

1. CAMBIO CLIMÁTICO, VECTORES Y ENFERMEDADES VECTORIALES

1.1 Introducción

Numerosas especies de artrópodos dependen casi en exclusiva de la presencia de hospedadores vertebrados sobre los que se alimentan, utilizando la sangre de estos hospedadores como fuente nutricional indispensable para su desarrollo, razón por la que son conocidos como 'artrópodos hematófagos'. Las especies de artrópodos hematófagos son muy numerosas pero desde el punto de vista de salud pública y sanidad animal los grupos más importantes son las garrapatas y los dípteros como mosquitos, jejenes, flebótomos, moscas o tábanos (Figura 1). La importancia de estos artrópodos en la salud de personas y animales está vinculada, por un lado, a la extracción de sangre (que en animales de pequeño tamaño puede provocar anemia severa) y, por otro lado, a la transmisión de agentes infecciosos causantes de enfermedades, por ejemplo malaria o fiebre amarilla, que ponen en riesgo la salud de personas y animales. Tanto la demografía de los vectores (distribución geográfica, densidad, periodos de actividad) como la epidemiología de las enfermedades que pueden transmitir (prevalencia, estacionalidad, brotes epidémicos) dependen en gran medida de que las condiciones ambientales reinantes en un territorio concreto sean apropiadas para la supervivencia de los vectores y de los hospedadores vertebrados sobre los que se alimentan. Por ello, los cambios en el clima observados en las últimas décadas tienen gran relevancia en la presencia y riesgo de transmisión de enfermedades vectoriales. Sin embargo, la influencia de las actividades humanas en los cambios en la distribución y demografía de hospedadores y vectores es probablemente más elevada, o al menos está mejor documentada, que la influencia de los cambios en el clima.

1.1.1 Grupos de vectores de relevancia en salud pública y sanidad animal: taxonomía, biología y ecología.

Las garrapatas son un grupo muy variado de especies hematófagas distribuidas en 3 familias: *Ixodidae* (garrapatas conocidas como 'duras'), *Argasidae* (garrapatas conocidas como 'blandas') y *Nuttalliellidae* (compuesta por una sola especie en África del sur). Actualmente se conocen más de 900 especies de garrapatas, la mayor parte (700) son garrapatas duras. Las garrapatas surgieron hace entre 65 y 146 millones de años, en el Cretácico, y se diversificaron y dispersaron por el mundo. Todas las especies son hematófagas y, por ello, dependen de la presencia de vertebrados. A pesar de que numerosas especies se han especializado en alimentarse de hospedadores concretos a lo largo de su evolución, una gran mayoría de especies son capaces de alimentarse sobre un amplio abanico de hospedadores. Las garrapatas presentan 4 fases de desarrollo: huevo, larva, ninfa y adulto. En las garrapatas duras sólo existe una etapa por fase del desarrollo, pero en las garrapatas blandas existen varias etapas consecutivas en fase de ninfa. Los huevos son depositados por las hembras alimentadas en nidos, madrigueras u oquedades o grietas de suelo, árboles, paredes o muros, y en ellos se desarrollan las larvas. Tras la eclosión las larvas deben alimentarse de la sangre de un hospedador para poder mudar a la siguiente fase, la de ninfa. Tras la muda las ninfas deben alimentarse en hospedadores para poder mudar a la fase de adulto. Los adultos están diferenciados sexualmente en machos y hembras; el sexo es indiferenciable en fases de larva y ninfa. Tras la reproducción y la repleción de las hembras con sangre del hospedador, éstas

depositan una cantidad grande de huevos (entre cientos y miles de huevos) que darán lugar a la siguiente generación. La duración de un ciclo de desarrollo de una generación suele ser variable, desde unos pocos meses hasta varios años según las condiciones. Las garrapatas han desarrollado estrategias de vida y alimentación diversas. Mientras las garrapatas blandas se alimentan de forma breve pero frecuente en sus hospedadores en los que apenas pasan algunos minutos, las garrapatas duras han desarrollado un sistema de alimentación continuado que dura de unos pocos días a semanas. Estas diferencias condicionan en gran medida la capacidad de dispersión geográfica de las diferentes especies ya que las garrapatas duras pueden ser transportadas largas distancias por sus hospedadores. Por otro lado algunas especies, tanto de garrapatas duras como de garrapatas blandas, se han adaptado a vivir en los nidos o madrigueras de sus hospedadores, de forma que permanecen en localizaciones estratégicas a las que los hospedadores acuden asiduamente y, con ello, la fuente de alimento está asegurada. Este comportamiento se conoce con 'endofilia' y a las garrapatas que lo muestran se las conoce como endófilas. Prácticamente todas las garrapatas blandas son endófilas, pero muchas especies de garrapatas duras se comportan también de forma endófila, por ejemplo las garrapatas duras del conejo *Haemaphysalis hispanica* y *Rhipicephalus pusillus*. Un gran número de especies de garrapatas duras buscan de forma activa a los hospedadores sobre los que alimentarse, lo que se conoce como 'exofilia'. Para ello las garrapatas exófilas ascienden a la vegetación y quedan a la espera de un hospedador de paso (estrategia de emboscada) o bien permanecen escondidas en oquedades o grietas y ante estímulos de presencia de hospedadores (movimiento, concentración de CO₂) salen de forma activa en busca del hospedador (estrategia de caza).

