



# ENFERMEDADES DE ORIGEN BACTERIANO TRANSMITIDAS POR VECTORES

Laura Silva López

Trabajo Final de Grado



**Universidad de Sevilla**

**Facultad de Farmacia**

**Trabajo Fin de Grado**

**Grado en Farmacia**

**Título: Enfermedades de origen bacteriano transmitidas por vectores**

**Estudiante: Laura Silva López**

**Departamento Microbiología**

**Tutora del trabajo: Encarnación Mellado Durán**

**Trabajo Fin de Grado de carácter bibliográfico**

## ÍNDICE

1. Resumen
2. Introducción
3. Objetivos
4. Metodología
5. Resultados y discusión
  - 5.1. Descripción de las principales enfermedades transmitidas por vectores
    - 5.1.1. Enfermedades transmitidas por garrapatas
    - 5.1.2. Enfermedades transmitidas por piojos
    - 5.1.3. Enfermedades transmitidas por pulgas
    - 5.1.4. Otras enfermedades transmitidas por vectores
  - 5.2. Epidemiología
    - 5.2.1. Incidencia de la peste
    - 5.2.2. Incidencia de la enfermedad de Lyme
    - 5.2.3. Incidencia de la fiebre recurrente epidémica
    - 5.2.4. Incidencia de la fiebre recurrente endémica
    - 5.2.5. Incidencia de la tularemia
    - 5.2.6. Incidencia de la fiebre de las montañas rocosas
    - 5.2.7. Incidencia de otras rickettsiosis
    - 5.2.8. Incidencia de la fiebre de las trincheras
    - 5.2.9. Incidencia en España
6. Conclusiones
7. Bibliografía

## 1. RESUMEN

Las enfermedades bacterianas transmitidas por vectores son un problema creciente en nuestra sociedad. En los últimos años se ha observado un aumento de la población tanto de garrapatas como de pulgas y mosquitos que, unido a la globalización y viajes internacionales, está llevando a la expansión de enfermedades a nuevas áreas geográficas.

La dificultad de diagnóstico de estas enfermedades junto con la falta de recursos para tratarlas en países en desarrollo dan lugar a un elevado número de casos sin tratamiento y convierten a los enfermos en reservorios para la bacteria. Ante esta situación están comenzando a desarrollarse por todo el mundo programas de vigilancia para las enfermedades transmitidas por vectores, así como campañas para dar a conocer las medidas profilácticas.

En esta revisión nos centraremos en las enfermedades transmitidas por vectores de origen bacteriano que presentan mayor reemergencia en los últimos 10 años. A lo largo del trabajo desarrollaremos enfermedades causadas por bacterias del género *Yersinia*, *Francisella*, *Rickettsia*, *Bartonella* y *Borrelia*. Nos hemos centrado en las características biológicas de los vectores que afectan a la transmisión de la enfermedad y hemos realizado una revisión de la epidemiología de las enfermedades seleccionadas en los últimos 10 años en todo el mundo.

Palabras clave: vectores, garrapatas, mosquitos, *Rickettsia*, epidemiología.

## 2. INTRODUCCIÓN

En el panorama actual de la salud se registran cada año más de 1.000 millones de casos y más de un millón de muertes debido a enfermedades transmitidas por vectores. Estas enfermedades suponen, según recoge la Organización Mundial de la Salud, más del 17% de todas las enfermedades infecciosas. Centrándonos en las enfermedades de origen bacteriano transmitidas por vectores, podemos observar que muchas de ellas están clasificadas como enfermedades reemergentes por el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) y numerosos países están desarrollando sistemas de vigilancia para el control y notificación de los casos.

Consideramos enfermedades reemergentes aquellas que se producen por la evolución de un patógeno ya conocido, aquellas que se extienden a nuevas áreas geográficas o que reaparecen después de haber sido erradicadas (Bulman y Lamberti, 2011).

Existen varios motivos que pueden influir en el establecimiento del vector o reservorio en nuevas áreas geográficas, como los viajes y el comercio internacional, las nuevas técnicas agrícolas, los cambios climáticos y la evolución socio-económica. A continuación, se detallan brevemente las principales causas que afectan a la distribución de los vectores

- Cambio climático:

En la actualidad el cambio climático se ha convertido en uno de los problemas más graves. Así, de acuerdo con la Organización Mundial Meteorológica (OMM) el año 2015 ha registrado unas temperaturas máximas sin precedentes, así como olas de calor extremas, elevadas precipitaciones, sequías y según los estudios esta tendencia continuará en 2016. En base a estos datos la OMS estima que entre 2030 y 2050 se producirán unas 250.000 muertes adicionales cada año como consecuencia de las alteraciones producidas por el cambio climático.

