

Dinámicas en el establecimiento de las especies de mosquitos (Diptera: Culicidae) y enfermedades vectoriales humanas asociadas al cambio climático

Dinâmica no estabelecimento de espécies de mosquitos (Diptera: Culicidae) e vetores humanos de doenças associadas às mudanças climáticas

Dynamics in the establishment of mosquito species (Diptera: Culicidae) and human vector diseases associated with climate change

Ricardo Jiménez Peydró¹, David López Peña¹, Alberto Bernués Bañeres², Jose Vicente Falcó Garí¹

¹ Laboratorio de Entomología y control de Plagas. Universitat de València. España.

² Ancitimex. Valencia. España.

Cita: Jiménez Peydró R, López Peña D, Bernués Bañeres A, Falcó Garí JV. Dinámica en el establecimiento de las especies de mosquitos (Diptera: Culicidae) y enfermedades vectoriales humanas asociadas al cambio climático humanas. Rev. Salud ambient. 2023; 23(1):66-76.

Recibido: 15 de enero de 2023. **Aceptado:** 2 de junio de 2023. **Publicado:** 15 de junio de 2023.

Autor para correspondencia: Ricardo Jiménez Peydró.

Correo e: ricardo.jimenez@uv.es

Laboratorio de Entomología y Control de Plagas. Universitat de València, España..

Financiación: No se ha contado con financiación para el desarrollo de este trabajo..

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses que hayan influido en la realización y preparación de este trabajo..

Declaraciones de autoría: Todos los autores contribuyeron a la redacción del artículo. Asimismo, todos aprobaron la versión final.

Resumen

Las alteraciones del clima provocan variaciones en la emergencia y reemergencia de vectores y las enfermedades vectoriales asociadas a ellos. Las condiciones del medio facilitan o impiden su establecimiento en distintos hábitats posibilitando o dificultando la aparición de las enfermedades. Los datos conocidos en nuestro país muestran la posibilidad real de la aparición de enfermedades ya que se viene observando un incremento de generaciones anuales, en muchas especies vectoras, tanto por la reducción del tiempo de desarrollo larvario como por la extensión temporal del período óptimo estacional fruto del ascenso de las temperaturas. El estudio de la bioecología y de la dinámica poblacional de los principales vectores, los mosquitos Culícidos, se postula de vital importancia para poder predecir escenarios locales.

Palabras clave: vectores; enfermedades vectoriales; cambio climático; emergencia; reemergencia; culícidos.

Resumo

As mudanças climáticas causam variações na emergência e reemergência de vetores e doenças vetoriais associadas a eles. As condições ambientais facilitam ou impedem seu estabelecimento em diferentes habitats, possibilitando ou dificultando o aparecimento de doenças.. Os dados conhecidos em nosso país mostram a real possibilidade do aparecimento de doenças, pois tem sido observado aumento de gerações anuais em muitas espécies de vetores, tanto pela redução do tempo de desenvolvimento larval quanto pela extensão temporal do período ótimo de frutificação sazonal. o aumento das temperaturas. O estudo da bioecologia e dinâmica populacional dos principais vetores, mosquitos culicídeos, é de vital importância para a previsão de cenários locais.

Palavras-chave: Vetores; Doenças vetoriais; Alterações climáticas; Emergência; reemergência; culicídeos.

Abstract

Climate alterations cause variations in the emergence and reemergence of vectors and vector diseases associated with them. Environmental conditions facilitate or prevent their establishment in different habitats, making possible or hindering the appearance of diseases. The data known in our country show the real possibility of the appearance of diseases since an increase in annual generations has been observed in many vector species, both due to the reduction in larval development time and the temporal extension of the optimal seasonal fruit period. of the rise in temperatures. The study of the bioecology and population dynamics of the main vectors, culicid mosquitoes, is of vital importance in order to predict local scenarios.

Keywords: Vectors; Vector diseases: Climate change; Emergence; Reemergence; Culicids.

INTRODUCCIÓN

Los vectores activos o biológicos tienen una gran trascendencia epidemiológica ya que son organismos transmisores necesarios, sin cuya presencia no existiría la enfermedad. En la actualidad una de las mayores preocupaciones de la salud pública mundial es la problemática asociada a las enfermedades de transmisión vectorial¹.

El calentamiento de la superficie terrestre, como consecuencia del efecto de los gases invernadero, provoca modificaciones en el clima que producen igualmente alteraciones que afectan a la biodiversidad y, en concreto, a la biología y ecología de los vectores transmisores de enfermedades, y por tanto, al riesgo de propagación de enfermedades.

Profundizar en el conocimiento del comportamiento de las plagas y enfermedades vectoriales exige, en primer lugar, establecer los requisitos que los vectores presentan en el desarrollo de sus ciclos vitales. El incremento de temperatura facilita la modificación de la fenología de las especies vectoras, manteniendo condiciones idóneas para el desarrollo de sus ciclos vitales durante períodos de tiempo mayores y dentro de los valores que se requieren para la transmisión de muchas enfermedades, (14 – 18 °C como límite inferior y 35 – 40 °C como límite superior)². Un tiempo de generación corto y, un alto potencial reproductivo, pueden permitir que algunas especies aprovechen las condiciones más cálidas, al producir rápidamente una mayor cantidad de descendientes.

Los vectores de enfermedades (insectos y arácnidos) son animales poiquilotermos o de sangre fría que se ven significativamente afectados por los cambios del clima. La aparición de fenómenos extremos, cada vez más frecuentes, afecta de manera directa a la fenología de los vectores.

Está generalmente aceptado que las alteraciones en los factores abióticos afectan, no solo a la biología

y ecología de los vectores, sino que también lo hacen sobre la de sus hospedadores. De todos los factores³, la temperatura⁴ incide de manera crucial y, en este sentido, las previsiones de incremento de la temperatura media del planeta muestran un riesgo añadido por la posibilidad de que especies que nunca hubieran podido colonizar algunas regiones, puedan lograrlo. Por tanto, parece evidente que el cambio climático agudice los riesgos vectoriales.

En cualquier enfermedad de tipo vectorial, tres son las variables necesarias para comenzar un ciclo de transmisión: el agente patógeno causal, el vector, y la población humana expuesta a los anteriores.

Los vectores biológicos son necesarios en la cadena de transmisión de la enfermedad. No es suficiente con que un fenómeno extremo, ligado al incremento de temperatura, se manifieste para que ello influya en los vectores de la enfermedad y su posibilidad de infectividad de la misma, sino que hay otros aspectos que condicionan esta posibilidad en función de la biología de la especie, como la exclusiva dependencia del agua en el caso de los mosquitos, o el comportamiento de las poblaciones humanas en relación con la viabilidad del contacto entre el vector y el hospedador humano⁵.