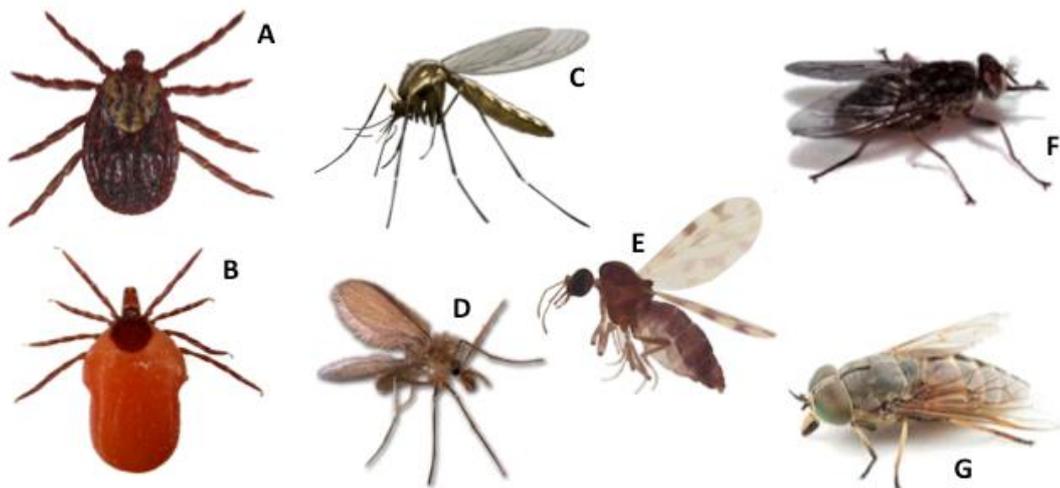


Figura 1.- Imágenes de los diferentes grupos de artrópodos hematófagos de relevancia en salud pública y sanidad animal, incluyendo garrapatas (A: hembra de *Dermacentor marginatus*; B: hembra alimentada de *Ixodes ricinus*), mosquitos (C), flebótomos (D), jejenes del género *Culicoides* (E), mosca tse-tse (F) y tábano (G).

Los dípteros son artrópodos pertenecientes al orden Diptera que poseen un par de alas funcionales (membranosas) mientras que las alas posteriores se han reducido a estructuras estabilizadoras del vuelo. Esto les confiere, a diferencia de las garrapatas, la capacidad de volar y dispersarse en busca de alimento. De las aproximadamente 150.000 especies de dípteros conocidas más de 7.000 son hematófagas. El ciclo de vida de los dípteros consta de 4

fases: huevo, larva, pupa y adulto. Las larvas se desarrollan sin intervención de los hospedadores y son sólo los adultos, en algunos grupos sólo las hembras, las que necesitan alimentarse de sangre para completar el desarrollo de los huevos. El grupo más numeroso y quizás el más importante de dípteros desde el punto de vista de salud pública son los mosquitos. Los mosquitos son dípteros de la familia Culicidae y actualmente se conocen más de 3.500 especies repartidas en 39 géneros. Los géneros más importantes por su relevancia epidemiológica son *Culex*, *Aedes* y *Anopheles*. Los mosquitos poseen un cuerpo delgado y patas largas y presentan entre sus piezas bucales una larga probóscide que usan como estilete para perforar la piel de sus hospedadores y absorber la sangre. El desarrollo de las larvas tiene lugar en ambientes acuáticos, por lo que tanto hospedadores como presencia de agua son indispensables para que haya mosquitos en un lugar concreto. Los machos adultos no son hematófagos y se alimentan de azúcares de plantas, por lo que son únicamente las hembras las que pican a vertebrados. Las hembras producen lotes de huevos tras alimentarse y una hembra puede llegar a poner varios lotes de huevos en su fase adulta. El desarrollo de todo el ciclo suele ser de duración variable pero habitualmente más corto que en el caso de las garrapatas. Otro grupo importante de dípteros hematófagos son los jejenes del género *Culicoides* (familia Ceratopogonidae). Se conocen más de 1.000 especies de culicoides. Son dípteros de tamaño muy pequeño, 1 a 3 mm y, al igual que los mosquitos, solo las hembras se alimentan de sangre. Las fases larvarias se desarrollan en diferentes ambientes pero no todas las especies dependen de la presencia de agua, aunque sí de humedad. Otro grupo importante de dípteros vectores de agentes infecciosos son los flebotomos, de los cuales se conocen más de 130 especies del género *Phlebotomus* (presentes en el Viejo Mundo) y más de 450 del género *Lutzomyia* (presentes en el Nuevo Mundo). Estos dípteros son pequeños (1,5-3 mm) y presentan gran cantidad de pelos en su superficie. Las hembras alimentadas depositan lotes de unas decenas de huevos en ambientes ricos en materia orgánica y húmedos como grietas, hendiduras entre rocas, árboles, etc., donde se desarrollan las larvas. Otros grupos de dípteros que pueden actuar como vectores de agentes infecciosos en vertebrados son las moscas negras (familia Simuliidae; más de 1.000 especies), las moscas tse-tse (familia Glossinidae; más de 30 especies) y los tábanos (familia Tabanidae, más de 1.000 especies).