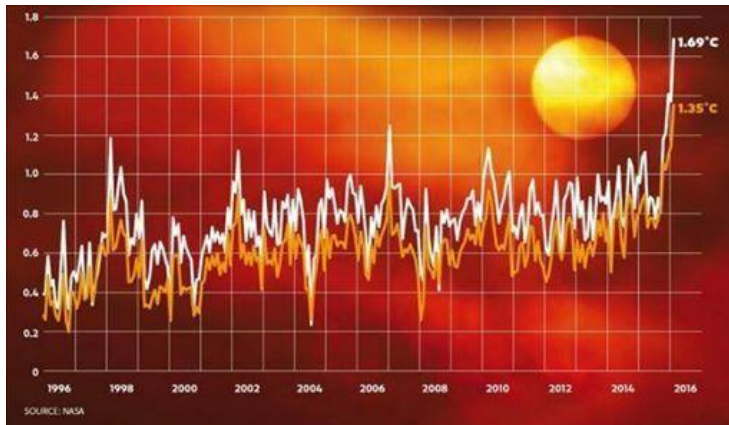


Figura 1. Gráfica que representa el aumento de temperatura media anual desde 1996 a 2016.

Fuente: <https://calentamientoglobalclima.org/>

Demostrado el calentamiento global que está sufriendo el planeta (Figura 1) los científicos están de acuerdo en que tendrá efectos sobre las enfermedades transmitidas por vectores, aunque las consecuencias aún no son claras. El aumento de la temperatura puede provocar un aumento en la población de mosquitos y garrapatas, así como un aumento del número de veces que se alimentan para combatir la deshidratación, una extensión del periodo estacional de los artrópodos y una variación en su distribución geográfica. En cuanto a las lluvias, su incremento puede provocar un aumento en la población de los mosquitos por mayor reproducción en los lechos de los ríos, así como mayor supervivencia por el aumento de humedad. Estos son solo algunos de los ejemplos de los efectos que el cambio climático puede tener sobre los vectores que transmiten enfermedades y, por tanto, sobre la salud.

En el caso concreto de España, el aumento de la temperatura puede propiciar la extensión de vectores ya establecidos y la instalación de nuevos vectores procedentes de países subtropicales. Las enfermedades transmitidas por vectores con más riesgo de verse afectadas por el cambio climático en el país serán las transmitidas por dípteros, como el dengue, la malaria y las transmitidas por garrapatas, como la fiebre botonosa, la fiebre recurrente y la enfermedad de Lyme (Ballesteros y cols., 2012).

- Migraciones :

Las migraciones poblacionales siguen siendo una de las principales causas de transmisión de enfermedades y redistribución geográfica de los vectores y patógenos. Inmigrantes procedentes de países donde una enfermedad es endémica pueden ser portadores de la misma a nuevas regiones. Pese a la crisis económica la migración continua aumentando aunque la progresión se ha ralentizado desde 2007. Actualmente se estima que hay unos 232 millones de migrantes internacionales en todo el mundo (Figura 2).

	1990	2000	2010	2013
Mundo	154,2	174,5	220,7	231,5
Regiones desarrolladas	82,3	103,4	129,7	135,6
Regiones en desarrollo	71,9	71,1	91	95,9
África	15,6	15,6	17,1	18,6
Asia	49,9	50,4	67,8	70,8
Europa	49	56,2	69,2	72,4
América Latina y el Caribe	7,1	6,5	8,1	8,5
América del Norte	27,8	40,4	51,2	53,1
Oceanía	4,7	5,4	7,3	7,9

Figura 2. Población de migrantes internacionales en millones.

Fuente: Naciones Unidas (Trends in International Migrant Stock the 2013 Revision)

En España, los datos provisionales de 2015 del Instituto Nacional de Estadística recogen que se registró un saldo migratorio negativo de 7385 personas como consecuencia de un descenso en la emigración del 18% acompañado de un descenso en la inmigración del 6%.

- Evolución socio-económica:

En la actualidad estamos viviendo un periodo de inestabilidad política y de guerras en numerosos países en desarrollo lo que ha propiciado el desplazamiento de miles de personas que viven en campos de refugiados, en condiciones de hacinamiento, sin acceso a cuidados sanitarios adecuados, con carencia de agua potable, y en un estado nutricional precario. Todo ello proporciona las condiciones idóneas para la transmisión y reemergencia de múltiples enfermedades transmitidas por vectores, como ya está ocurriendo en algunas zonas de Europa.

Como podemos ver, se están dando las circunstancias apropiadas para la expansión de las enfermedades bacterianas transmitidas por vectores. Por ello, es importante continuar investigando cómo van a afectarles estos cambios y el impacto que ello tendrá sobre la población.

