



**FACULTAD DE FARMACIA**  
**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**TÍTULO: EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO  
EN LA SALUD PÚBLICA: *Aedes albopictus* invade Europa.**

Autor: Diana de Torres Pérez

Tutor: Rosario G.Gavilán

Convocatoria: Julio

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El descubrimiento científico del cambio climático comenzó a principios del siglo XIX cuando se descubrió que el clima había sufrido fluctuaciones abruptas en el pasado. Desde su origen, el planeta ha estado en permanente cambio, pero el rápido proceso de cambio climático que hoy presenciamos, no tiene causa natural. Nos encontramos en la era antropogénica donde la actividad humana ha superado los límites de lo natural, el continuo consumo de combustibles fósiles, en particular petróleo y carbón emiten grandes cantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que se acumulan en la atmósfera produciendo el denominado efecto invernadero.

La mitad de la radiación solar que llega a nuestra atmósfera es reflejada por ésta y retornada al espacio. La otra mitad alcanza la superficie terrestre calentando el suelo y los océanos, que liberan calor en forma de radiación infrarroja, los gases efecto invernadero (GEI) que se encuentran en la atmósfera, como el dióxido de carbono, absorben parte de esta radiación producida por la Tierra y la envían en todas las direcciones. El efecto de este fenómeno es el calentamiento de la superficie del planeta a la temperatura actual. Nuestra atmósfera cuenta, precisamente, con una concentración justa de GEI para la existencia de la vida en la Tierra tal y como la conocemos. Sin ningún GEI en la atmósfera, nuestro planeta tendría una temperatura de aproximadamente 18°C bajo cero y si su concentración fuese muchísimo más alta, la temperatura podría llegar a extremos tales que hiciesen imposibles la vida en la Tierra. El dióxido de carbono no es el único gas de efecto invernadero, el metano, el óxido nitroso, los hidrofluorocarbonados, el perfloroetano, el hexafluoruro de azufre y el vapor de agua actúan como GEI. Cada uno de ellos tiene diferente capacidad de atrapar el calor solar que devuelve la Tierra en forma de radiación infrarroja. El vapor de agua es el más potente, sin embargo, la mayor parte de éste procede de la evaporación natural, no la producen los humanos, ni la podemos controlar por lo que a la hora de definir estrategias para enfrentar el cambio climático no está contemplado. Después del vapor de agua, el CO<sub>2</sub> es el mayor causante del efecto invernadero producto de la acción humana, y explica aproximadamente el 25% del mismo.

En 1988 se creó el Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) que presentó un primer informe de evaluación en el que se afirmaba que el calentamiento atmosférico de la Tierra era real y se pedía a la comunidad internacional que tomara

cartas en el asunto para evitarlo. Desde la revolución industrial las concentraciones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso han aumentado considerablemente. La concentración en la atmósfera del CO<sub>2</sub> a nivel global ha crecido desde la época preindustrial, de 280 ppm a 387 ppm en 2009, cantidad que a los sumideros naturales les es imposible asumir provocando un aumento continuo del depósito de dióxido de carbono en la atmósfera y con ello la temperatura media de la Tierra.

Estas variaciones climáticas están estrechamente relacionadas con la evolución global de las patologías infecciosas y son uno de los factores más significativos para el desarrollo de las enfermedades emergentes. Las variaciones producidas en el clima, modifican las condiciones de temperatura y humedad de los medios naturales, estas modificaciones alteran los ciclos biológicos cambiando los equilibrios entre patógenos, vectores y reservorios. Las dinámicas de transmisión de estos agentes infecciosos se ven afectadas y con ello el área de distribución, la cantidad y el comportamiento de dichas enfermedades.

Una de las áreas afectadas por este aumento de temperatura es el continente europeo, en el que aparecen nuevas enfermedades causadas por virus, bacterias y parásitos hasta ahora desconocidos, o bien, enfermedades transmitidas por vectores que debido a las variaciones climáticas encuentran en estas áreas un lugar perfecto para reproducirse. No es la primera vez que existen alertas sanitarias de este tipo en Europa, en el año 1348 la plaga de peste bubónica o “Peste Negra” asoló Europa, al igual que en el siglo XVIII-XIX apareció una enfermedad emergente que hasta entonces solo había estado presente en el Ganges: La viruela. Esta enfermedad fue devastadora en este siglo. Durante cientos de años han ocurrido ocasionalmente epidemias de viruela, sin embargo, después de un exitoso programa de vacunación mundial promovido por la Unión Soviética se logró erradicar la enfermedad. La última sucedió al acabar la Primera Guerra Mundial, en 1918, estalló la Gripe española, una pandemia que mató a casi tres veces más personas que los 17 millones de soldados y civiles que fallecieron durante la Gran Guerra.

Hoy en día, enfermedades transmitidas por mosquitos como el dengue, la fiebre amarilla, Chikunguya y el virus Zika son las amenazas que más preocupan a la salud pública en el continente europeo y han creado importantes alertas sanitarias debido al aumento de la incidencia en esos países. El cambio climático, afecta a los vectores de

estas enfermedades, es el caso del Mosquito Tigre, *Aedes albopictus*, que avanza por toda la región mediterránea así como otros géneros de dípteros como *Culex* o *Phlebotomus* que también ven afectada su capacidad vectorial.