1.1.2 Relevancia e impacto sanitario de los vectores: enfermedades transmitidas por vectores.

Los artrópodos hematófagos son importantes porque son capaces de transmitir agentes infecciosos entre hospedadores durante el proceso de alimentación. Existe un número muy extenso de agentes infecciosos, incluyendo micro-parásitos como virus, bacterias o protozoos y macro-parásitos como nematodos (vermes), que pueden ser transmitidos por vectores artrópodos. El abanico de hospedadores de estos patógenos puede ser limitado (sólo una especie como en el caso de *Plasmodium falciparum*, uno de los agentes causales de la malaria humana) o múltiples especies (por ejemplo el virus de la lengua azul que se replica en un gran número de especies de rumiantes como ovejas, cabras, vacas, ciervos o gacelas). Un gran número de estos agentes infecciosos son capaces de infectar tanto a personas como a animales y las enfermedades que provocan son conocidas como 'enfermedades zoonóticas'. Los vectores actúan de hospedadores intermediarios en la transmisión de estos agentes infecciosos zoonóticos entre animales y personas sin la necesidad de que animales y personas se crucen en el camino. Esto confiere un enorme potencial a los vectores de transmitir agentes infecciosos porque son capaces de mantenerlos infectivos a lo largo de toda su vida e, incluso,

mantenerlos entre diferentes generaciones. Los vectores hematófagos pueden bien ser capaces de adquirir, reproducir y transmitir un agente infeccioso - conocido como vector competente - o bien puede transmitir el agente infeccioso entre hospedadores al mantenerlo infeccioso en sus piezas bucales sin que este llegue a reproducirse - conocido en este caso como vector mecánico.

Las enfermedades transmitidas por vectores (ETV) son más del 17% del total de las enfermedades infecciosas humanas del mundo y causan la muerte a más de 700.000 personas anualmente según la Organización Mundial de la Salud (OMS), un valor probablemente estimado a la baja. Cientos de millones de personas en el mundo están afectados por ETV, lo que implica graves consecuencias para la salud y el bienestar de estas personas. Las ETV lastran la economía en países en vías de desarrollo, especialmente en zonas tropicales del planeta. Los vectores de mayor relevancia en sanidad animal, es decir, transmisores de agentes infecciosos causantes de enfermedades en animales, son las garrapatas. Estas pueden transmitir agentes como el virus de la peste porcina africana que afecta a cerdos y jabalíes, *Anaplasma marginale* - causante de la anaplasmosis bovina - o difentes especies de piroplasmas - *Theileria* y *Babesia* spp. - causantes de las piroplasmosis animales, entre muchos otros. También son vectores importantes de agentes infecciosos zoonóticos como el virus de la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo, el virus de la enfermedad del bosque de Kyasanur (en la India) o el virus de la encefalitis transmitida por garrapatas, entre muchos otros agentes infecciosos. Mientras, los mosquitos son el grupo de vectores que mayor número de agentes infecciosos transmiten a las personas. Enfermedades como la malaria, el dengue, la fiebre amarilla, la encefalitis por virus West Nile o la encefalitis japonesa son enfermedades con gran impacto en la salud pública en países de climas tanto tropicales como templados y en países tanto desarrollados como en vías de desarrollo. Los jejenes del género *Culicoides* son vectores de enfermedades de gran impacto en la sanidad de las especies ganaderas, por ejemplo la lengua azul - ovino, bovino y caprino, la enfermedad de Schmallerberg - ovino principalmente, la enfermedad epizootica hemorrágica del ciervo o la peste equina africana. Numerosas enfermedades transmitidas por vectores dependen en gran medida de la presencia y la densidad de vectores al igual que de la comunidad de vectores en hábitats concretos, características enormemente influenciadas por clima y hospedadores.

1.2 Efectos del cambio climático sobre la dinámica poblacional de vectores artrópodos y las enfermedades transmitidas por vectores

Los artrópodos hematófagos pasan la mayor parte de su vida sin relación con los vertebrados sobre los que se alimentan y durante este tiempo están altamente expuestos a las condiciones ambientales reinantes (Figura 2). A gran escala espacial, las condiciones climáticas influyen enormemente en la distribución geográfica de las especies de artrópodos hematófagos. Aquellas especies adaptadas a climas húmedos y templados han evolucionado para desarrollar su ciclo de vida en esas condiciones. Por ejemplo, *Ixodes ricinus* es una especie de garrapata que está adaptada a vivir y reproducirse a niveles elevados de humedad relativa y a temperaturas templadas, lo que determina que en la península ibérica sólo sea abundante en el tercio norte peninsular, es decir, en zonas de clima atlántico húmedo. En climas mediterráneos, *I. ricinus* únicamente aparece en sitios localmente húmedos y en épocas con temperaturas templadas como la sierra de San Vicente en el norte de la provincia de Toledo o

en algunos valles húmedos de los Montes de Toledo o de Sierra Morena en Castilla La Mancha, donde sólo están activas a baja densidad en otoño-invierno. En cambio, especies de garrapatas más adaptadas a climas secos, como *Hyalomma lusitanicum* o *Rhipicephalus bursa*, son abundantes en climas mediterráneos ibéricos pero están ausentes en zonas de clima atlántico predominante en la Península.

