 por múltiples factores asociados al desarrollo socioeconómico (4;26). Aún así, se dan las condiciones idóneas para la transmisión del *Plasmodium*, dependiendo éstas de factores climáticos como la temperatura y la humedad. Así, se han dado casos aislados de transmisión por vectores locales de una cepa de malaria tropical a sujetos susceptibles (malaria introducida) (27;28).

Existen pocos estudios sobre proyecciones de propagación de la malaria en Europa asociada al cambio climático y se estima que su reemergencia es muy improbable. Mientras las condiciones climáticas son favorables para la transmisión local, el incremento de la densidad vectorial o el desarrollo del parásito, otros factores como la condiciones socioeconómicas, calidad de la vivienda, uso del suelo, el acceso al tratamiento y la solidez del sistema sanitario, reducen las posibilidades de la reemergencia de la malaria en el continente (9;29).

A nivel global, si las temperaturas incrementan entre 2 y 3° como se espera, se estima que la población en riesgo de malaria incrementará entre un 3 y un 5% (OMS) lo que se traduce en millones de personas que pueden infectarse de malaria al año (7). En España se registran casos importados y de aeropuerto, y algún posible caso autóctono sin más transmisión. Existen

poblaciones de vectores potenciales (*Anopheles atroparvus*) pero el potencial malariogénico es muy bajo encontrándose el país en estado de anofelismo sin malaria (24).

5.5. Fiebre amarilla

No existe riesgo de emergencia de esta enfermedad tras la erradicación de su vector *Aedes aegypti* en la Península tras la II Guerra Mundial (24).

5.6. Leishmaniosis

Es una enfermedad parasitaria producida por *Leishmania infantum* presente en Europa y endémica en España. Se transmite de los perros a los humanos por la picadura del artrópodo *Phlebotomus*. La tasa de picaduras, la maduración del parásito en el vector y los períodos de letargo invernal están influidos por la temperatura. Las poblaciones de vectores se han extendido hacia el Norte llegando hasta Alemania aumentando el riesgo de que los casos importados produzcan transmisión local y lleguen a endemidad de la enfermedad en latitudes donde no existía (como por ejemplo el norte de España).

A su vez, el aumento de las temperaturas y las sequías podrían causar el retroceso de la enfermedad en latitudes del Sur por obstaculizar la supervivencia del vector.

Otro efecto posible en relación al calentamiento global sería la emergencia en el Sur de Europa de leishmaniosis cutánea por *Leishmania trópica* (24).

5.7. Enfermedades transmitidas por garrapatas

La encefalitis transmitida por garrapatas es causada por un arbovirus de la familia *Flaviviridae*, transmitida por garrapatas por lo general, *Ixodes ricinus* y actúan tanto como reservorios como vectores (4). Existen evidencias de la expansión hacia el Norte de Europa de especies de garrapatas como *Ixodes ricinus* en relación con el aumento de las temperaturas medias. En consecuencia se ha registrado un aumento de casos de encefalitis transmitidas por garrapatas,

como los casos de Suecia, Noruega y Alemania, relacionados con inviernos cortos y suaves. En este cambio de distribución geográfica también hay que tener en cuenta factores como los cambios en los usos del suelo, el aumento de especies hospedadoras como ciervos y roedores, cambios en las actividades recreativas y laborales que podrían explicar la heterogeneidad de los cambios epidemiológicos en un contexto de calentamiento más homogéneo.

Otra enfermedad emergente en humanos y en expansión en territorio europeo relacionada con las garrapatas *Ixodes ricinus* es la anaplasmosis granulocítica humana pero su proyección de distribución en relación con el cambio climático está por investigar.

En España las enfermedades más importantes transmitidas por garrapatas son la fiebre botanosa mediterránea y la borreliosis de Lyme (30).

La enfermedad de Lyme es una enfermedad bacteriana que causa erupciones cutáneas, fiebre y dolores de cabeza. Aunque tiene tratamiento, si la enfermedad es persistente, puede provocar daño permanente en el cerebro, corazón, articulaciones y sistema nervioso (2). Las predicciones teóricas de futuros cambios de la carga de enfermedad en Europa, muestran que es probable que la enfermedad de Lyme se expanda en altitudes y latitudes más altas, la estación de transmisión sea más extensa e intensa en determinadas áreas y en las localizaciones donde se produzcan repetidas sequías o inundaciones, puede disminuir el riesgo (30). En Europa, es la enfermedad transmitida por garrapatas más frecuente, con al menos 85000 casos anuales (4), t el rango geográfico se está extendiendo hacia el norte y hay altas incidencia de la enfermedad en los estados Bálticos y Suecia, también Austria y Eslovenia (30). Aunque no hay evidencia de que se deba al cambio climático o a otros factores como alteraciones en el uso del suelo o patrones de movimiento (31).