En la Comunidad Valenciana se han realizado estudios que han permitido obtener datos amplios y concretos tras la prospección de hábitats muy variados, en los que quedan representados las zonas litorales, las sierras litorales y de interior, los marjales y las zonas húmedas^{6,7,8}. Estos datos permiten un análisis amplio de las especies vectoras representativas, no solo del área de estudio mencionada, sino también de todo el país en su conjunto, así como su incidencia en la posibilidad de transmisión de enfermedad en los ambientes citados.

1. LA TRANSMISIÓN DE LA ENFERMEDAD

Para una mejor comprensión de las posibilidades de transmisión de las enfermedades en amplias zonas, éstas

pueden analizarse en función de la naturaleza del agente causal que las desarrolla. A continuación, se indican las parasitosis, arbovirosis y bacteriosis teniendo en cuenta las características de las zonas en las que se conoce que producen sus actividades vectoriales.

1.1. Parasitosis

Entre las parasitosis, la malaria y la filariasis constituyen las dos enfermedades de interés, principalmente en el entorno litoral y prelitoral.

Malaria

El seguimiento y erradicación de la malaria constituyeron, a nivel nacional, el principal estudio de los mosquitos. Se puede reseñar, que desde 1900 hasta 1964, periodo en el que se sucedieron numerosos episodios palúdicos en España⁵, el estudio de los mosquitos adquirió relevancia internacional. Actualmente, *Anopheles atroparvus* Van Thiel, 1927 es considerado el principal transmisor malárico a nivel español^{9,10}. El resto de especies componentes del complejo maculipennis (*Anopheles maculipennis* s.s. Meigen, 1818, *Anopheles melanoon* Hackett, 1934 y *Anopheles subalpinus* Hackett & Lewis, 1935) adquieren una importancia secundaria, pudiendo comportarse como vectores de transmisión únicamente bajo circunstancias muy concretas y en áreas muy delimitadas. Fuera del complejo maculipennis existen otras especies de *Anopheles* con capacidad para comportarse como potenciales vectores palúdicos, si bien, siempre como vectores secundarios. Entre ellas destaca a nivel nacional *Anopheles claviger* (Meigen, 1804), que ha sido constatado como vector primario en países asiáticos¹¹.

En revisión realizada a la problemática del paludismo en regiones autónomas como la Comunidad Valenciana, los principales puntos de actuación acogidos al plan de erradicación de la malaria quedaban circunscritos a las regiones agrícolas tradicionales¹² y a las cuencas hidrográficas que las sustentaban, relegando a un segundo plano las áreas naturales del territorio valenciano. Si bien es cierto que una de las principales premisas para el mantenimiento de la enfermedad entre la población humana es la relación estrecha (cercanía) entre vector y hospedador, y que las zonas naturales no cumplen estrictamente este requisito; el uso y explotación tradicional de las mismas configura un excelente marco para el mantenimiento aislado de posibles ciclos de transmisión puntuales, pudiendo pasar desapercibidos a las autoridades sanitarias.

Filariasis

El interés sanitario de las filarias radica en su característico ciclo biológico en el que participan

insectos hematófagos pertenecientes al grupo de los dípteros (mosquitos, simúlidos, tábanos y culicoides) que son los responsables de la transmisión. De todas las especies de filarias, destacan sobremanera las pertenecientes al género *Dirofilaria*, que generalmente son consideradas especies típicamente zoonóticas, puesto que pueden parasitar al ser humano de forma accidental. Aunque sus hospedadores principales son los cánidos y los félicos, existe una amplia variedad de animales salvajes afectados, cuyo ejemplo más claro en España lo constituye el zorro (*Vulpes vulpes* (Linnaeus, 1758)), del que se tiene constancia de infección natural en la Península Ibérica con prevalencias que oscilan entre el 11 % y el 33 %^{13,14}.

Aproximadamente 70 especies diferentes de mosquitos de los géneros *Culex*, *Aedes*, *Anopheles*, *Culiseta* y *Coquillettidia* son consideradas potenciales vectores de dirofilariasis y, en España se ha constatado la capacidad vectorial de dos especies de culicidos: *Culex pipiens* Linnaeus, 1758¹⁵ y de *Culex theileri* Theobald, 1903¹⁶.

En España, *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856) ha sido detectada en numerosas provincias, documentándose prevalencias caninas en porcentajes que oscilan entre un 2 % y un 37 % con anterioridad al año 2001, observándose a partir de ese momento un incremento notable¹⁷ por lo que puede ser considerado como un problema de salud pública actual. En el caso de *Dirofilaria repens* Railliet & Henry, 1911, se puede señalar una situación similar aunque con un menor número de casos documentados para este parásito.

1.2. Arbovirosis

Hablar de arbovirosis, es hablar de un concepto ecológico referido a un grupo de virus concreto, que requieren de la participación de tres elementos para completar su ciclo biológico: el agente causal (arbovirus), el agente vector (artrópodo), y un hospedador adecuado (animal). Los arbovirus son causantes de enfermedades animales o zoonosis¹⁸, que han cobrado una gran importancia en materia de Salud Pública, principalmente aquéllos pertenecientes a las familias Flaviviridae, Togaviridae y Bunyaviridae. Algo más de un centenar de ellos han sido documentados como causantes de enfermedades en humanos¹⁹, y al menos 19 son transmitidos por mosquitos, por lo que estos insectos son considerados como potenciales vectores de los mismos²⁰.

Las arbovirosis humanas pueden clasificarse, en función de los síntomas clínicos principales que causan, como encefalitis, afecciones febriles acompañadas de erupción cutánea, artritis e incluso fiebre hemorrágica; en definitiva, un variado elenco de sintomatología severa acompañada de una significativa morbilidad y mortalidad humanas¹¹.

Tabla 1. Principales arbovirus de afección humana transmitidos por mosquitos. Modificado de Bueno Marí y Jimenez Peydró¹⁸