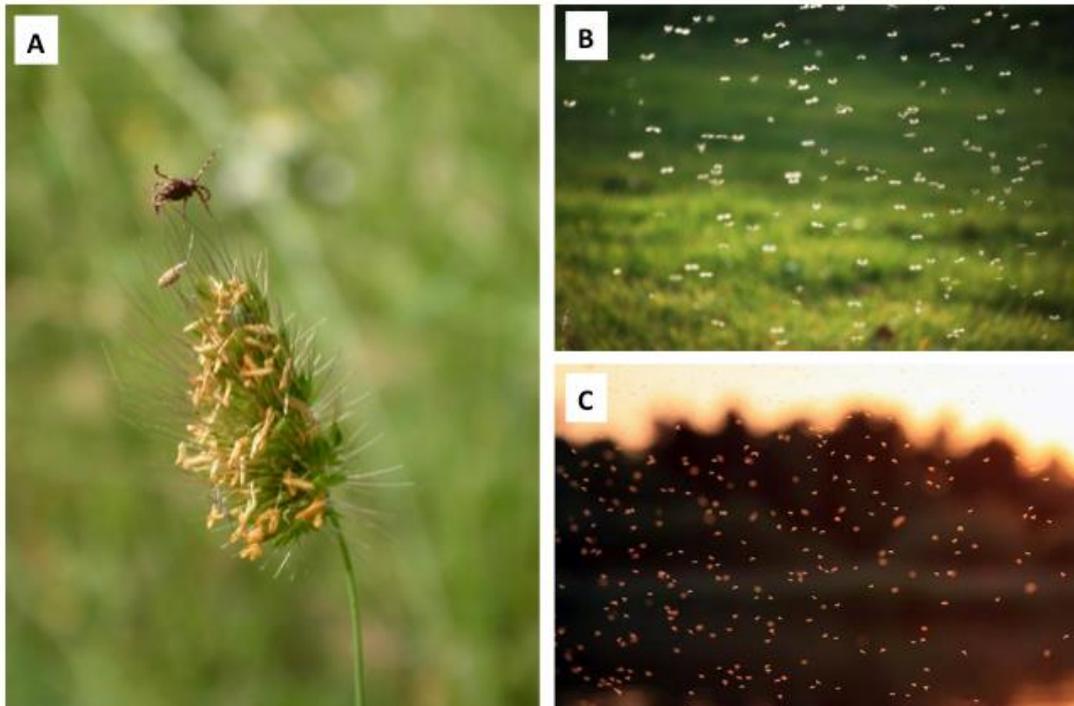


Figura 2. Imágenes de vectores en búsqueda activa de hospedadores (A: garrapata encaramada a la vegetación; B: mosquitos volando; C: jejenos en vuelo) expuestos a las condiciones climáticas reinantes (insolación, temperatura, desecación, viento).

Las condiciones climáticas limitan de esta forma la presencia de algunos vectores y limitan igualmente la distribución geográfica de los agentes patógenos infecciosos que portan. Por ejemplo, durante las epidemias de lengua azul que afectaron a la península ibérica en la primera década del siglo XXI aquellas zonas de Castilla La Mancha que ambientalmente eran apropiadas para el principal vector, *Culicoides imicola*, como el suroeste de la provincia de Ciudad Real, sufrieron brotes de lengua azul mientras zonas ambientalmente inadecuadas para *C. imicola*, como Albacete, Cuenca y Guadalajara, no se vieron afectadas (Figura 3). Sin embargo, es importante resaltar que el clima no es el único determinante de la presencia de especies específicas de vectores ya que la presencia y densidad de hospedadores dentro de zonas climáticas apropiadas (óptimas o marginales) para el vector determinan en gran medida la densidad de vectores y, de ese modo, influyen notablemente en la aparición y dispersión de las enfermedades que transmiten (Figura 4). Zonas climáticamente aptas para especies concretas de vectores pero inapropiadas para sus hospedadores principales, es decir, con densidades bajas de estos hospedadores, tendrán un riesgo mucho más bajo de sufrir enfermedades transmitidas por vectores que zonas con densidades de hospedadores más elevadas. Por otro lado, la demografía (distribución geográfica, densidad) de las poblaciones de hospedadores vertebrados está altamente influenciada por las actividades humanas como la

ganadería, la agricultura o la caza que son capaces, independientemente de los efectos del clima, de modificar las condiciones ambientales en favor o detrimento de unas u otras especies de hospedadores de vectores.