## OBJETIVOS

1. Demostrar que el cambio climático y el calentamiento global que este conlleva, afecta a la distribución geográfica de los vectores de enfermedades infecciosas como *Aedes albopictus*, provocando la aparición de enfermedades emergentes como Zika, Dengue y Chikunguya en Europa.
2. Esclarecer en qué medida afecta el aumento de la temperatura y la pluviosidad a la fisiología de dicho vector.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este trabajo se han realizado diversas búsquedas bibliográficas, consultando libros, artículos científicos, revistas, así como distintas bases de datos con el fin de obtener la más amplia información acerca del tema que estamos estudiando. Las bases de datos utilizadas han sido principalmente: Web of Knowledge (WOK; [https:// www.Accesowok.fecyt.es](https://www.Accesowok.fecyt.es)), Bucea (Biblioteca de la Universidad Complutense de Madrid) y Pubmed.

Las palabras claves para facilitar su búsqueda son: Calentamiento global, enfermedades emergentes, Europa, Mosquito Tigre.

## RESULTADOS

*Aedes albopictus* es un mosquito originario de la selva tropical del continente asiático responsable del mantenimiento zoonótico de arbovirosis como Chikunguya, el Dengue, el virus Zika y la Fiebre Amarilla, con los primates como principales reservorios. No obstante, el ser humano, con la modificación de los hábitats, ha propiciado la aparición de cepas capaces de adaptarse a nuestras urbes. Además y su dispersión involuntaria a nivel intercontinental, de forma asociada al comercio de neumáticos y productos de jardinería. Esta diseminación provocó en el año 1979 la detección por primera vez a

*Ae. albopictus* en Europa, concretamente en Albania y su expansión por el continente no ha cesado desde entonces. Hasta la actualidad, la presencia de la especie ha sido evidenciada en más de 20 países en Europa, sobre todo del entorno mediterráneo. Cabe señalar que, para cualquier especie tropical, la adaptación a climas templados, tal y como sucede en Europa, supone un reto fisiológico, sin embargo, estas poblaciones adaptadas a climas templados son capaces de hibernar en forma de huevo, mientras que las poblaciones tropicales no presentan ningún estado quiescente estable a lo largo del año. Esta capacidad para resistir bajas temperaturas está relacionada con la posibilidad de sintetizar una elevada cantidad de lípidos durante la oogénesis, es decir, la lipogénesis de *Ae. albopictus* es mucho más eficiente, en términos cuantitativos, que la de otras especies tropicales de máximo interés sanitario como *Aedes aegypti*.

#### *Situación en España y medidas de control*

El mosquito Tigre fue detectado por primera vez en España en el año 2004, concretamente en la localidad barcelonesa de Sant Cugat del Vallès, desde entonces la expansión de la especie ha sido constante por el este peninsular. Existen diversas condiciones climáticas tradicionalmente descritas como necesarias para el establecimiento y expansión de *Ae. albopictus* en un territorio. Entre ellas podemos destacar una temperatura media hibernal 0°C para posibilitar la hibernación de los huevos, una temperatura media veraniega situada entre los 25-30°C para permitir un desarrollo óptimo de las poblaciones, una precipitación media anual 500 mm para propiciar la existencia de suficiente agua para la aparición de los focos de cría y cierta cantidad de precipitación durante los meses veraniegos para posibilitar el mantenimiento de los focos de cría en esta época. Pese a que estas condiciones pluviométricas señaladas no acontecen en gran parte de la península, no debemos olvidar que gran parte de los biotopos utilizados por *Ae. albopictus* para realizar la puesta de huevos son habitualmente inundados debido a razones antrópicas: imbornales, floreros, pequeñas fuentes y utensilios de riego.

En general, las estimaciones por parte del European Center of Disease Control (ECDC) acerca de la actividad de *Ae. albopictus* en España son claramente preocupantes, si las predicciones se cumplen, el elevado periodo de actividad puede acabar acelerando la expansión de la especie. Los estudios entomológicos llevados a cabo en Cataluña indican que la máxima densidad poblacional del mosquito tigre se alcanza durante los

meses de Agosto y Septiembre por lo que resulta evidente que estos meses coincidan también con la época de mayor riesgo para la transmisión de virosis. Como en cualquier especie de mosquito, las campañas de control poblacional deben estar dirigidas preferentemente por cuestiones de efectividad y especificidad contra las poblaciones larvianas, en el caso de detectarse presencia larvaria han de aplicarse los productos biocidas pertinentes que, en cualquier caso, deben aparecer en los registros oficiales estatales existentes. Actualmente, la mayoría de productos empleados están basados en preparados bacterianos, destacan *Bacillus thuringiensis* y sus distintos serotipos. No obstante, *Ae. albopictus* suele colonizar imbornales y pequeñas fosas sépticas cuyas aguas se caracterizan por elevadas cantidades de materia orgánica que dificultan el éxito de estos productos bacterianos. En estos hábitats, los productos Reguladores del Crecimiento de Insectos, son una interesante alternativa por su efectividad y prolongada persistencia. En cualquier caso, la concienciación ciudadana es clave para el control de los focos de cría de la especie, ya que se calcula que entre el 60-80% de los criaderos larvarios de la especie en ambientes urbanos se ubican en áreas privadas, donde únicamente pueden ejercer las medidas de control oportunas las personas propietarias. Estas medidas de control no han de pasar de manera necesaria por la aplicación de productos biocidas, sino por llevar a cabo acciones de control físico o mecánico, como la destrucción de posibles enseres que acumulen pequeñas cantidades de agua o la renovación constante del contenido hídrico de diversos recipientes.