Familia / virus	Mosquito vector (Géneros)	Hospedador vertebrado	Ciclos de transmisión ^b	Afección humana ^c	Distribución geográfica
Togaviridae					
<i>Ross River</i> ^a	<i>Aedes</i>	Humanos, marsupiales	R,S,U	FS	Australia, Pacífico sur
<i>Mayaro</i> ^a	<i>Aedes</i>	Aves	R	FS	Sur América
<i>O'nyong-nyong</i> ^a	<i>Anopheles</i>	Desconocido	R,S,U	FS	África
<i>Sindbis</i>	<i>Aedes, Culex, Culiseta</i>	Aves	R	FS	África, Asia, Australia, Europa
<i>Encefalitis equina del Este</i>	<i>Aedes, Coquillettida, Culex, Culiseta</i>	Aves	R	FS,ME	América
<i>Encefalitis equina del Oeste</i>	<i>Aedes, Culex</i>	Aves	R	FS,ME	América
<i>Encefalitis equina de Venezuela</i> ^a	<i>Aedes, Anopheles, Culex</i>	Roedores	R	FS,ME	América
Flaviviridae					
<i>Dengue 1-4</i> ^a	<i>Aedes</i>	Humanos, primates	U,S,R	FS,FH	Mundial (trópicos)
<i>Fiebre Amarilla</i> ^a	<i>Aedes</i>	Humanos, primates	R,S,U	FS,FH	África, Sur América
<i>Encefalitis japonesa</i>	<i>Culex</i>	Aves, cerdos	R,S	FS,ME	Asia, Pacífico
<i>Encefalitis del Valle de Murray</i>	<i>Culex</i>	Aves	R	FS,ME	Australia
<i>Encefalitis de San Luís</i>	<i>Culex</i>	Aves	R,S,U	FS,ME	América
<i>Usutu</i>	<i>Aedes, Culex, Culiseta</i>	Aves	R	FS	África, Europa
<i>Virus West Nile</i> ^a	<i>Aedes, Anopheles, Coquillettida, Culex, Ochlerotatus</i>	Aves	R,S,U	FS,ME	África, Asia, Europa, Norte América
Bunyaviridae					
<i>Inkoo</i>	<i>Ochlerotatus</i>	Bóvidos, roedores	R	FS,ME	Norte de Europa
<i>Batai</i>	<i>Aedes, Anopheles, Coquillettida, Ochlerotatus</i>	Bóvidos, óvidos	R	FS	África, Asia, Europa
<i>Tahyna</i>	<i>Aedes, Anopheles, Coquillettida, Culex, Ochlerotatus</i>	Roedores, lacértidos	R	FS,ME	África, Asia, Europa
<i>Fiebre del Valle del Rift</i> ^a	<i>Aedes, Anopheles, Culex</i>	Bóvidos, óvidos	R	FS,FH,ME	África
<i>Encefalitis de La Crosse</i>	<i>Aedes</i>	Roedores	R,S	FS,ME	Norte América
<i>Encefalitis de California</i>	<i>Aedes, Culex</i>	Roedores	R	FS,ME	Asia, Europa, Norte América

^a Arbovirus que provocan una viremia significativa en humanos.

^b Ecología de los ciclos de transmisión en orden de frecuencia: U (urbana), S (suburbana) y R (rural).

^c Sintomatología en humanos: FS (fiebre sistémica), FH (fiebre hemorrágica) y ME (Meningoencefalitis).

^d Aislamiento o seroprevalencia humana en España: I (casos importados) y A (casos autóctonos).

Dengue, Fiebre amarilla y Chikungunya

Los virus causantes de estas enfermedades, son virus típicamente zoonóticos, habituales de las grandes masas selváticas tropicales de África, Asia y América, donde los primates actúan como hospedadores definitivos y reservorios de las virosis⁷, siendo sus principales vectores mosquitos culícidos del género *Aedes*: *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) y *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762). La capacidad de adaptación a nuevos hábitats más comunes en las ciudades, y los fenómenos de invasión biológica llevados a cabo por ambas especies^{21,22}, han posibilitado el inicio de ciclos de transmisión autóctona en ambientes urbanos a nivel europeo^{23,24}.

El virus del Dengue es la arbovirosis tropical más frecuentemente importada entre los inmigrantes diagnosticados en nuestro país, suponiendo aproximadamente, un 10 % del total de enfermedades importadas en Europa²⁵.

Históricamente, la Fiebre Amarilla es la arbovirosis más importante y peligrosa transmitida por mosquitos, por causar grandes epidemias de fiebre hemorrágica en muchos países africanos y sudamericanos¹¹.

El virus Chikungunya es endémico de Asia y África, a pesar de haberse documentado los primeros casos aislados de emergencia autóctona del virus en Europa (Italia: Ravenna, Emilia Romagna) durante el verano (Julio-Agosto) del 2007²³.

West Nile (virus del Nilo Occidental), Sindbis y Usutu

Como en los tres casos anteriores, estos virus son típicamente zoonóticos, afectando de forma más severa a las aves. No obstante, se han documentado casos de brotes epidémicos severos que han causado la muerte de numerosos pacientes humanos afectados por estas arbovirosis²⁶, como las acaecidas desde el año 2020 en Andalucía.

El virus del Nilo Occidental, si bien fue aislado por primera vez en humanos, se detectó más tarde afectando a caballos, perros, roedores, murciélagos y aves²⁷. En la mayoría de los casos, cursa asintóticamente o en forma de leves accesos febriles²⁸, si bien es cierto que, en los casos más severos, ha sido reconocida como causante de graves brotes meningíticos o encefalíticos¹¹.

En la naturaleza, el virus del Nilo Occidental presenta a las aves como hospedadores principales, mientras que humanos y équidos se comportan como hospedadores secundarios o accidentales, atribuyéndose a *Cx. pipiens* el rol de vector principal para el mantenimiento de

la enzootia entre poblaciones aviares salvajes²⁹. No obstante, en la actualidad se conocen muchas otras especies de mosquitos capaces de transmitir de forma eficiente este virus en nuestro territorio, considerándose como portadores naturales a: *Ae. vexans*, *An. atroparvus*, *Coquillettidia richiardii* (Ficalbi, 1889), *Culiseta annulata* (Schrank, 1776), *Culex mimeticus* Noé, 1899, *Culex modestus* Ficalbi, 1947, *Cx. theileri*, *Cx. pipiens*, *Culex univittatus* Theobald, 1901 y *Ochlerotatus caspius* (Pallas, 1771)²². A pesar de que estas especies han sido evidenciadas como portadoras naturales del virus, se debe considerar su subdivisión en categorías diferentes. En primer lugar, mencionar a las especies con capacidad para comportarse como potenciales vectores para el mantenimiento de la enzootia entre la población aviar, destacando entre ellas: *An. atroparvus*, *Cs. annulata*, *Cx. mimeticus* y *Cx. pipiens* var. *pipiens*. Además de desarrollar parte del rol anterior, y debido a su marcada antropofilia, *Aedes vexans* (Meigen, 1830), *Cx. modestus*, *Cx. pipiens* var. *molestus* Forskal, 1775, *Cx. theileri* y *Oc. caspius*, compondrían el subgrupo de especies con capacidad para actuar como potenciales puentes de transmisión de la enfermedad entre las aves y el hospedador humano²².

Al posible papel vectorial que pueden jugar las especies de mosquitos detectadas, debemos añadir un componente antrópico que propicia la presencia de especies aviares susceptibles de actuar como reservorio de esta arbovirosis.

Igualmente, no debemos olvidar la presencia de aves perfectamente adaptadas a las condiciones urbanas y a los ecosistemas de las ciudades y pueblos de nuestros territorios, con la misma capacidad para actuar como potencial reservorio de esta arbovirosis. Nos estamos refiriendo a especies tan comunes como *Columba livia* Gmelin, 1789 (Paloma bravía), *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758) (Gorrión común) o *Streptopelia decaocto* (Frisvaldszky, 1838) (Tórtola turca)³⁰, donde su convivencia con el principal vector de transmisión, *Cx. pipiens*, supone un riesgo inmediato para el inicio de ciclos de transmisión directamente ligados a la actividad humana.