Figura 3. Distribución geográfica de brotes (puntos) y zonas de restricción (áreas sombreadas en verde claro - 2004 - y verde más oscuro - 2005) de movimientos de rumiantes en España tras los brotes ocasionados por el serotipo 4 del virus en 2004 (puntos azules) y en 2005 (puntos amarillos); Fuente datos: MAPAMA; Imagen original autor.

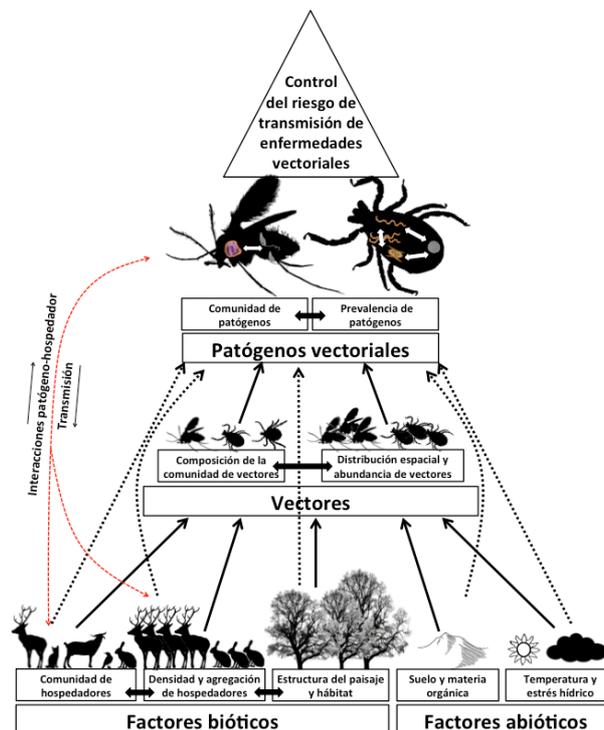


Figura 4. Esquema sintetizado del funcionamiento de los sistemas vector-hospedador-patógeno y los factores que influyen en la demografía poblacional de los vectores artrópodos (flechas de línea continua) y en el riesgo de transmisión de patógenos (flechas de línea punteada) con la finalidad de desarrollar sistemas eficaces de control del riesgo de transmisión de enfermedades vectoriales. Fuente: original autor.

En Castilla La Mancha, especialmente en la mitad oeste, las actividades cinegéticas constituyen una actividad económica importante. Las zonas de monte mediterráneo son muy adecuadas para especies de ungulados cinegéticos como el ciervo o el jabalí, y las zonas agrícolas y de monte bajo son muy aptas para especies de caza menor como el conejo, la liebre o la perdiz roja. En estas zonas las actividades humanas destinadas al aprovechamiento de estas especies cinegéticas (alimentación artificial puntual o durante todo el año, suministro de agua, restricción de movimientos mediante la instalación de vallados) han propiciado cambios demográficos notables, especialmente visibles en especies de caza mayor. Las elevadas densidades de ungulados que se dan en algunas explotaciones (fincas) cinegéticas proporcionan una mayor disponibilidad de hospedadores donde los vectores se alimentan, lo que promueve que las densidades de algunas especies de vectores sean muy altas (Ruiz-Fons et al., 2006, 2013). Estas densidades elevadas propician a su vez la transmisión de patógenos, bien porque se potencian las tasas de transmisión de estos patógenos entre vector y hospedador, bien porque aumenta el número de vectores infectados capaces de transmitir agentes patógenos al aumentar la densidad de vectores. En los últimos años numerosos estudios han demostrado el papel que el aumento de densidad de ciervo y corzo en Europa tiene sobre la tendencia creciente de las densidades de *I. ricinus* (Ruiz-Fons y Gilbert, 2010; Ruiz-Fons et al., 2012) y este efecto, aunque aún no constatado, es esperable que sea igual en otras especies de garrapatas que se alimentan sobre ungulados cinegéticos (Ruiz-Fons et al. 2006).

Como se ha comentado anteriormente, determinar el peso que las condiciones climáticas y el cambio en las mismas tienen sobre la distribución y densidad de vectores en zonas con gran influencia de actividad humana es complejo debido a los efectos derivados de estas actividades. Sin embargo, en zonas con menor influencia humana en los hospedadores se vienen observando cambios en la distribución de algunas especies de vectores y de los patógenos que transmiten. Por ejemplo, la distribución de *I. ricinus* en Suecia ha experimentado una expansión notable hacia el norte propiciada por condiciones climáticas más favorables para la supervivencia de la especie, especialmente el aumento de las temperaturas invernales que mejora la capacidad de supervivencia invernal de esta especie (Lindgren et al. 2000; Figura 5). Es esperable, pero no fuertemente evidente, que especies de garrapatas presentes en zonas del sur encuentren nichos ambientales más apropiados en el norte y, de hecho, aparecen ejemplares de garrapatas del género *Hyalomma* en la provincia de Vitoria, en el País Vasco, donde hace 10-20 años no se hallaban. En un estudio realizado en la península ibérica demostramos cómo los cambios climáticos previstos en la temperatura según modelos de cambio climático propiciarían la expansión geográfica de las zonas ambientalmente apropiadas para *C. imicola*, propiciando con ello una expansión en el futuro de las zonas de la península que podrían sufrir brotes de lengua azul asociados a este vector (Acevedo et al., 2010). Ahora bien, los modelos muestran cambios en la expansión geográfica pero no grandes cambios, sino que más bien identificaban que las condiciones ambientales serán más apropiadas para *C. imicola* allá donde la especie ya está presente, es decir, habrá mayor densidad de *C. imicola* donde actualmente está presente. Es importante resaltar que son escasos, tanto a escala de la península ibérica como a escala global, los estudios que monitoricen poblaciones de vectores en series temporales lo suficientemente amplias como para poder observar variaciones demográficas asociadas a cambios climáticos, lo que unido a la influencia de las actividades humanas sobre los hábitat de los vectores y sobre sus