#### *Interés sanitario de la especie*

#### Chikunguya

Uno de los hechos que más preocupa a la Salud Pública es la extensa capacidad de *Ae. albopictus* para actuar como vector de numerosas arbovirosis. En concreto, el virus Chikunguya, se trata de un virus RNA de cadena sencilla perteneciente a la familia *Togaviridae* del que existen 3 genotipos. Produce un cuadro clínico de fiebre y dolor articular que afecta en mayor medida a mujeres que a hombres. Tiene dos ciclos de transmisión, uno de ellos selvático confinado al continente africano en el que están implicados los primates y no los humanos y un segundo ciclo urbano, en el que si está implicado el hombre y que es responsable de los brotes de mayor magnitud en Asia y América.

El virus Chikungunya tiene origen en el continente africano donde se detectó la infección por primera vez en 1952 en el sur de Tanzania. En 1958, llegó desde África a Tailandia e India. Sin embargo, hasta el año 2005 no se produjo la reemergencia de la enfermedad, originando brotes en Kenia que se propagaron por las islas del océano Índico, Madagascar, Islas Mauricio, Seychelles y La Isla de Reunión perteneciente a la República Francesa en la que un tercio de la población se vio afectada, fue en esta última, en la que la presencia de *Ae.aegypti* era escasa y donde parece que el virus sufrió una mutación que le permitió mejorar su capacidad de replicación y transmisión por *Ae.albopictus*. España tampoco es ajena a la detección del virus Chikungunya, habiéndose detectado en los últimos años un considerable número de casos importados procedentes sobre todo de La República Dominicana y Venezuela en 17 Comunidades Autónomas, especialmente en Cataluña, Baleares, Comunidad Valenciana y Murcia. De todos los casos de infección, 30 pacientes fueron hospitalizados y solo un 2,6% presentó complicaciones de los que no se notificó ningún fallecimiento.

Ya que la mayoría de los casos son importados, es fundamental realizar un protocolo y refuerzo de las actividades de vigilancia y notificación de la enfermedad sobre todo en el periodo de viabilidad del vector, de Mayo a Noviembre, que permitirá establecer las medidas necesarias para evitar casos secundarios. En el caso de aparecer un caso autóctono en una de la cuatro CCAA donde más presente está el vector se considerará una alerta de Salud Pública por lo que es esencial la detección precoz para orientar las medidas de control y evitar la circulación del virus.

### Dengue

La situación más preocupante en relación a la actividad de *Ae. albopictus* en Europa, es la reciente confirmación de su participación en ciclos de transmisión autóctonos de Dengue en el viejo continente.

El Dengue es una enfermedad infecciosa tropical de ámbito urbano causada por un virus de la familia *Flaviridae* del que existen 4 genotipos, transmitido por la picadura de mosquitos *Aedes aegypti* y en menor grado de *Aedes albopictus*. La mayoría de casos clínicos presentan un cuadro febril con dolor de cabeza, dolor muscular y articular, pero las formas graves cursan con hemorragias que pueden ser letales. La capacidad del mosquito tigre para iniciar y mantener ciclos de transmisión de Dengue es excepcional,

tras apenas siete días desde la ingestión del virus, *Ae. Albopictus*, ya es apto para diseminarlo, manteniéndose además las hembras infectantes durante toda su vida. Asimismo, dicha infección puede adquirirse durante el periodo de viremia, es decir, en momentos previos a la manifestación de síntomas febriles del enfermo y, en consecuencia, lejos de toda sospecha. Además, la posible transmisión transovárica o vertical del virus es una de las cuestiones que más dificulta el control del dengue a medio y largo plazo, puesto que tras la eclosión de los aproximadamente 350 huevos, que suele depositar cada hembra, pueden desarrollarse futuros individuos ya infectados a expensas del contacto previo con humanos y modificar así drásticamente la dimensión epidemiológica de la enfermedad.

El período de incubación extrínseco en el mosquito es de 12 días a 30°C, pero si la temperatura se eleva a 32-35°C este período se reduce a tan solo 7 días. A 30°C, un ser humano con Dengue debe infectar a 6 mosquitos para que se produzca un caso secundario, mientras que a 32-35°C tan solo necesita infectar a 2 mosquitos para que esto se produzca, es decir, se multiplica por 3 veces la capacidad vectorial del mosquito. Las condiciones climáticas idóneas para el desarrollo de este mosquito son: más de 500 mm<sup>3</sup> de precipitaciones anuales, más de 60 días de lluvia al año, temperatura media del mes frío superior a 0°C, temperatura media del mes cálido superior a 20°C y temperatura media anual superior a 11°C.

Según un estudio publicado en la revista de BMC Public Health, si el cambio climático sigue la trayectoria prevista el Dengue llegaría a Europa, siendo las regiones costeras de los mares Mediterráneo y Adriático, el valle del Po y el norte de Italia las zonas con mayor riesgo de propagación. Asimismo, las zonas más adecuadas climáticamente para el desarrollo de este vector en España serían Galicia, toda la cornisa Cantábrica, la región subpirenaica, Cataluña, delta del Ebro, cuenca del Tajo, cuenca del Guadiana y la desembocadura del Guadalquivir.

En Europa se detectó por primera vez en 1979 en Albania procedente de China, llegó a Italia desde USA en 1990 y en la década del año 2000 apareció en Francia, Bélgica, Montenegro, Suiza y Hungría, y lo que se temía se ha hecho realidad, pues se acaba de detectar su presencia en España. No hay casos documentados de transmisión local de dengue, pero el riesgo parece evidente, ya que en España se dan unas características apropiadas para la transmisión: temperaturas altas en verano y grandes núcleos urbanos

en los que las ventanas se mantienen abiertas y el uso de aire acondicionado es infrecuente, con gran actividad en las calles y parques (ideal para el contacto con el vector). En 2010 se confirmaron 1143 casos de dengue en Europa, más del doble que en 2009, dos casos autóctonos en Francia (Niza). Este hecho está relacionado por una parte con el incremento de viajes a zonas endémicas y por otra con el deterioro de la situación del dengue en regiones tropicales que se establecen en regiones mediterráneas del continente europeo, donde las condiciones ambientales le permiten sobrevivir. El dengue es, después de la malaria, la causa más frecuente de hospitalización después del retorno a la UE desde el extranjero.