El virus Sindbis fue aislado por primera vez en 1952 a partir de una cepa de mosquitos pertenecientes al género *Culex* de la población egipcia de Sindbis (El Cairo). Se conoce su presencia en Europa, África, Asia y Australia, habiéndose documentado el primer caso humano en Uganda en 1961¹¹. El virus es transmitido entre aves y mosquitos en un ciclo selvático, por lo que se define como una afección típicamente zoonótica. Diversos estudios de tipo molecular postulan un origen africano para las cepas europeas, asumiendo su diseminación a través de aves migratorias procedentes de dicho continente³¹. En España, y en el caso de coincidir los factores necesarios para el inicio de ciclos de transmisión, de nuevo *Cx. pipiens* sería la especie con mayores probabilidades

de comenzarlos, contando con el apoyo de especies fuertemente antropofílicas como *Cx. modestus* o *Cx. theileri*.

En cuanto al virus Usutu, se trata de un arbovirus estrechamente relacionado con otros patógenos de importante afección humana, como el virus de la encefalitis Japonesa, el virus de la encefalitis del Valle de Murray, el virus de la encefalitis de Saint Louis o el virus del Nilo Occidental³². Actualmente, la información epidemiológica acerca de esta arbovirosis es escasa, habiéndose registrado los primeros casos de emergencia del virus en Europa (Viena, Austria) en 2001, en forma de epizootia aviar. Un aspecto interesante lo constituye la detección de este virus en poblaciones de *Cx. pipiens* presentes en los humedales catalanes, presentando mayor porcentaje de homología (97,97 %) con cepas africanas que con las cepas centroeuropeas (94,94 %). La explicación a este fenómeno, radicaría en la entrada del virus a nuestro país a través de las rutas migratorias de aves africanas, tesis apoyada por la virulencia del virus en África y España en comparación con la registrada para Austria en 2001³³. No obstante, y dada la ausencia de sintomatología y patologías severas en humanos, es lógico suponer que el riesgo para el hombre es actualmente muy bajo²².

Tahyna, Batai e Inkoo

Los virus Tahyna, Batai e Inkoo son virus enzoóticos cuyos hospedadores habituales suelen ser mamíferos, principalmente especies que en muchas ocasiones se encuentran estrechamente relacionadas con el ser humano como la oveja doméstica (*Ovis aries* Linnaeus, 1758), el jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), la liebre (*Lepus granatensis* Rosenhauer, 1856 y *Lepus europaeus* Pallas, 1778), el conejo (*Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758)), el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758)) o el topillo rojo (*Myodes glareolus* (Schreber, 1780))³⁴⁻³⁶; aunque también se conocen casos de infecciones aviares y en lacértidos¹¹. En general, se trata de arbovirus poco patógenos tanto para humanos como para sus hospedadores amplificadores.

El virus Tahyna, se encuentra ampliamente distribuido por Europa y Asia, y ha sido detectado puntualmente en África^{37,38}. A nivel centroeuropeo, se han evidenciado elevadas tasas de seroprevalencia, llegando incluso a constatar la presencia de anticuerpos en el 60-80 % de la población humana residente³⁹. En general, es frecuente el aislamiento vírico en *Ae. vexans*, pero también se tienen datos referentes a otras especies como *An. maculipennis*, *Aedes cinereus* Meigen, 1818, *Ochlerotatus sticticus* (Meigen, 1838), *Ochlerotatus flavescens* (Muller, 1764), *Oc. caspius*, *Cs. annulata*, *Cx. modestus* o *Cq.richiardii*^{40,41}.

El ser humano, raramente se ve involucrado en ciclos de transmisión e infección del virus Batai. En

Europa, los niveles de anticuerpos detectados para Batai no superan el 1,0 % de la población humana en los siguientes países: Finlandia, Suecia, Alemania, Austria, República checa y República eslovaca, donde se ha documentado su presencia⁴¹, lo que ofrece una idea del nivel de riesgo real acerca de esta arbovirosis en humanos. Fundamentalmente es transmitido por *An. maculipennis s.l.*, aunque también se ha documentado la capacidad de transmisión en especies como *An. claviger*, *Cq. richiardii* u *Ochlerotatus communis* (De Geer, 1776)^{35,42}. Los reservorios principales los constituyen diferentes especies de ganado doméstico, generalmente bóvidos y óvidos⁴¹, aunque se han detectado seroprevalencias significativas en otras especies como cerdos domésticos o incluso cérvidos¹¹.

El virus Inkoo, queda relegado a las regiones del norte de Europa, en países como Suecia o Finlandia, donde se ha llegado a evidenciar la presencia de anticuerpos en el 84,0 % y 69,0 % de la población respectivamente, sobre todo en aquéllas asociadas a ambientes rurales⁴³. Sus reservorios principales suelen ser bóvidos domésticos típicos de esos países como los renos (*Rangifer tarandus* (Linnaeus, 1758)) y alces (*Alces alces* (Linnaeus, 1758))⁴⁴.

1.3. Bacteriosis

Turalemia

La tularemia es una bacteriosis de tipo zoonótico cuyo agente causal, la proteobacteria *Francisella tularensis*, es un patógeno de distribución global que afecta a más de 100 especies diferentes de mamíferos, aves, peces, anfibios, crustáceos e insectos; aunque los reservorios naturales más frecuentes suelen ser lagomorfos y roedores⁴⁵. Es considerada, una de las zoonosis más extensa y compleja en cuanto a hospedadores y epizootiología se refiere.

La forma más frecuente de infección es por contacto directo con tejidos o fluidos corporales infectados, o mediante la picadura de un artrópodo⁴⁶.

La infección mediada por mosquitos, ha estado ligada a algunas de las mayores epidemias documentadas (>400 casos)^{47,48}. Estos insectos son considerados como vectores mecánicos de transmisión (contaminación de las piezas bucales o deposición de excrementos), únicamente capaces de transmitir la infección de forma transitoria. No obstante, existen estudios relacionando de forma directa episodios epidémicos en que los potenciales vectores son especies pertenecientes a los géneros *Aedes*, *Anopheles*, *Culex* y *Ochlerotatus*¹¹.

En España, se conoce la presencia de esta antropozoonosis desde finales de los años 90, siendo considerada como un importante problema de Salud Pública en la Comunidad de Castilla y León desde

hace dos décadas⁴⁹. A pesar de la baja incidencia de la enfermedad, son muchos los casos esporádicos que se producen, si bien es cierto, se han descrito hasta la actualidad dos grandes brotes epidémicos durante los años 1997-1998 y durante los años 2007-2008. Durante ambas epidemias, la totalidad de los casos clínicos refirió haber tenido relación directa con distintas actividades asociadas con el mundo rural, como la caza, ganadería, la pesca, etc., pudiendo señalar que las mayores incidencias se dan en el ambiente rural.