hospedadores, condicionan en gran medida las evidencias existentes del cambio climático sobre los vectores (Ogden y Lindsay, 2016).

Castilla La Mancha es una región diversa en cuestión de hábitats y relativamente homogénea climáticamente debido a un clima mediterráneo continental predominante que determina inviernos fríos, veranos muy cálidos y una variación interanual y estacional muy grande en las precipitaciones. Diversas especies de vectores artrópodos hematófagos están presentes en la región y, con ellos, y una gran diversidad de hospedadores sobre los que alimentarse la diversidad de agentes infecciosos que portan también es grande (de la Fuente et al., 2004; Fernández-de-Mera et al., 2013; Durán-Martínez et al., 2013). Sin embargo, a pesar de la aparente homogeneidad climática, existen diferencias lo suficientemente grandes en el clima entre regiones como para determinar patrones claros de distribución de diferentes especies de vectores que condicionan la distribución geográfica de los patógenos que transmiten (Durán-Martínez, 2012).

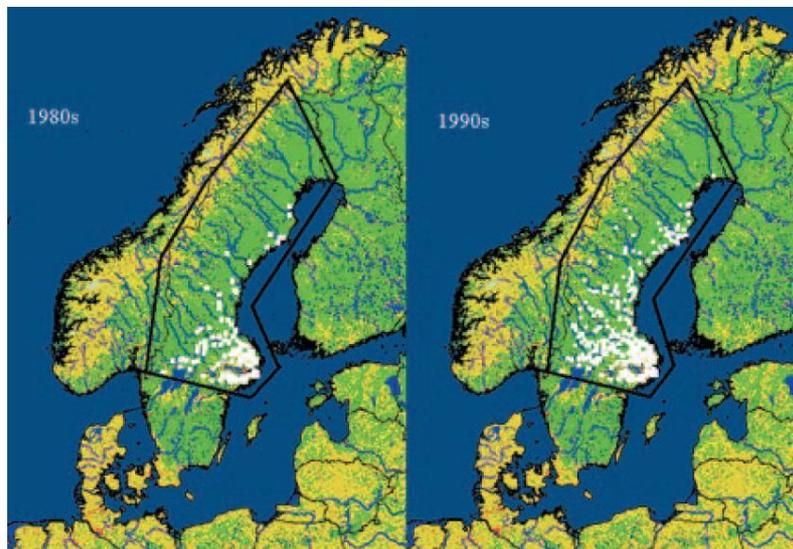


Figura 5. Mapas de distribución geográfica de *Ixodes ricinus* en Suecia en los que se puede apreciar una clara expansión hacia el norte entre las décadas de 1980 y 1990 relacionada con cambios en el clima, especialmente con el aumento de las temperaturas medias invernales. Fuente: Lindgren et al. (2000)

Numerosos agentes infecciosos víricos y bacterianos circulan de forma endémica en las poblaciones castellano-manchegas de garrapatas y dípteros, como el virus West Nile, el virus de la lengua azul, el virus de Schmallenber, el virus de Usutu, *Theileria annulata*, *Babesia* spp., *A. marginale*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Rickettsia slovaca*, *R. conorii*, *R. raoultii* o *Coxiella burnetii*. Recientemente se ha detectado la presencia de un agente vírico de origen africano en ejemplares de *Hyalomma lusitanicum* en el noroeste de la provincia de Toledo, el virus de la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo (vFHCC). Este virus originario del continente africano y de Oriente Medio (Pakistán, Irán, Irak) es vehiculado por la picadura de diferentes garrapatas del género *Hyalomma*. En la península ibérica no se había detectado ningún caso clínico ni se habían realizado estudios de su presencia hasta el año 2010 en que se detectó en *Hyalomma lusitanicum* recolectadas sobre ciervo en la provincia de Cáceres. Un 3,5% de las 9.000 garrapatas analizadas en 2016-2017 estaban infectadas con este virus. Los