En el caso de la fiebre botanosa mediterránea, el aumento de temperaturas podría disminuir las poblaciones de su especie transmisora en nuestro país, *Ixodes ricinus*, mientras aumentan en latitudes más al Norte. Sin embargo *Rhipicephalus sanguineus*, garrapata común del perro implicada en la transmisión de la enfermedad de Lyme no está influida por las temperaturas sino por la construcción periurbana y rural. Por otro lado, cabe la posibilidad de que las garrapatas *Hyalomma* spp llegasen a nuestro territorio y apareciesen casos de fiebre viral hemorrágica de Crimea-Congo como ya ha sucedido en brotes en Bulgaria, Albania, Turquía y Kosovo, aunque no se pueden descartar factores como cambios en el uso del suelo y cambios demográficos (4;24).

5.8. Enfermedades transmitidas por roedores

Los roedores son reservorios de ciertas enfermedades humanas. Pueden actuar tanto como huéspedes infectados como huéspedes para vectores artrópodos tales como pulgas y garrapatas (4).

La población de roedores y su contacto con los humanos están influenciados por las condiciones climáticas. Los inviernos y primaveras suaves y húmedas aumentan las poblaciones de modo que las proyecciones climáticas de calentamiento global sugieren un aumento de su número y un mayor contacto con los humanos especialmente en áreas urbanas (24). Las olas de calor pueden forzar a los roedores a buscar agua y alimento en el interior, incrementando por tanto el contacto con humanos (4).

Por un lado los roedores pueden albergar garrapatas y pulgas transmisoras de la peste y el tifus murino, y por otro, son hospedadores intermediarios y reservorios de numerosas enfermedades como leptospirosis, hantaviriosis, himenolepiasis, fiebres hemorrágicas virales...

La peste es una zoonosis causada por la bacteria *Yersinia pestis*, que se transmite por pulgas que se alimentan de ratas negras (*Rattus rattus*). Se ha observado que cambios en la abundancia de su principal huésped reservorio está relacionado con variaciones en la incidencia de la peste. En Europa está erradicada en Europa pero cambios climáticos en Asia central favorecen las condiciones para la propagación de la peste lo que podría suponer una amenaza a los países de Europa del Este. Se ha observado en Estados Unidos (32) y en Bélgica (33) que la infección por hantavirus está influenciada por las condiciones climáticas, aumentando como consecuencia de una gran producción de semillas tras temporadas de gran pluviosidad que incrementan el número de roedores al tener mayor disponibilidad de alimento. En otros países europeos el aumento de temperaturas se ha asociado con infección por hantavirus de modo que es esperable que el calentamiento global incremente el riesgo de infección (24).

En España, los estudios de seroprevalencia de hantavirus han detectado anticuerpos en la población tanto rural como urbana. En los años 2006 y 2007, tras las plagas de topillos en Castilla León, se produjeron varios casos de tularemia en humanos en aquellas áreas en las que se habían utilizado rodenticidas de superficie (34).

5.9. Otras enfermedades infecciosas

El grado de humedad absoluta y la temperatura se asocia con la duración y estacionalidad de otras enfermedades infecciosas como el virus sincitial respiratorio, la gripe, la enfermedad neumocócica invasora o la tuberculosis pero esta relación no está lo suficientemente aclarada, aún así es posible que el calentamiento global acorte los periodos de transmisión de alguna de estas enfermedades.

La mayor utilización de los sistemas de climatización y aire acondicionado podría aumentar el riesgo de exposición a *Legionella* spp.

Otras enfermedades no transmitidas por vectores, como la gripe y el resfriado es probable que cambien también su distribución y transmisión por efecto del cambio climático (15).

6

Limitaciones

Tenemos que destacar el hecho de que al disertar sobre cambio climático y sus efectos sobre la salud humana y los cambios estimados en la carga de enfermedad, éstos vienen muchas veces referidos por modelos de predicción y por revisiones bibliográficas y por tanto, es necesario conocer las limitaciones que suponen éstas fuentes de información:

1. Carencia de datos correspondientes a períodos largos de tiempo:

Las series de datos correspondientes a períodos de tiempo amplios son representativos para la evaluación de modelos, por ejemplo, los sistemas de monitorización de vectores, por lo que no es posible obtener una identificación confiable de los cambios si sólo se dispone de datos correspondientes a períodos cortos (15;31). Es también por tanto difícil evaluar si los cambios observados son debidos a cambios en el clima, o a otros factores como pueden ser la globalización económica, los viajes internacionales o el transporte de mercancías, el incremento de la población, la urbanización, la deforestación, los cambios en el uso del suelo, etc. (31).