Los investigadores analizaron los datos de prevalencia e incidencia de la fiebre del dengue, el efecto de las variables climáticas (temperatura, humedad y precipitaciones) así como factores socioeconómicos, entre los que se incluyen cifras de población y producto interior bruto (PIB) per cápita. Se usaron para estimar los casos de dengue en los 27 estados miembros de la UE durante cuatro periodos: de referencia (entre 1961-1990), a corto plazo (2011-2040), medio plazo (2041-2070) y largo (2071-2100).

Los resultados de las proyecciones a largo plazo revelaron un mayor riesgo de la enfermedad en comparación con las condiciones iniciales, por la mejora de supervivencia del Mosquito Tigre en el continente. Se prevé pasar de una tasa de incidencia de 2/100.000 hab. a 10/100.000 hab. en las zonas con mayor riesgo. El investigador principal, Paul Hunter afirma: “Nuestro estudio ha demostrado que el riesgo de la fiebre del dengue es probable que aumente en Europa por el cambio climático, pero que casi todo el exceso de riesgo recaerá en las zonas costeras de los mares Mediterráneo y Adriático y la parte noreste de Italia, sobre todo el valle del Po”. Los autores reconocen la limitación de su estudio ya que se basa en datos clínicos de México, que tienen mucha menos variación entre el verano y el invierno que en Europa, lo que afecta a la supervivencia y la hibernación de los mosquitos. Pero creen que el trabajo futuro puede fortalecer su modelo modificándolo para tener en cuenta la diferencia de temporalidad entre ambas áreas y analizando otros escenarios de cambio climático. Varias instituciones de sanidad a nivel mundial llevan a cabo extensos procesos de investigación y ensayos clínicos para la búsqueda de una vacuna contra el dengue que logre una inmunidad de larga duración, pero no es una tarea fácil puesto que existen cuatro serotipos, lo que implica encontrar un vacuna tetravalente que proteja de

manera profiláctica frente a los cuatro patógenos y que disminuya las consecuencias fatales de la enfermedad , frenando el curso de la misma.

En términos generales se calcula que el 80% de las infecciones por Dengue son asintomáticas y los turistas procedentes de zonas endémicas suelen ser el principal perfil en la importación de la enfermedad. Este elevado porcentaje de casos asintomáticos, unido al hecho de que el Dengue no está tipificado como una EDO en España, nos permite considerar que el conocimiento de la circulación del virus en nuestro país, es muy limitado.

### Fiebre amarilla

El virus de la fiebre amarilla es un arbovirus del género *Flavivirus* cuyo vector principal son los mosquitos del género *Aedes* que transmiten el virus de un huésped a otro, principalmente entre primates, pero también del mono al hombre y de una persona a otra. En los casos más leves presenta un cuadro pseudogripal inespecífico y en los casos más graves existen dos fases: una primera con fiebre, escalofríos, cefalea, mialgias, náuseas y vómitos y una segunda fase ictericia.

La mayoría de los casos se resuelven en esta fase, pero en un 15% de los casos, tras una breve remisión que puede durar hasta 24h, el trastorno evoluciona a un cuadro grave con insuficiencia hepática y renal, manifestaciones hemorrágicas, y finalmente shock por fallo multiorgánico. En un 20- 50 % de los casos graves se produce la muerte, aunque en regiones endémicas la letalidad es menor.

Es un virus endémico de las zonas tropicales de África y América Latina pero su incidencia ha aumentado considerablemente en los últimos veinte años debido a la disminución de la inmunidad de la población, la deforestación, la urbanización, los movimientos de población y el cambio climático. En los últimos siglos, se registraron brotes de fiebre amarilla en América del Norte (Nueva York, Filadelfia, Charleston, Nueva Orleans, etc) y Europa (Irlanda, Inglaterra, Francia, Italia, España y Portugal). Probablemente fue transmitida por primera vez a los humanos por otros primates en África oriental y de allí se propagó a África occidental saltando a América con el tráfico de esclavos. Como la enfermedad era endémica en África, las poblaciones de ese continente habían desarrollado cierta inmunidad a ella y solo les provocaban síntomas similares a los de la gripe. Por el contrario, cuando la epidemia golpeaba a individuos

Europeos en África o en América la mayoría moría. La primera epidemia confirmada de fiebre amarilla en América fue la de 1647 y detrás de ella se produjeron otras como la de Filadelfia en 1793 y en Europa, por ejemplo Barcelona en 1821. Casi siempre afectaban a zonas urbanas con alta densidad de población, debido al corto radio de acción del mosquito *Aedes aegypti*.

La Organización Mundial de la Salud estima que la fiebre amarilla afecta a unas 200 000 personas cada año y mata a 30 000 de ellas, en poblaciones no vacunadas.

No existe un tratamiento curativo para la fiebre amarilla. El tratamiento es sintomático y consiste en paliar los síntomas y mejorar la calidad de vida del paciente. La vacunación es la medida preventiva más importante contra la fiebre amarilla, es segura, asequible, eficaz, y una sola dosis es suficiente para conferir inmunidad y protección de por vida, sin necesidad de dosis de recuerdo.