2. POSIBILIDAD DE EMERGENCIA Y REEMERGENCIA DE LAS ENFERMEDADES VECTORIALES

2.1. Malaria

En el caso de esta enfermedad, los bajos niveles poblacionales tanto del potencial vector principal como del resto de especies secundarias, y del bajo potencial malariogénico, como ocurre en la región mediterránea⁵⁰, no hacen pensar en la posibilidad inmediata de brotes epidémicos, imponiéndose una situación de “anofelismo sin malaria” que ha sido la constante en las últimas décadas. Sin embargo, los recientes sucesos acaecidos en ambientes de características similares relacionados con el paludismo en territorio nacional⁵¹⁻⁵³, muestran la necesidad de mantener una vigilia epidemiológica constante en las zonas de distribución de los potenciales vectores de esta enfermedad.

2.2. Filariasis

Conociendo todas las consideraciones realizadas hasta el momento, podemos afirmar que las filariasis, dirofilariasis concretamente, son una de las parasitosis más plausibles a la hora de contemplar posibles episodios de transmisión nacional en marjales y zonas húmedas, tal y como sucede en el tipo de ambientes citados en los estudios realizados en la Comunidad Valenciana⁶⁻⁸. Tanto las sierras de interior como los marjales y los humedales se definen como ambientes potencialmente de riesgo para la emergencia de este tipo de parasitosis. Debido a su ubicuidad y abundancia, *Cx. pipiens* al hallarse presente en la práctica totalidad del territorio valenciano (24,62 % de abundancia relativa global)⁷, se erige como principal vector potencial.

No puede excluirse en este análisis a especies como *Oc. caspius* (29,18 %) y *Ochlerotatus detritus* (Haliday, 1833) (9,85 %), que dado su considerable peso poblacional, convierten las zonas de marjalería costeras en áreas con mayor riesgo potencial. Otras especies potencialmente vectoras como *Ae. vexans*, *An. atroparvus*, *An. claviger*, *Cx. modestus* o *Cx. theileri*, jugarían un rol secundario en la transmisión de dirofilariasis, manteniendo la enzootia entre los reservorios naturales de la enfermedad y transmitiéndola puntualmente al ser humano, sobre

todo en el caso de *Cx. modestus* y *Cx. theileri*, también presentes en las sierras del interior⁶⁻⁸, debido a su marcada antropofilia.

2.3. Dengue, Fiebre amarilla y Chikungunya

La posibilidad del inicio de ciclos de transmisión como ha ocurrido en otros países mediterráneos²³ no es posible obviarla. Esta afirmación, nos lleva a analizar los factores que han propiciado este tipo de situaciones en los distintos países europeos afectados, normalmente ligadas a la detección del denominado “mosquito tigre” (*Ae. albopictus*), el cual se ha adaptado a la perfección a los ambientes urbanos y periurbanos, incrementando de manera más que notable su contacto con el ser humano y, por tanto, el riesgo de transmisión de las enfermedades que es capaz de vehicular. En el caso de *Ae. aegypti*, la situación es significativamente distinta; fue una especie relativamente común en la Península Ibérica hasta mediados del s. XX^{54,55}. No obstante, actualmente se considera erradicada del territorio español, por lo que se cree que su presencia en el pasado era debida a continuas reintroducciones desde el norte de África⁵⁶; sin embargo, la colonización de nuestro territorio quedó vetada para *Ae. aegypti*, probablemente por la existencia de barreras bioclimáticas insalvables, a pesar de que en marzo de 2022 se encontraron dos larvas de esta especie en Fuerteventura, en las Islas Canarias, erradicándose en un corto periodo de tiempo e impidiendo su establecimiento⁵⁷.

Sin embargo, debemos enfatizar la presencia de especies endémicas capaces de transmitir estas arbovirosis en España. *Aedes vittatus* (Bigot, 1861), es una especie con capacidad constatada para transmitir tanto Chikungunya como Dengue^{58,59}, además de comportarse como un importante vector de la Fiebre amarilla en África tropical^{60,61}. Su presencia en sierras litorales, aunque con una abundancia relativa baja, conlleva que, afortunadamente, su potencial papel vectorial se desarrollaría en ambientes de tipo rural o salvaje, quedando el grueso de la población humana aislada de su influencia. Otro aspecto interesante a destacar, es que en nuestro caso, las capturas de *Ae. vittatus* siempre se produjeron asociadas a biotopos de origen antrópico como bidones, charcas de riego y abrevaderos para ganado, lo que aumenta sensiblemente las posibilidades de contacto entre vector y hospedador, a pesar de que su baja abundancia relativa mantiene las probabilidades de infección en rangos muy limitados. Por estos motivos, parece razonable plantear la necesidad de establecer un programa de vigilancia epidemiológica en torno a esta especie, sobre todo en ambientes rurales en expansión donde pueda producirse la afluencia de personas, por ejemplo, durante las campañas de recolección de productos agrícolas.

2.4. West Nile (virus del Nilo Occidental), Sindbis y Usutu

De acuerdo con la descripción y el análisis de sus características, el virus del Nilo Occidental constituye una de las arbovirosis con mayor potencialidad para el inicio y mantenimiento de ciclos de transmisión en los parques naturales estudiados⁶². Con respecto a las especies de culícidos con capacidad para vehicular el virus, destaca *Cx. pipiens* como principal agente transmisor de esta arbovirosis, sobre todo en el caso de los marjales y zonas húmedas, donde su elevada abundancia relativa global (50,24 %) le otorga un papel especialmente relevante. No obstante, la presencia de otras especies abundantes en estos enclaves, coadyuvaría de manera significativa en el mantenimiento secundario de la enzootia entre la población aviar (caso de *Cs. annulata* (0,49 %) o *Cx. modestus* (2,08 %)). En el caso de los humedales costeros, otra especie altamente antropofílica que se define como especialmente importante en materia de transmisión vectorial es *Oc. caspius* (29,05 %), que se comportaría como vector principal, dando como resultado una frecuencia de abundancia vectorial acumulada del 79,29 % en los marjales y zonas húmedas. En el caso de las sierras de interior y litorales, se observa una situación similar con *Cx. pipiens*, acaparando la mayor parte del potencial vectorial (abundancias relativas del 20,38 % y 19,84 % respectivamente), viéndose apoyado por especies como *An. atroparvus* (0,23 % solo en sierras de interior), *Cs. annulata* (0,65 % solo en sierras de interior) y *Cx. mimeticus* (6,14 % y 1,15 % respectivamente) en calidad de vectores secundarios⁷.