### 3. OBJETIVOS

Los objetivos de esta revisión bibliográfica se han centrado en :

- Revisar las principales enfermedades bacterianas transmitidas por vectores incluyendo sus cuadros clínicos.
- Identificar las principales características de los vectores que influyen en la transmisión de las enfermedades bacterianas estudiadas transmitidas por vectores.
- Revisión de la epidemiología de enfermedades bacterianas transmitidas por vectores en los últimos 10 años, incluyendo su incidencia y una comparación de la distribución mundial de los vectores

#### 4. METODOLOGÍA

La metodología de trabajo se ha llevado a cabo en dos etapas, primero una localización y selección de los estudios seguida de una revisión de los mismos. Para la localización de los artículos se han utilizado los siguientes motores de búsqueda:

- PubMed : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
- CSIC: <http://8085-bddoc.csic.es.fama.us.es/> (accediendo a través del catálogo de bibliotecas de la Universidad de Sevilla)
- Scopus: <https://0-www.scopus.com.fama.us.es/> (accediendo a través del catálogo de bibliotecas de la Universidad de Sevilla)

Dentro de estas bases de datos la búsqueda se restringió con el uso de palabras claves, incluyendo los nombres de todas las bacterias desarrolladas en el trabajo, así como otros términos importantes:

- Ixodes ticks, tick borne disease, rickettsia ticks
- Louse borne
- Relapsing fever
- Flea, Yersinia flea

De entre la gran cantidad de artículos encontrados se realizó primero una lectura de los resúmenes de los mismos, seleccionando aquellos que mejor se ajustaban al tema de la revisión, las características del vector y la transmisión de la enfermedad. Una vez realizada esta primera selección se procedió a la lectura de los artículos completos escogiendo la información de aquellos más idóneos y actuales para después combinar sus resultados. Además de las bases de datos electrónicas se han consultado diversos manuales de Microbiología, Parasitología y Medicina interna.

En cuanto al apartado de epidemiología se ha elaborado a partir de datos oficiales recogidos en las siguientes bases de datos:

- Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/es/>
- Centers for Disease Control and Prevention: <http://www.cdc.gov/>

- European Centre for Disease Prevention and Control: <http://ecdc.europa.eu/en/Pages/home.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística: <http://www.ine.es/>
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad: <http://www.msssi.gob.es/>
- Instituto de Salud Carlos III: <http://www.isciii.es/>

La búsqueda en estas bases de datos se ha centrado en analizar de cada enfermedad los registros de casos más actuales, así como su distribución geográfica.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La importancia de los vectores artrópodos en la transmisión de enfermedades comenzó a investigarse en el siglo XIX, cuando se describió el papel del mosquito en la transmisión de la malaria. Desde ese momento y hasta la actualidad, se ha descrito la implicación de decenas de artrópodos en la transmisión de enfermedades a humanos, suponiendo estas enfermedades transmitidas por vectores el 17% del total de infecciones (Rinker y cols., 2016).

Para la selección de las enfermedades que se incluyen en esta revisión nos hemos centrado en las que se consideran reemergentes, y dentro de estas las de origen bacteriano, las más frecuentes (54,3%). Dentro de las enfermedades bacterianas destacaremos, por su numerosidad, así como por la diversidad de vectores y huéspedes implicados en su ciclo, las del género *Rickettsia* (Monsalve y cols., 2009). Desarrollaremos también enfermedades causadas por especies del género *Borrelia* y *Bartonella* por su elevada incidencia, así como de los géneros *Francisella* y *Yersinia*.

### 5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES BACTERIANAS TRANSMITIDAS POR VECTORES

En este apartado haremos una breve descripción de los cuadros clínicos que producen los principales géneros bacterianos que causan enfermedades transmitidas por vectores a los hombres (Pumarola y cols., 1995). A continuación, podemos ver cada una de las enfermedades que se han seleccionado por su carácter reemergente con el vector que la transmite y su distribución geográfica (Tabla 3):

Tabla 3. Distintas enfermedades transmitidas por vectores, incluyendo la especie bacteriana y su distribución geográfica.