### Virus Zika

El virus del Zika (ZIKV) es un *Flavivirus*, de la familia *Flaviviridae*, que se transmite por la picadura de mosquitos vectores del género *Aedes*. Los síntomas más comunes del virus Zika son: fiebre leve (febrícula), exantema máculo-papuloso, conjuntivitis no purulenta, dolor articular y muscular y malestar general entre 2 y 7 días tras la picadura. La enfermedad, por lo general tiene un buen pronóstico, es raro que la persona tenga que ser hospitalizada o muera a causa de este virus, además una vez que una persona ha sido infectada, es muy probable que sea inmune a futuras infecciones.

La presencia del virus en humanos, se constató a través de estudios serológicos en 1952 y no fue hasta 1968 cuando se logró aislar el virus a partir de muestras humanas en Nigeria. Desde entonces, se han reportado brotes de Zika en la región tropical de África, el sudeste asiático y las islas del Pacífico. Antes de 2007, se habían documentado al menos 14 casos de Zika, sin embargo, debido a que los síntomas de este virus son similares a los de muchas otras enfermedades, puede ser que otros casos no hubiesen sido reconocidos. En 2014 el virus se propagó al Este, a través del océano Pacífico hacia la Polinesia Francesa, y después hacia la Isla de Pascua, para llegar en 2015 y 2016 a América Central, el Caribe y América del Sur, donde el brote epidémico del Zika ha alcanzado niveles pandémicos.

En Mayo de 2015, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) emitió una alerta con el primer caso de infección con virus Zika confirmado en Brasil. Sin embargo, la alarma mundial que ha causado el virus, no se debe a la infección en términos generales, sino a su posible asociación con complicaciones neurológicas que puede causar el mismo en caso de infección de una gestante. Durante el primer trimestre de embarazo cuando se produce el desarrollo organogénico del embrión, la infección por el virus del Zika puede causar un defecto congénito grave en el feto denominado microcefalia.

Los estudios actuales sobre la asociación de VZ y la microcefalia incluyen el papel de otros factores que contribuyen a su aparición como: infecciones víricas previas, la malnutrición, hábitos tóxicos, agentes ambientales, antecedentes genéticos, etc. y no evidencian que las gestantes sean una población más susceptible de adquirir la infección del VZ o que se manifieste con mayor virulencia durante este periodo. El total de agentes y el amplio espectro de factores que se pueden asociar con la infección por VZ durante la gestación, son desconocidos y requiere de mucha investigación para poder poner de manifiesto la relación entre el virus y la microcefalia como única etiología de esta grave malformación fetal.

El 1 de febrero de 2016 la Directora General de la OMS, siguiendo las recomendaciones del Comité de Emergencia del Reglamento Sanitario Internacional (RSI), declaró que la agrupación de casos de microcefalia y otros trastornos neurológicos y su posible asociación con el virus Zika, constituyen una emergencia de salud pública de importancia internacional (ESPII). El Comité de Emergencias del RSI, propone como recomendaciones principales reforzar y estandarizar la Vigilancia de microcefalia en las zonas de transmisión de Zika e intensificar la investigación sobre la etiología de las agrupaciones de casos de microcefalia.

Todas las autoridades sanitarias mundiales, entre ellas España están investigando coordinadamente bajo la dirección de los correspondientes Ministerios y Agencias oficiales, para esclarecer las causas reales de esta malformación, tan relacionada aparentemente con la acción del virus Zika transmitido por una gestante infectada a su feto.

**Prevención y tratamiento:** No existe ninguna vacuna para prevenir la enfermedad por lo que en las zonas donde la prevalencia del virus es mayor, debe evitarse la exposición a

picaduras de mosquitos en general, recomendándose el uso de ropa adecuada, camas con mosquiteros tratados con repelentes homologados (N,N-Dietil-meta-toluamida (DEET), Picardina e IR3535) e inocuos para la gestante y eliminar reservorios o hábitats favorables para el mosquito. Además, debe evitarse, durante la gestación, viajar a países de alta prevalencia o riesgo y si por razones obligadas debe hacerlo, poner los medios posibles para evitar la picadura del *Aedes*, ya que no solo el Zika sino el Dengue y la Chikungunya se transmiten por este mosquito. En caso de producirse la infección no existe ningún tratamiento específico, sino que este es meramente sintomático: reposo, prevenir la deshidratación y paracetamol para aliviar la fiebre y el dolor. Además se aconseja al paciente evitar tomar antiinflamatorios no esteroideos (AINES) hasta descartar la infección por dengue, a fin de disminuir el riesgo de sangrado.

Como venimos tratando desde el principio, la mayor preocupación de Salud pública que acontece en Europa, es la expansión del vector *Ae. aegypti* y *albopictus* por toda la región mediterránea, incluyendo todo el litoral mediterráneo español y las Islas Baleares, que presentan una población susceptible a la infección por el virus Zika y la posibilidad de su introducción a través de personas infectadas procedentes de los países donde el virus se está transmitiendo, como es el caso del continente americano.