El análisis de la casuística del virus Sindbis, define de nuevo a los marjales y humedales como los principales escenarios de riesgo para la transmisión de esta arbovirosis. Una vez más, *Cx. pipiens* se erige como la especie con un rol vectorial principal, quedando apoyada por *Cx. modestus* como vector secundario de Sindbis en estos enclaves. Esta misma situación se repite en el caso de las sierras de interior, añadiendo a *Cx. theileri* al listado de vectores secundarios con capacidad para vehicular la enfermedad. No obstante, las bajas abundancias relativas globales de ambas especies (0,42 % y 0,01 % respectivamente), hacen pensar en un papel vectorial meramente accidental en comparación con la abundancia global de *Cx. pipiens*.

Con respecto a las especies de mosquitos con capacidad para vehicular el virus Usutu, *Cx. pipiens* vuelve a revelarse como el principal vector de transmisión, apoyado por otras especies en calidad de vectores secundarios como: *Cs. annulata* (capturada en los marjales y humedales costeros) y *Ae. vexans* (presente en las sierras de interior). No obstante, debido a la baja abundancia detectada (0,49 % y 0,16 % respectivamente)⁷ y su limitada distribución en el territorio de estudio⁶⁻⁸

el peso epidemiológico atribuido a estas especies quedaría ensombrecido por la abundancia, ubicuidad y plasticidad ecológica de *Cx. pipiens*, convirtiéndose en la principal fuente de infección en los parques naturales de la Comunidad Valenciana.

2.5. Tahyna, Batai e Inkoo

Atendiendo a los resultados de nuestro estudio, las especies que se postulan como más probables para el mantenimiento de la enzootia de Tahyna en los parques naturales valencianos, serían *An. maculipennis* s.s. y *Cs. annulata* (en las sierras de interior y los humedales) mientras que, debido a su tendencia antropofílica, las especies con capacidad para actuar como posibles puentes de transmisión hacia el ser humano serían *An. atroparvus*, *Cx. modestus*, *Cx. pipiens* y *Oc. caspius*. A la luz de estos datos, cabría esperar que las principales zonas de riesgo para el inicio y mantenimiento de la enzootia entre la población animal, fuesen las sierras de interior y los humedales. No obstante, la recurrente omnipresencia de especies como *Cx. pipiens* en nuestro territorio, jugaría un papel clave en los programas de seguimiento epidemiológico; más aún cuando se tiene constancia de la capacidad del virus Tahyna para infectar aves, anfibios y reptiles^{63,64} y, por tanto, de seguir rutas alternativas de infección que puedan derivar en casos clínicos humanos.

Con las características atribuidas al virus Batai, es factible pensar que no existe un riesgo real de transmisión para la población española, hecho secundado, si se compara la abundancia de las especies de mosquitos potencialmente vectoras (*An. claviger* y *Ae. vexans*) tanto en nuestro país como en la Comunidad Valenciana (0,32 % y 0,16 % de abundancia relativa global respectivamente)⁷.

Por último, atendiendo a las características anteriormente citadas y debido a la ausencia de las especies de mosquitos potencialmente vectores en territorio valenciano, parece totalmente improbable el inicio de ciclos de transmisión de Inkoo en los parques naturales valencianos o en otros puntos de nuestra geografía. No obstante, no debemos obviar los fenómenos de invasión biológica por parte de especies alóctonas, que continúan siendo una puerta de entrada posible para nuevos vectores y patógenos en nuestro país²¹.

2.6. Bacteriosis

Turalemia

Con respecto a la transmisión de tularemia, comentar el enorme potencial que presentan los parques naturales de la Comunidad Valenciana para el inicio de brotes epidémicos similares a los acaecidos en Castilla y León.

A pesar de que la legislación vigente restringe de forma considerable el desarrollo de actividades como la caza o la pesca en entornos naturales, es común el mantenimiento de actividades ganaderas y agrícolas tradicionales asociadas a la presencia de mosquitos y garrapatas en contacto con el ser humano. En nuestro caso, se detectaron 10 especies diferentes de mosquitos, siendo estas: *Ae. vexans*, *An. atroparvus*, *An. claviger*, *An. maculipennis s.s.*, *Cx. modestus*, *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*, *Oc. caspius*, *Oc. detritus* y *Ochlerotatus geniculatus* (Olivier, 1791), todas ellas con capacidad para actuar como potenciales vectores de transmisión. Bajo esta circunstancia, son las sierras de interior las que se definen como principales escenarios de riesgo, aunque la presencia de especies fuertemente antropófilas como *Oc. caspius* y *Oc. detritus* en los humedales, abre la puerta a posibles brotes epidémicos durante las épocas de mayor nivel poblacional de estas especies de mosquitos⁷.

CONCLUSIONES

Ante la evidencia del cambio climático, es necesario un enfoque que minimice los efectos de este fenómeno manteniendo una vigilancia continuada sobre los insectos vectores de enfermedades humanas. Se debe establecer una colaboración activa entre los profesionales entomólogos, climatólogos y epidemiólogos, de manera que trabajando conjuntamente en un rápido diagnóstico de los agentes involucrados, se pueda reducir el impacto de las alteraciones climáticas, sobre los mosquitos vectores, de forma que disminuyan las posibilidades de nuevas epidemias.

El establecimiento de muchos vectores en ambientes urbanos o suburbanos aconsejan la adopción de medidas de planificación urbana, incluyendo el acondicionamiento y mejora de las viviendas, de forma que se reduzca el contacto entre la población humana y los vectores.

El conocimiento de la distribución, biología y ecología de estos vectores es uno de los pilares principales para la prevención y control de posibles sucesos de emergencia o reemergencia de enfermedades vehiculadas por estos insectos.