2. Multitud de factores que dificultan la realización de estimaciones o predicciones:

son muchos los factores que determinan la incidencia de las enfermedades vectoriales, diferentes al clima, incluyendo la ecología del vector y el huésped, y factores culturales, de comportamiento humano, uso del suelo y otras condiciones locales por lo que la predicción puede ser compleja de realizar. El hecho de que un incremento en las temperaturas y la precipitación expanda el rango de un vector o vectores a latitudes y altitudes más altas, puede ser cierto en determinados casos, pero el mero establecimiento de vectores apropiados para un determinado agente infeccioso no significa necesariamente que ocurra la propagación a humanos. La transmisión local puede estar limitada por otros factores aunque la climatología

sea favorable para los vectores. En el caso de las enfermedades zoonóticas, el patógeno y vector pueden estar presentes en una determinada zona, pero también es necesaria la presencia de un reservorio vertebrado diferente al ser humano, lo que puede suponer un factor que restrinja la dispersión geográfica en zonas donde las condiciones climáticas son favorables (31), (15). Todos los componentes de la cadena (huésped, vector, y patógeno) deben alcanzar un número adecuado y ocurrir simultáneamente en estos lugares durante tiempo suficiente para que se establezcan los ciclos de transmisión (35).

3. Dificultad de los modelos actuales para evaluar el impacto sobre plagas y enfermedades:

la mayoría de modelos integrados presentan dificultades al evaluar al impacto sobre plagas y enfermedades. Por ejemplo, los cambios en los patrones de precipitación pueden ser más importantes que los cambios en los totales anuales. No hay cuantificación sobre estos efectos (36), como tampoco se cuantifican fluctuaciones diarias de la temperatura que pueden afectar al periodo de incubación del parásito de la malaria dentro del mosquito (2). Los modelos que incluyen factores como las tasas reproductivas y de picadura dependientes de la temperatura y las tasas reproductivas de microorganismos indican que bajo escenarios de calentamiento global, la transmisión de enfermedades por vectores podría expandirse a alturas más elevadas y latitudes. Pero este impacto se evalúa en los modelos usando temperaturas medias, en vez de los cambios más bruscos por ejemplo en las temperaturas invernales, por lo que los modelos actuales podrían subestimar las potenciales respuestas biológicas, especialmente en latitudes altas y altitudes donde los incrementos son mayores (22).

4. Sesgos de idioma y selección:

Las revisiones bibliográficas pueden no incluir revistas nacionales sin factor de impacto o publicadas en idiomas diferentes al inglés, en las que muchas veces se publican estudios sobre brotes epidémicos (como en el caso de España, la Revista española de sanidad ambiental), y pueden por tanto excluir información importante sobre distribución geográfica de vectores o patógenos. O bien centrarse en periodos recientes de tiempo, excluyendo información sobre brotes cuando determinadas enfermedades eran más habituales debido a las condiciones higiénico-sanitarias, y por tanto, perdiendo información sobre distribución geográfica (altitud y latitud) de determinadas enfermedades y vectores, como por ejemplo el caso de una revisión que excluyó el periodo de mayor número de casos de leishmaniasis humana cutánea y visceral en España (1912-1966) por encontrarse fuera del rango de fechas elegido (1966-2009) (37).

Bibliografía

- (1) Haines A KRC-LDCC. Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. *Public Health* 2006; 120(7):585-596.
- (2) Biodiversity and health. Future brief. Science for Environment Policy. DG Environment. [2]. 2011. Ref Type: Generic
- (3) Kovats S, Bouma MJ, Hajat S, Worrell E, Haines A. El Nino and health. *Lancet* 2003; 361:1481-1489.
- (4) Semenza JC, Menne B. Climate change and infectious diseases in Europe. *Lancet Infect Dis* 2009; 9(6):365-375.
- (5) Bezirtzoglou C, Dekas K, Charvalos E. Climate changes, environment and infection: Facts, scenarios and growing awareness from the public health community within Europe. *Anaerobe* 2011; 17(6):337-340.
- (6) Semenza JC, Ploubidis GB, George LA. Climate change and climate variability: personal motivation for adaptation and mitigation. *Environ Health* 2011; 10:46.
- (7) Shuman EK. Global climate change and infectious disease. *The New England Journal of Medicine* 2010; 362:1061-1063.
- (8) Tirado MC. Cambio climático y salud. Informe SESPAS 2010. *Gaceta Sanitaria* 2010; 24(1):78-84.
- (9) Hales S, Edwards SJ, Kovats RS. Impacts on health of climate extremes. In: World Health Organization, editor. *Climate change and human health - risks and responses*. 2012.
- (10) Kovats RS, et al. Early effects of climate change: do they include changes in vector-borne disease? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B Biological Sciences* 2001; 356:1057-1068.
- (11) Zaghi D, et al. European Commission. Literature study on the impact of biodiversity changes on human health. 2010. Ref Type: Generic
- (12) Schmidt K, Ostfeld RS. Biodiversity and the dilution effect in disease ecology. *Ecology* 2012; 82(3):609-619.
- (13) Patz JA, Githeko AK, McCarty JP, Hussein S, Confalonieri U, de Wet N. Climate change and infectious diseases. In: World Health Organization, editor. *Climate change and human health*. 2012.