La enfermedad por virus Zika es una enfermedad desconocida en España y en los países de la Unión Europea, por lo que no se cuenta con sistemas de vigilancia específicos para su detección, que se ve dificultada por el hecho de que hasta un 75% de los casos pueden ser asintomáticos, y de que en caso de aparecer su sintomatología es muy parecida a la de otras arbovirosis que cursan con exantema y fiebre. El principal riesgo de introducción en España estaría asociado con la llegada de viajeros infectados procedentes de áreas endémicas como América Latina en las comunidades autónomas donde hay presencia del vector competente (hasta el día 16 de febrero de 2016 en España han sido notificados 23 casos importados). Si se introdujera el virus hay que tener en cuenta que el turismo interno en España también es elevado, con un total de 139.614.605 desplazamientos, muchos de ellos durante los meses de verano, entre la costa mediterránea y el resto de comunidades.

La principal preocupación en términos de impacto grave sobre la salud de la población en estos momentos, es la misma que en el resto de Europa, la asociación entre la

infección por virus Zika y los casos de microcefalia en fetos y recién nacidos, así como, cualquier complicación neurológica cuya etiología pueda estar relacionada con el virus. Aunque dicha asociación se encuentra aún en investigación, las evidencias actuales la apoyan fuertemente, lo que convierte a las embarazadas en el grupo de mayor riesgo. Las recomendaciones y acciones de prevención y promoción de la salud deben considerar de manera especial a este grupo de población.

## OTROS MOSQUITOS INVASORES

Además de *Ae. albopictus*, existen otras especies exóticas de mosquitos con carácter invasivo que se han detectado en Europa en los últimos años. Sin duda, la de mayor trascendencia sanitaria es *Ae. aegypti*, principal vector urbano del dengue y la Fiebre Amarilla a nivel mundial, ya que las hembras se alimentan casi exclusivamente de sangre humana y presentan una elevada domesticación, raramente alejándose más allá de los 100 metros desde los asentamientos humanos. Pese a que *Ae. aegypti* fue relativamente común en los países europeos de la zona mediterránea, la especie desapareció completamente de esta región hacia la mitad del siglo XX por razones aún no dilucidadas por completo, pero que parecen situarse en torno a una combinación de factores relacionados con la baja tolerancia de esta especie tropical a las temperaturas invernales del sur del continente europeo y a las intensivas campañas de control poblacional de mosquitos llevadas a cabo mediante el empleo de el Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT), entre otros productos de elevada toxicidad y persistencia. Desde su erradicación en Europa, la especie ha sido detectada de manera esporádica e intermitente en países como Reino Unido, Francia, Italia, Malta, Croacia, Ucrania, Rusia o Turquía. Sin embargo, cabe destacar que en el año 2005 se detectó la presencia de *Ae. aegypti* en la isla de Madeira (Portugal) y que los posteriores muestreos realizados parecen evidenciar el establecimiento de la especie en dicho territorio. Por tanto, ésta es la primera confirmación del establecimiento de *Ae. aegypti* en Europa desde su erradicación, lo que supone un importante elemento de alerta para las autoridades sanitarias del continente. De forma más reciente, también se ha detectado a *Ae. aegypti* en regiones del norte de Europa como Holanda, donde parece poco probable que la especie pueda adaptarse a las condiciones climáticas existentes.

## CONCLUSIÓN

El calentamiento global es un hecho real que acontece hoy en día en nuestro planeta y ha propiciado que enfermedades nuevas, o ya conocidas, consideradas controladas o erradicadas, aparezcan en nuevas áreas por primera vez. Es el caso de Europa, donde la frecuencia de este tipo de enfermedades denominadas emergentes, ha aumentado como consecuencia de factores que permiten una más rápida diseminación de los agentes etiológicos, acortando los tiempos de contagio e incrementando la posibilidad de exposición a los mismos.

*Aedes albopictus* conocido mundialmente como el mosquito Tigre, vector de importantes arbovirosis como Dengue, Chikunguya, Fiebre amarilla y virus Zika, ha sido una de las especies que más alertas sanitarias está creando en nuestro continente. Su capacidad vectorial que clásicamente se ha definido con la siguiente expresión matemática se ha visto modificada debido a diversos factores tanto climáticos como independientes del mismo.

$$C = \frac{ma^2p^n}{-\log_e p}$$

m: la densidad del vector por humano

a: la tasa diaria de picaduras sobre un hospedador vertebrado multiplicado por la probabilidad de que ese vertebrado sea un humano.

p: la tasa de supervivencia diaria de un vector.

n: el periodo de latencia del patógeno en el artrópodo vector.

### Factores Climáticos

- **Temperatura:** la supervivencia, tasa de crecimiento y periodo de incubación del patógeno en el vector aumenta o disminuye con la temperatura, además varía la susceptibilidad del vector a los patógenos y el patrón de la transmisión estacional. Un aumento de la temperatura del agua, disminuye el periodo de

metamorfosis huevo-adulto, las larvas disminuyen su tamaño y los adultos producidos son más pequeños, por lo que las hembras tienen que tomar sangre con mayor frecuencia para llegar a poner huevos, lo que aumenta por tanto, la tasa de inoculación. Además, el período de incubación extrínseco (periodo de tiempo desde que el artrópodo se infecta hasta que es infectante) guarda una relación directa con la temperatura: a mayor temperatura el tiempo es menor. Los efectos del cambio climático sobre las enfermedades transmitidas por artrópodos se observa al variarse los límites de temperatura de transmisibilidad: límite inferior 14-18°C y límite superior 35-40°C. Un mínimo aumento del límite inferior podría dar lugar a la transmisión de enfermedades, mientras que un incremento del superior podría suprimirlo (por encima de los 34°C se acorta sustancialmente la vida del mosquito). Sin embargo, en torno a los 30-32°C pequeños incrementos de temperatura acortan el período de incubación extrínseca, aumentándose la transmisibilidad.