El estudio de la relación entre vectores y agentes causales, la distribución de los primeros, y la incidencia de los últimos entre la población humana, se postulan como las herramientas más efectivas a la hora de prevenir y desenmascarar episodios arbovíricos ocultos entre la población animal y humana.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jiménez-Peydró R, Bernués-Bañeres A, Bueno Marí R, Chordá-Olmos FA. Vectores transmisores de enfermedades y cambio climático. En: Martí Boscá JV, director, et al. Cambio Global España 2020/50. Cambio climático y salud. Asturias: CCEIM-ISTAS-SESA. 2012. pp.164-88.
2. Githeko AK. et al. El cambio climático y las enfermedades transmitidas por vectores: un análisis regional. WHO. 2000; 78(9):1136-47.
3. Jitklang S, Sawangpro W, Kuvangkadiolk BV, Adler PH. Ecology of black flies (Diptera: Simuliidae) in streams of northern and southern Thailand: factors associated with larval and pupal distributions. Acta Trop. 2020; 204:105357. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105357>.
4. Rivers-Moore NA, Palmer RW. The influence of turbidity and water temperature on black fly species in the middle and lower Orange River, South Africa. Can. J. Zool. 2018; 96:614-21.
5. Bueno Marí R, Jiménez-Peydró R. Malaria en España: Aspectos entomológicos y perspectivas de futuro. Rev. Esp. Salud Pública. 2008; 82(5):467-79.
6. Bueno Marí R. Bioecología, diversidad e interés epidemiológico de los culicidos mediterráneos (Diptera: Culicidae). Tesis doctoral. Universitat de València. 2010. pp. 427. <http://hdl.handle.net/10550/23422>.
7. Bernués Bañeres A. Mosquitos (Diptera Culicidae) de los parques naturales de la Comunidad Valenciana. Tesis doctoral. Universitat de València. 2013. pp. 396. <http://hdl.handle.net/10550/32095>.
8. Chordá Olmos FA. Biología de mosquitos (Diptera: Culicidae) en enclaves representativos de la Comunidad Valenciana. Tesis doctoral. Universitat de València. 2014. pp. 550. <http://hdl.handle.net/10550/35297>.
9. Eritja R, Aranda C, Padrós J, Goula M, Lucientes J, Escosa R, Marqués E, Cáceres S. An annotated checklist and bibliography of the mosquitoes of Spain (Diptera: Culicidae). Eur. mosq. bull. 2000; 8:10-8.
10. Bueno Marí R, Bernués Bañeres A, Jiménez-Peydró R. Updated checklist and distribution maps of mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Spain. Eur. mosq. bull. 2012; 30:91-126.
11. Becker N, Petric D, Zgomba M, Boase C, Madon M, Dahl C, Kaiser A. Mosquitoes and their control. Second Edition, Springer. 2010.
12. Bueno Marí R, Jiménez-Peydró R. Crónicas del arroz, mosquitos y paludismo en España: el caso de la provincia de Valencia (S. XVIII-XX). Hisp. Rev. Esp. Hist. 2010; 236(70):687-708.
13. Gortázar C, Castillo JA, Lucientes J, Blanco JC, Arriolabengos A, Calvete C. Factors Affecting *Dirfilaria immitis* Prevalence in Red Boxes in Northeastern Spain. J. Wildl. Dis. 1994; 30(4):545-7.
14. Gortázar C, Villafuerte R, Lucientes J, Fernández Deluco D. Habitat related differences in helminth parasites of red foxes in the Ebro valley. Vet. Parasitol. 1998; 80:75-81.
15. Morchón R, Bargues MD, Latorre JM, Melero Alcibar R, Pou Barreto C, Mas Coma S, Simón F. Haplotype H1 of *Culex pipiens* implicated as a natural vector of *Dirofilaria immitis* in an endemic area of Western Spain. Vector Borne and Zoonotic Dis. 2007; 7:653-8.

16. Morchón R, Bargues MD, Latorre JM, Pou Barreto C, Melero Alcívar R, Moreno M, Valladares B, Molina R, Montoya Alonso JA, Mas Coma S, Simón F. Molecular characterization of *Culex theileri* from Canary Islands, Spain, a potential vector of *Dirofilaria immitis*. *Int. J. Clin. Exp. Pathol.* 2011; 5(3): 001. Disponible en: DOI: 10.4172/2161-0681.53-001.
17. Morchón R, Carretón E, González Miguel J, Mellado Hernández I. Heartworm disease (*Dirofilaria immitis*) and their vectors in Europe. *Front. Physiol.* 2012; 3(196):1-11.
18. Gubler DJ. The global emergence/resurgence of arboviral diseases as public health problems. *Arch. Med. Res.* 2002; 33:330-42.
19. Karabatsos N. International catalogue of arboviruses. (3rd ed.). San Antonio, Texas: American Society of Tropical Medicine and Hygiene. 1985. pp. 673-4.
20. Gubler DJ. Human arbovirus infections worldwide. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 2006; 951:13-24.
21. Bueno Marí R, Jiménez-Peydró R. La creciente amenaza de las invasiones biológicas de mosquitos sobre la salud pública española. *Enfermedades emergentes.* 2009; 11(1):30-5.
22. Bueno Marí R, Jiménez-Peydró R. Situación actual en España y eco-epidemiología de las arbovirosis transmitidas por mosquitos culicidas (Diptera: Culicidae). *Rev. Esp. Salud Pública.* 2010; 84:255-69.
23. Rezza G, Nicoletti L, Angelini R, Romi R, Finarelli AC, Panning M, Cordioli P, Fortuna C, Boros S, Magurano F, Silvi G, Angelini P, Dottori M, Ciufolini MG, Majori GC, Cassone A. Infection with Chikungunya virus in Italy: an outbreak in a temperate region. *Lancet.* 2007; 370:1840-6.
24. La Ruche G, Souarès Y, Armengaud A, Peloux Petiot F, Delaunay P, Desprès P, Lenglet A, Jourdain F, Leparç Goffart I, Charlet F, Ollier L, Mantey K, Mollet T, Fournier PJ, Torrents R, Leitmeyer K, Hilairet P, Zeller H, Van Bortel W, Dejour Salamanca D, Grandadam M, Gastellu Etchegorri M. First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France, September 2010. *Euro Surveill.* 2010; 15(39):2-6.
25. Ministerio de Sanidad y Política Social (MSPS). Enfermedades infecciosas importadas por turistas interraciales a los trópicos. 2008. pp. 264. Disponible en: <http://www.msc.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/promocion/migracion/docs/enfInflmpViajerosTropicos.pdf>.
26. Nash D, Mostashari F, Fine A, Miller J, O'leary D, Murray K, Huang A, Rosenberg A, Greenberg A, Sherman M, Wong S, Layton M. The outbreak of West Nile virus infection in the New York city area in 1999. *NEJM.* 2001; 344(24):1807-14.
27. Eldridge BF, Edman JD. *Medical entomology.* Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. 2000. pp. 659.
28. Domingo C, Collado X, Falcón A, Ledesma J, Negro A, Pozo F, Roiz D, Vázquez A, Vázquez S. Virus importados en nuestro ámbito sanitario: situación actual y riesgos de futuro. *Virología.* 2007; 12:7-35.
29. Mouchet J, Rageau J, Laumond C, Hannoun C, Beytout D, Oudar J, Corniou B, Chippaux A. Epidemiologie du virus West Nile: etude d'un foyer en Camargue. V. Le vecteur: *Culex modestus* Ficalbi (Diptera, Culicidae). *Annales de l'Institut Pasteur.* 1970; 118:839-55.
30. Hubálek Z, Kriz B, Menne B, Bertollini R. West Nile virus: Ecology, epidemiology and prevention. Unedited Technical Report of World Health Organization (WHO). 2003. pp. 32.
31. Norder H, Lundström JO, Kozuch O, Magnius LO. Genetic relatedness of Sindbis virus strains from Europe, Middle East and Africa. *Viol.* 1996; 222:440-5.
32. Bakonyi T, Gould EA, Kolodziejek J, Weissenböck H, Nowotny N. Complete genome analysis and molecular characterization of Usutu virus that emerged in Austria in 2001: comparison with the South African strain SAAR-1776 and other flaviviruses. *Viol.* 2004; 328:301-10.
33. Weissenböck H, Kolodziejek J, Url A, Lussy H, Rebel Bauder B, Nowotny N. Emergence of Usutu virus, an African mosquito-borne flavivirus of the Japanese Encephalitis virus group, Central Europe. *Emerg. Infect. Dis.* 2002; 8(7):652-6.
34. Chastel C, Anach A, Lay G, Le Guiguen C, Linn I, Hardy E, Hart R, Beaucournu JC. Arbovirus infections in small mammals in Armonique Park (Brittany) and around Exeter (Great Britain): comparative serological surveys. *Bulletin de la Société Française de Parasitologie.* 1985; 1:79-82.
35. Traavik T, Mehl R, Wiger R. Mosquito-borne arboviruses in Norway: further isolations and detection of antibodies to California encephalitis viruses in human, sheep and wildlife sera. *J. Hyg.* 1985; 94(1):111-22.
36. Yeruham I, Braverman Y, Yadin H, Chai D, Van Ham M, Tiomkin D, Frank D. Epidemiological investigations of outbreaks of bovine ephemeral fever in Israel. *Vet. Rec.* 2002; 151:117-21.
37. Danielova V. Relationships of mosquitoes to Tahyna virus as determinant factors of its circulation in nature. Prague: Academia Publishing House of the Czechoslovak Academy of Science. 1992. pp. 102.
38. Lundström JO. Vector competence of western European mosquitoes for arboviruses: A review of field and experimental studies. *Bulletin of the Society for Vector Ecology.* 1994; 19(1):43-8.
39. Hubálek Z, Zeman P, Halouzka J, Juricová Z, Stovícková E, Bálková H, Sikutová S, Rudolf I. Mosquito-borne viruses, Czech Republic, 2002. *Emerg. Infect. Dis.* 2005; 11(1):116-8.
40. Aspöck H. Stechmücken als Virusüberträger in Mitteleuropa. *Nova Acta Leopoldina.* 1996; 292:37-55.
41. Lundström JO. Mosquito-borne viruses in Western Europe: a review. *J. Vector Ecol.* 1999; 24(1):1-39.
42. Francy DB, Jaenson TGT, Lundström JO, Schildt EB, Espmark A, Henriksson B, Niklasson B. Ecologic studies of mosquitoes and birds as hosts of Ockelbo virus in Sweden, and isolation of Inkoo and Batai viruses from mosquitoes. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 1989; 41:355-63.
43. Medlock JM, Snow KR, Leach S. Possible ecology and epidemiology of medically important mosquito-borne arboviruses in Great Britain. *Epidemiol. Infect.* 2007; 135:466-82.
44. Brummer Korvenkontio M. Arboviruses in Finland. V. Serological survey of antibodies against Inkoo virus in human, cow, reindeer and wildlife sera. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 1973; 22:654-61.
45. Eiros Bouza JM, Hernández B, Labayru C, Vega T, Ruiz Cosín C. Tularemia: experiencia desde Castilla y León. En: Picazo, J., Bouza, E. (editores), *Infección 2002, 1ª edición.* 2002. pp. 243-66.
46. Petersen JM, Mead PS, Schriefer ME. Francisella tularensis: an arthropod-borne pathogen. *Vet. Res.* 2009; 40:07. Disponible en: DOI: 10.1051/vetres:2008045.