- (14) Core Writing Team Pachauri RKRA. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. 2007.
- (15) Rosenthal J. Climate change and the Geographic distribution of infectious diseases. *Ecohealth* 2009; 6(4):489-495.
- (16) Lindsay SW, Birley M. Climate change and malaria transmission. *Ann Trop Med Parasitol* 1996; 90(6):573-588.
- (17) Bradley DJ. Human tropical diseases in a changing environment. *Ciba Found Symp* 1993; 175:146-162.
- (18) Gubler DJ, Reiter P, Ebi KL, Yap W, Nasci R, Patz JA. Climate variability and change in the United States: potential impacts on vector- and rodent-borne diseases. *Environ Health Perspect* 2001; 109(2):223-233.
- (19) Carey C. The impacts of climate change on the annual cycles of birds. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2009; 364:3321-3330.
- (20) Hitch AT, Leberg PL. Breeding distributions of north American bird species moving north as a result of climate change. *Conserv Biol* 2007; 21(2):534-539.
- (21) Gilbert M, Slingenbergh J, Xiao X. Climate change and avian influenza. *Rev Sci Tech* 2008; 27(2):459-466.
- (22) Ecosystem Disturbance, Biodiversity, and Human Infectious Diseases. In: Harvard Medical School CfHatGE, editor. *Biodiversity: Its Importance to Human Health*. 2003.
- (23) 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 Publica* 1998; 72:245-250.
- (24) Observatorio de Salud y Cambio Climático - Salud y cambio climático. Enfermedades infecciosas. 2011. Ref Type: Generic
- (25) Giménez N, Barahona M, Casasa A, Domingo A, Gavagnach M, Martí C. Llegada de *Aedes albopictus* a España: un nuevo reto para la salud pública. *Gac Sanit* 2007; 21(1):25-28.
- (26) Kuhn KG, Campbell-Lendrum DH, Davies CR. A continental risk map for malaria mosquito (Diptera: Culicidae) vectors in Europe. *J Med Entomol* 2002; 39(4):621-630.
- (27) Baldari M, Tamburro A, Sabatinelli G, et al. Malaria in Maremma, Italy. *Lancet* 1998; 351:1246-147.
- (28) Krüger A, Rech A, Su XZ, Tannich E. Two cases of autochthonous *Plasmodium falciparum* malaria in Germany with evidence for local transmission by indigenous *Anopheles plumbeus*. *Trop Med Int Health* 2001; 6:983-985.
- (29) Bates PA. Leishmania sand fly interaction: progress and challenges. *Curr Opin Microbiol* 2008; 11:340-344.

- (30) Lindgren E, Jaenson TG. World Health Organization. Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures. 2006. Ref Type: Generic
- (31) Gage K, Thomas RB, Eisen RJ, Hayes EB. Climate and Vectorborne Diseases. *Am J Prev Med* 2008; 35(5):436-450.
- (32) Engelthaler DM, Mosley DG, Cheek JE, et al. Climatic and environmental patterns associated with hantavirus pulmonary syndrome, Four Corners region, United States. *Emerg Infect Dis* 1999; 5:87-94.
- (33) Tersago K, Verhagen R, Servais A, Heyman P, Ducoffre G, Leirs H. Hantavirus disease (nephropathia epidemica) in Belgium: effects of tree seed production and climate. *Epidemiol Infect* 2009; 137(2):250-256.
- (34) Vida D, Alzaga V, Luque-Larena JJ, Mateo R, Arroyo L, Viñuela J. Possible interaction between a rodenticide treatment and a pathogen in common vole (*Microtus arvalis*) during a population peak. *Science of the Total Environment* 2009; 408:267-271.
- (35) Mills JN, Gage KL, Khan AS. Potential Influence of Climate Change on Vector-Borne and Zoonotic Diseases: A Review and Proposed Research Plan. *Environ Health Perspect* 2010; 118:1507-1514.
- (36) Miraglia M, Marvin HJ, Kleter GA, Battilani P, Brera C, Coni E. Climate change and food safety: an emerging issue with special focus on Europe. *Food Chem Toxicol* 2009; 47(5):1009-1921.
- (37) Morillas-Márquez F, Martín-Sánchez J, Díaz-Sáez V, Barón-López S, Morales-Yuste M, Alves F et al. Climate change and infectious diseases in Europe: leishmaniasis and its vectors in Spain. *The Lancet Infectious Diseases* 2012; 10(4):216-217.



osman
Observatorio de Salud y
Medio Ambiente de Andalucía