- **Pluviosidad:** un aumento de las precipitaciones podría aumentar el número y la calidad de los criaderos de vectores y la densidad de vegetación proporcionaría ecosistemas donde sobrevivir. Las inundaciones, por el contrario, eliminarían el hábitat de vectores y vertebrados, pero obligarían a los vertebrados a un contacto más estrecho con los humanos. Las sequías en lugares húmedos enlentecerían los cursos de los ríos, creándose remansos que también aumentarían los sitios de cría y propiciarían a una mayor deshidratación del vector, lo que le obligaría a alimentarse más frecuentemente, en otras palabras, a aumentar el número de picaduras.

## Factores independientes del clima

- Las migraciones hacia los países desarrollados crean comunidades de inmigrantes con condiciones de higiene y de vida inadecuadas, que generan situaciones epidemiológicas nuevas. Nativos receptivos que no cuentan con una inmunidad comunitaria para estos nuevos agentes y se hacen vulnerables a enfermedades infecciosas. Además los amplios desplazamiento a nivel internacional (desplazados de guerras, bioterrorismo, desastres naturales, viajes, comercio, turismo) proveen de transporte a patógenos infecciosos que alcanzan nuevas áreas donde infectar.
- Los débiles sistemas de salud pública en regiones en vías de desarrollo, hacen que enfermedades que se encontraban bajo control o que deben estar controladas florezcan nuevamente.
- Los planes de intensificación agrícola aumentan la erosión del terreno, la superficie de agua y reducen la biodiversidad, con lo que se pueden reducir los predadores de vectores y aumentar los lugares de cría vectorial. Además la contaminación química por fertilizantes, pesticidas, herbicidas y residuos industriales pueden disminuir el sistema inmune humano, haciéndolos más susceptibles a las infecciones.
- El rápido crecimiento de la población mundial, así como la deforestación y la continúa urbanización de reservas naturales modifican los ecosistemas de los reservorios naturales además de producir un aumento del contacto entre el hombre, vectores y reservorios selváticos.
- La adaptación y cambio de los microorganismos. La drogorresistencia es quizá uno de los factores más preocupantes asociado con automedicación, uso de dosis insuficientes, ciclos incompletos de tratamiento, inadecuado uso de antibióticos en los hospitales, escasa documentación sobre ensayos clínicos y la no existencia de vigilancia y notificación de patrones de resistencia antimicrobiana.

Europa ha aumentado su temperatura unos 0,8°C en los últimos 100 años, pero no de manera uniforme, las predicciones de cambio apuntan hacia unos inviernos más lluviosos y cálidos, seguidos de veranos calurosos y secos, condiciones climáticas favorables para el establecimiento y proliferación vectorial.

La presencia de *Ae. albopictus* en Europa ha pasado de ser una mera anécdota referente a una molesta especie invasora para el ser humano a representar, en la actualidad, una seria amenaza para la salud pública en diversas regiones mediterráneas donde la especie exhibe elevadas densidades poblacionales, tal y como evidencian los recientes episodios acaecidos de transmisión autóctona de Chikungunya, Dengue, Zika y Fiebre amarilla. En España la expansión de la especie ha sido constante desde su descubrimiento y las estimaciones en base a parámetros climáticos indican que gran parte de la Península Ibérica adquirirá densidades epidemiológicas muy relevantes. En este sentido, la implicación de las administraciones públicas y la sensibilización y colaboración de la ciudadanía, son dos factores claves para el control poblacional de la especie. La tercera vía ineludible para la lucha contra *Ae. albopictus* atañe directamente a los estamentos encargados del control de la especie, ya sean públicos o privados. Fuera de las cuestiones estrictamente ceñidas a la actividad y comportamiento de *Ae. albopictus*, es básico que las administraciones sanitarias sean conscientes de que un porcentaje muy elevado de la población española está o va a estar expuesta en los próximos años a un potencial vector de virosis de primera magnitud sanitaria como el Dengue o la Fiebre Amarilla. Esto supone que la vigilancia epidemiológica actual debe ampliarse inexorablemente a algunas de estas virosis emergentes que están siendo importadas de manera creciente a nuestro país. Debido a su proximidad con el continente africano y el continuo tránsito de personas y aves migratorias, España, es un país en el que las enfermedades vectoriales transmitidas por dípteros podrían suponer una importante amenaza para la salud pública. Sin embargo, para que se produjesen verdaderas áreas endémicas, se necesitaría la conjunción de un flujo masivo de reservorios animales y humanos así como el deterioro de las condiciones socio-sanitarias y de los servicios de salud.

Nos urge trabajar como equipo multidisciplinario, mantener una cooperación internacional activa y transparente. Las autoridades de la salud deben desarrollar programas de investigación aplicada con fines epidemiológico, sanitario y social para reforzar la vigilancia y el control de las enfermedades y realizar las intervenciones que sean oportunas. A su vez es necesario contar con sistemas de salud con capacidad para detectar las situaciones que se produzcan, que cuenten con capacidad diagnóstica y una verdadera colaboración internacional entre los países, que ayude al enfrentamiento de las situaciones creadas y que los Centros de Referencia de la OMS desempeñen su papel. Es imprescindible que se mantenga una vigilancia global que incluya la asesoría al viajero, a los productores de alimentos y la vigilancia sobre las enfermedades que afectan al hombre y a los animales.

Además es esencial la recolección de datos climáticos y estadísticos de las enfermedades infecciosas en grandes bases de datos que permitan instaurar precozmente campañas adecuadas de Salud Pública que disminuyan la vulnerabilidad de la población a las enfermedades infecciosas, mediante estrategias de vacunación, control de vectores y tratamiento de las aguas.