análisis genéticos de estos virus de garrapatas y del virus que causó los únicos dos casos de la enfermedad en personas en España en 2016 mostraron que se trata de cepas virales filogenéticamente más próximas a las cepas africanas que a las cepas circulantes en Oriente Medio, Turquía o los Balcanes. Esto demuestra que el virus ha sido introducido recientemente en la península ibérica y que ha sido capaz de encontrar hospedadores apropiados en los que replicarse diferentes a los hospedadores originales africanos y también vectores apropiados; la distribución geográfica de especies del género *Hyalomma* en el sur y oeste de la Península es muy amplia y su densidad elevada. En este caso particular la expansión del vFHCC hacia el norte desde el continente africano y su adaptación a zonas diferentes a aquellas en las que evolucionó está probablemente vinculada a la creación de ambientes propicios para las poblaciones de vectores locales a las que el virus ha sido capaz de adaptarse y al transporte frecuente de garrapatas infectadas a través de aves migratorias procedentes de África. ¿En qué medida han contribuido la expansión geográfica y demográfica de ciervo, corzo y jabalí, principales hospedadores silvestres de adultos de *Hyalomma* en la península ibérica, en el establecimiento de este virus? ¿Y en qué medida contribuye el cambio en el clima de la Península en las poblaciones de vectores de este virus? Estas dos cuestiones no tienen, desafortunadamente, respuesta porque no existen series de datos temporales en las que podamos estimar cambios en las poblaciones de *Hyalomma* en relación a cambios en el clima. Sin embargo, la influencia del ser humano en la introducción de especies de vectores es muy clara y existen numerosos ejemplos, muchos más que ejemplos claramente relacionados con variaciones climáticas. La introducción de *Aedes albopictus*, el mosquito tigre, en España se produjo a partir del transporte de mercancías procedentes de zonas tropicales que contenían ejemplares vivos. De forma paulatina pero constante las introducciones por el comercio de productos de zonas tropicales junto con la presencia de unas condiciones climáticas apropiadas (humedad relativa elevada y temperaturas cálidas durante prácticamente todo el año) han llevado a la expansión de *A. albopictus* por todo el litoral mediterráneo español en cuestión de unos pocos años. Recientemente se ha postulado que los movimientos humanos en vehículos particulares han propiciado la expansión de esta especie en el litoral este español, demostrando de nuevo que las actividades humanas tienen un peso potencial mayor en la introducción de vectores y ETV que los cambios climáticos.

1.3 Previsión de futuro

Las predicciones de cambio climático auguran cambios negativos en el régimen de precipitaciones y positivos en las temperaturas medias anuales (perceptible para todos aquellas personas con más de 30 años de vida) en las próximas décadas en Castilla La Mancha. Los efectos de estos cambios no tendrán sólo repercusión sobre las poblaciones de vectores - en forma de condiciones más o menos apropiadas para unas y otras especies endémicas o para potenciales especies introducidas por actividades humanas - sino que además influirán de forma indirecta en las poblaciones de vectores y en la dinámica de las ETV a través de cambios en las actividades humanas (agricultura, ganadería y caza) y en las especies de hospedadores. Predecir la capacidad adaptativa de las especies de vectores presentes en Castilla La Mancha es difícil porque no tenemos evidencias científicas previas de cómo estos vectores van a responder a dichos cambios. Es esperable que especies altamente plásticas en selección de hábitats y hospedadores, es decir, especies generalistas, se adapten mejor que especies más especialistas y que por lo tanto se reduzca la diversidad de vectores

en ausencia de nuevas introducciones. Especies de vectores presentes en el norte de África podrían paulatinamente ir ocupando el nicho libre dejado por las especies endémicas actuales y con ello no existirían cambios en la diversidad sino una sustitución de unas comunidades de vectores por otras. La repercusión de estos cambios en las ETV es harto difícil de predecir porque además de la influencia de cambios en vectores y hospedadores debemos contar con los avances científicos y tecnológicos que mejoren la prevención de ETV en personas y animales. Actualmente España es una zona de elevado riesgo para la introducción de algunas enfermedades vectoriales de gran impacto en la salud de personas y animales. Una de ellas es la fiebre del valle del Rift que en los últimos años circula en países saharianos como Mauritania. Es una enfermedad vírica con elevada mortalidad en rumiantes y además es una zoonosis, razón por la cual su introducción podría tener graves consecuencias para la economía de Castilla La Mancha y la salud de los castellano-manchegos. Otra, igual o más grave para la salud de las personas que la fiebre del valle del Rift es la encefalitis japonesa. El virus causal se replica en garzas y en cerdos/jabalíes y se transmite por mosquitos del género *Culex*. Castilla La Mancha tiene las condiciones apropiadas para que estos virus se establezcan causando un grave impacto en la región. Las actividades humanas son tan amplias y el comercio de bienes está tan globalizado que actualmente es fácil pensar que la introducción de enfermedades vectoriales entre zonas muy lejanas del planeta es factible.

1.4. Soluciones. Medidas de adaptación y mitigación

Un aspecto indispensable para poder hacer predicciones lo más precisas posibles en el futuro es recolectar datos en el presente y hacerlo de forma constante estableciendo programas apropiados de monitorización de vectores, hospedadores, agentes patógenos y condiciones climáticas. Sin estos datos será imposible predecir con la más mínima exactitud ningún cambio futuro más allá de meras conjeturas.