47. Christenson B. An outbreak of tularemia in the northern part of central Sweden. *Scand. J. Infect. Dis.* 1984; 16:285-90.
48. Eliasson H, Lindback J, Nuorti P, Areneborn M, Giesecke J, Tegnall A. The 2000 tularemia outbreak: a case control-study of risk factors in disease-endemic and emergent areas, Sweden. *Emerg. Infect. Dis.* 2002; 8:956-60.
49. Aldea Mansilla C, Nebreda T, García De Cruz S, Dodero E, Escudero R, Anda P, Campos A. Tularemia: una década en la provincia de Soria. *Enferm. Infecc. Microbiol. Clin.* 2010; 28(1):21-6.
50. Bueno Marí R, Jiménez-Peydró R. Study of the malariogenic potential of Eastern Spain. *Trop. Biomed.* 2012; 29(1):39-50.
51. Cuadros J, Calvente, MJ, Benito A, Arévalo J, Calero, MA, Segura J, Rubio JM. *Plasmodium ovale* Malaria Acquired in Central Spain. *Emerg. Infect. Dis.* 2002. 8(12):1506-8.
52. Olalla Peralta PS, Vázquez Torres MC, Latorres Fandós E, Mairal Claver P, Cortina Solano P, Puy Azón A, Adiego Sancho B, Leitmeyer K, Lucientes Curdi J, Sierra Moros MJ. First autochthonous malaria case due to *Plasmodium vivax* since eradication, Spain, October 2010. *Euro Surveill.* 2010; 15(41):2-4.
53. Bueno Marí R, Bernués Bañeres A, Chordá Olmos FA, Jiménez-Peydró R. Entomological surveillance in a recent autochthonous malaria area of Spain. *J. Vector Borne Dis.* 2012; 49:45-7.
54. Clavero G. Aedinos de España. *Rev. San. Hig. Pública.* 1946; 20:1205-32.
55. Rico Avelló C. Fiebre Amarilla en España (epidemiología histórica). *Rev. San. Hig. Pública.* 1953; 27:29-87.
56. Bueno Marí R, Bernués Bañeres A, Jiménez-Peydró R. Updated checklist and distribution maps of mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Spain. *Eur. mosq. bull.* 2012; 30:91-126.
57. Ministerio de Sanidad. Erradicación de *Aedes aegypti* en la isla de Fuerteventura. 2018. https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/Encuesta_Vigilancia_Entomologica.2018.pdf.
58. Mourya DT, Banerjee K. Experimental transmission of chikungunya virus by *Aedes vittatus* mosquitoes. *Indian J. Med. Res.* 1987; 86:269-71.
59. Mavale MS, Ilkal MA, Dhanda V. Experimental studies on the susceptibility of *Aedes vittatus* to dengue viruses. *Acta Virol.* 1992; 36:412-6.
60. Lewis DJ. Mosquitoes in relation to yellow fever in the Nuba Mountains Anglo-Egyptian Sudan. *Ann. trop. Med. parasitol.* 1943; 37:65-76.
61. Satti MH, Haseeb MA. An outbreak of yellow fever in the Southern Fung and Upper Nile province, Republic of the Sudan. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene.* 1966; 69:36-44.
62. Bernués Bañeres A, Bueno Marí R, Chordá Olmos FA, Jiménez-Peydró R. Factores de riesgo eco-entomológicos en la emergencia de arbovirosis en las zonas húmedas de la comunidad Valenciana. Valencia, España. *Bol. Malariol. Salud Ambient.* 2012; 2(2):257-67.
63. Simkova A. Tahyna virus in birds. *Acta Virol.* 1962; 6:190.
64. Aspöck H, Kunz C. Investigation of overwintering of Tahyna and Calovo viruses in amphibians and reptiles. *Zentralblatt für Bakteriologie.* 1971; 214:160-73.