Hasta ahora no se ha podido probar de manera fehaciente que el leve cambio climático experimentado en las últimas décadas haya aumentado el riesgo global de transmisión de las enfermedades vectoriales, pero sí que hay suficiente evidencia científica para sospecharlo. Las predicciones matemáticas realizadas auguran un aumento del riesgo siempre y cuando, el cambio climático continúe produciéndose. Sin embargo, algunos expertos se han mostrado escépticos acerca de estas predicciones, ya que la historia natural de las enfermedades transmitidas por artrópodos es compleja, interfiriendo otros factores además del clima como la composición atmosférica, urbanización, desarrollo económico y social, comercio internacional, migraciones humanas y desarrollo industrial y agrícola. Por tanto, el clima, por si solo no sería un requisito suficiente para la instauración de focos endémicos en Europa sino que se necesitaría un número suficiente de individuos simultáneamente infectados para constituir un reservorio de la infección que no serían suficientes como para iniciar una epidemia, pudiendo, a lo más, originar focos muy locales de transmisión autolimitada y casos de infecciones de aeropuerto. No existe una evidencia inequívoca de que el cambio climático acontecido hasta la fecha haya modificado sustancialmente la epidemiología de las enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, se deberían incluir variables como: cambios demográficos, económicos y ambientales, pues los cambios en la epidemiología de las

enfermedades infecciosas más puede deberse a estos últimos factores que al cambio climático en sí.

En la lucha contra las enfermedades emergentes se necesitan acciones rápidas y efectivas. Dentro de estas se destaca la necesidad de detectar temprano el fenómeno y consecuentemente instaurar medidas de intervención de salud inmediatas. Entre las prioridades destacan el desarrollo de vacunas, drogas terapéuticas, el fortalecimiento de la infraestructura para reconocer y responder a los brotes, brindar la información útil para la prevención y profilaxis frente a patógenos emergentes y reemergentes. Quizás la medida de mayor importancia en la lucha y prevención frente a las enfermedades emergentes y reemergentes son el necesario y prioritario desarrollo económico y social de los países del mundo en desarrollo, que permita un mayor acceso de las poblaciones de estos países a niveles superiores de calidad de vida y niveles de salud satisfactorios. Así como un buen desarrollo de sistemas de salud pública.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Dr. Kershenobich D. Unidad de Medicina Experimental de Medicina. UNAM Hospital General de México. Disponible desde:  
[http://www.facmed.unam.mx/sms/seam2k1/2007/oct\\_01\\_ponencia.html](http://www.facmed.unam.mx/sms/seam2k1/2007/oct_01_ponencia.html)
2. López-Vélez R., Molina Moreno R. Rev. Esp. Salud Publica vol.79 no.2 Madrid mar./abr. 2005. Cambio Climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. Disponible desde:  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272005000200006](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200006).
3. Centro de Información de las Naciones Unidas. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Disponible en :  
[http://www.cinu.mx/minisitio/cambio\\_climatico/inicio/](http://www.cinu.mx/minisitio/cambio_climatico/inicio/)
4. Portal de la Convención de Cambio Climático, los aspectos básicos del calentamiento global, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto. Página web de la Convención de Cambio Climático:  
[http://unfccc.int/essential\\_background/feeling\\_the\\_heat/items/2918.php](http://unfccc.int/essential_background/feeling_the_heat/items/2918.php)
5. Cuarto Informe de síntesis del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), disponible en: [www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)
6. Ideam, portal de información científica nacional, incluyendo la Primera comunicación nacional ante la CMNUCC: [www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)
7. Vincent R. Racaniello. Emerging infectious diseases. March 15, 2004. The Journal of Clinical investigation. Disponible desde:  
<http://www.jci.org/articles/view/21370>
8. Informes, estudios e investigaciones 2013 Ministerio de Sanidad, Servicios sociales e Igualdad: Disponible en:  
[http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/CCResumen\\_ESP.pdf](http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/CCResumen_ESP.pdf)  
[http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/analisisituacion/doc/evRiDe\\_5\\_13.pdf](http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/analisisituacion/doc/evRiDe_5_13.pdf)

9. Moreno. JM. editor. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. Universidad de Castilla – La Mancha 2005.
10. Flannery, Tim. 2005. La amenaza del cambio climático: historia y futuro. Madrid: Taurus.
11. Flannery, Tim. 2007. El clima está en nuestras manos. Madrid: Taurus Minor.
12. Bueno Marí R. Jiménez Peydró R. Implicaciones sanitarias del establecimiento y expansión en España del mosquito *Aedes albopictus*. Laboratorio de Entomología y Control de Plagas, Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Universitat de València-Estudi General.
13. Velasco E. Cimas M. Díaz O. Enfermedad por virus Chikungunya en España. Área de Vigilancia de la Salud Pública. Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III. Disponible desde: <http://revista.isciii.es/index.php/bes/article/view/914/1106>
14. Organización Mundial de la Salud. Fiebre Amarilla nota informativa Número 100. Junio de 2016. Disponible desde: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs100/es/>
15. Centro para el control y la Prevención de enfermedades. CDC. Virus Zika, conducta ante la aparición de un brote durante la gestación. asunto: documento e información de la S.E.G.O. Disponible desde: <http://espanol.cdc.gov/enes/zika/resources/index.html>
16. Secretaria General de Sanidad y Consumo. Dirección General de Salud pública, calidad e innovación. Evaluación Rápida del Riesgo de transmisión de enfermedad por el virus Zika en España. 20 de enero de 2016