La investigación científica enfocada al estudio de los factores que determinan la presencia, densidad y diversidad de vectores de relevancia en salud pública y sanidad animal es esencial para aportar soluciones eficientes y de coste razonable y asumible por la Sociedad. La evaluación científica de la aplicación de medidas existentes o de nuevas medidas enfocadas al control de las poblaciones de vectores o de los agentes infecciosos podrá aportar grandes beneficios para la prevención de ETV en el presente y en el futuro, pero para ello es necesario invertir en investigación científica.

1.5 Visión del autor. Reflexión

Las enfermedades transmitidas por vectores han sido tradicionalmente consideradas de poca importancia en salud pública en España y, particularmente, en Castilla La Mancha desde la erradicación de la malaria a mediados del siglo XX. En cambio, en sanidad animal tanto vectores como enfermedades transmitidas por vectores han sido siempre más tenidas en cuenta por el impacto sobre la productividad de las especies ganaderas, pero el desarrollo de herramientas de control apropiadas para estas enfermedades o para prevenir la picadura de los vectores (acaricidas, repelentes, antibióticos, antivirales, vacunas) han reducido la relevancia de estas enfermedades en las últimas décadas. Sin embargo, la aparición de nuevos vectores y de enfermedades emergentes de importancia tanto en salud pública como en sanidad animal han puesto en alerta a las autoridades y actualmente existe algo más de preocupación por

conocer los riesgos. Ejemplos como la introducción del virus de la lengua azul en Europa y su establecimiento definitivo como patógeno transmitido por vectores autóctonos, o como el reciente descubrimiento del virus de la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo en España y su expansión en el Mediterráneo este, demuestran que es actualmente más necesario que nunca estar alerta y monitorizar de forma exhaustiva tanto vectores como hospedadores y agentes patógenos si queremos estar preparados para luchar contra eventuales enfermedades vectoriales emergentes. Esto sólo puede enfocarse desde un punto de vista científico que permita realizar predicciones y proponer potenciales soluciones al tiempo que se minimiza el coste económico de las mismas y se reduce el coste económico de la introducción y expansión de estas enfermedades, de lo cual dan buenas cuentas los costes de los brotes de lengua azul, de encefalitis por West Nile y de muchas otras enfermedades vectoriales emergente en Europa y en el mundo.

1.6 Bibliografía

ACEVEDO P, RUIZ-FONS F, ESTRADA R, MÁRQUEZ AL, MIRANDA MA, GORTÁZAR C & LUCIENTES J (2010) A broad assessment of factors determining *Culicoides imicola* abundance: modeling the present and forecasting its future in climate change scenarios. PLoS One 5: e14236.

DURÁN-MARTÍNEZ M, FERROGLIO E, ACEVEDO P, TRISCIUOGLIO A, ZANET E, GORTÁZAR C & RUIZ-FONS F (2013) *Leishmania infantum* (Trypanosomatida: Trypanosomatidae) phlebotomine sand fly vectors in continental Mediterranean Spain. Environmental Entomology 42: 1157-1165.

DURÁN-MARTÍNEZ M (2012) Distribución, abundancia y composición de la comunidad de dípteros hematófagos vectores de enfermedades en Castilla - La Mancha: riesgos para la salud pública y la sanidad animal. Tesis Doctoral, Universidad de Castilla - La Mancha, 199 pp.

FERNÁNDEZ-DE-MERA IG, RUIZ-FONS F, DE LA FUENTE G, MANGOLD AJ, GORTÁZAR C & DE LA FUENTE J (2013) Spotted fever group Rickettsiae in questing ticks, central Spain. Emerging Infectious Diseases 19: 1163-1165

LINDGREN E, TÄLLEKLINT L & POLFELDT T (2000) Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. Environmental Health Perspectives 108: 119-123.

OGDEN NH & LINDSAY LR (2016) Effects of climate and climate change on vectors and vector-borne diseases: ticks are different. Trends in Parasitology 32: 646-656.

RUIZ-FONS F, FERNÁNDEZ-DE-MERA IG, ACEVEDO P, HÖFLE U, VICENTE J, DE LA FUENTE J & GORTÁZAR C (2006) Ixodid ticks parasitizing Iberian red deer (*Cervus*

elaphus hispanicus) and European wild boar (*Sus scrofa*) from Spain: Geographical and temporal distribution. *Veterinary Parasitology* 140: 133-142.

RUIZ-FONS F & GILBERT L (2010) The role of deer as vehicles to move ticks, *Ixodes ricinus*, between contrasting habitats. *International Journal for Parasitology* 40: 1013-1020.

RUIZ-FONS F, FERNÁNDEZ-DE-MERA IG, ACEVEDO P, GORTÁZAR C & DE LA FUENTE J (2012) Factors driving the abundance of *Ixodes ricinus* ticks and the prevalence of zoonotic *I. ricinus*-borne pathogens in natural foci. *Applied and Environmental Microbiology* 78: 2669.

RUIZ-FONS F, ACEVEDO P, SOBRINO R, VICENTE J, FIERRO Y & FERNÁNDEZ-DE-MERA IG (2013) Sex-biased differences in the effects of host individual, host population and environmental traits driving tick parasitism in red deer. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 3: 23.