Enfermedad	Bacteria	Vector	Distribución
<b>Fiebre recurrente epidémica</b>	<i>Borrelia recurrentis</i>	<i>Pediculus humanus</i>	Mundial
<b>Fiebre recurrente endémica</b>	<i>Borrelia hispánica</i>	<i>Ornithodoros erraticus</i>	Mundial



<b>Enfermedad de Lyme</b>	<i>Borrelia burgdorferi</i>	<i>Ixodes scapularis</i> <i>Ixodes pacificus</i>	Mundial
<b>Tularemia</b>	<i>Francisella tularensis</i>	<i>Chrysops discalis</i> <i>Haematopota pluvialis</i> <i>Dermacentor variabilis</i> <i>Amblyoma americanum</i>	Mundial
<b>Peste</b>	<i>Yersinia pestis</i>	<i>Xenopsylla cheopis</i>	Mundial
<b>Fiebre botonosa mediterránea</b>	<i>Rickettsia conorii</i>	<i>Rhipicephalus sanguineus</i>	África, Sur de Europa y Asia, India
<b>Fiebre manchada de las montañas rocosas</b>	<i>Rickettsia rickettsii</i>	<i>Dermacentor variabilis</i> , <i>D.andersoni</i> <i>Amblyomma cajannense</i> <i>Rhipicephalus sanguineus</i>	Norte y Sudamérica
<b>Tifus endémico</b>	<i>Rickettsia typhi</i>	<i>Xenopsylla cheopis</i>	Centro y Norte de América, Europa
<b>Tifus epidémico</b>	<i>Rickettsia prowazekii</i>	<i>Pediculus humanus</i>	África
<b>Fiebre tsutsugamushi</b>	<i>Orientia tsutsugamushi</i>	<i>Leptotrombidium spp.</i>	Sudeste de Asia
<b>Fiebre de las trincheras</b>	<i>Bartonella quintana</i>	<i>Pediculus humanus</i>	África, Asia, Europa, Centro y Sudamérica

Fuente: elaboración propia . Datos recopilados de Murray y cols. (2013), Pumarola y cols. (1995), y Brites y cols. (2015) .

- *Yersinia*: de las especies que conforman el género trataremos *Yersinia pestis*, la bacteria causante de la peste, una enfermedad con un periodo de incubación de 2 a 6 días. Existen varias formas clínicas, la peste bubónica que se caracteriza por la aparición de fiebre elevada, escalofríos, vómitos y finalmente la aparición del bubón. Otra manifestación es la peste pulmonar que suele aparecer de forma secundaria a la peste bubónica y se manifiesta como una neumonía masiva y finalmente la peste septicémica que es el estadio final de cualquier tipo de peste.
- *Borrelia*: en este género se encuentran las bacterias causantes de las fiebres recurrentes que cursan con fiebre, cefalea y dolores musculares seguidos de periodos apiréticos, se diferencian en que la fiebre recurrente epidémica presenta una única recurrencia, mientras que la endémica presenta varias recurrencias. En el caso de la enfermedad de Lyme, producida también por bacterias de este género, las manifestaciones son la aparición de una pápula no dolorosa, seguida de síntomas generales, como fiebre, astenia, dolores musculares y tras varias semanas pueden aparecer alteraciones nerviosas y cardíacas.
- *Rickettsia*: las bacterias pertenecientes a este género causan un gran número de enfermedades, todas ellas con un cuadro clínico similar. Dentro de las del grupo tifus, el tifus exantemático o epidémico se caracteriza por un comienzo brusco con fiebre, cefalea, escalofríos y mialgias,

seguidos por la aparición del rash, una lesión cutánea que se extiende por todo el cuerpo salvo las palmas de las manos y las plantas de los pies, a todo ello pueden unirse también complicaciones como la postración del enfermo, hipotensión, e insuficiencia renal. En el caso del tifus endémico o murino el cuadro es similar, pero presenta un desarrollo gradual y con menos complicaciones. Dentro del grupo de las fiebres manchadas encontramos enfermedades que cursan con un cuadro clínico similar al de las enfermedades del grupo tifus, aunque son más frecuentes las artralgias y las complicaciones son raras.

- *Francisella*: estas bacterias causan diversos cuadros clínicos, el más común es el ulceroglandular (70-80% casos) que cursa con fiebre, adenopatía, linfadenitis y la aparición de pápulas en la piel. Su periodo de incubación es de 3-5 días. Otras manifestaciones poco comunes son la glandular, oculoglandular, orofaríngea.
- *Bartonella*: causan enfermedades con un prolongado periodo de incubación, 15-25 días y los síntomas más comunes son fiebre, cefalea y dolores óseos.

Como podemos comprobar todas presentan un cuadro clínico común que cursa con fiebre elevada, cefalea y dolores musculares.

Una vez conocido el cuadro clínico de las enfermedades que vamos a desarrollar, nos centraremos en los vectores que las transmiten. Para desarrollar estrategias de control de los vectores es imprescindible el conocimiento sobre su biología y conocer el tamaño de sus poblaciones. Por ello, nos centraremos en la revisión de las principales características que presentan los vectores y que van a contribuir a una transmisión más eficiente de la enfermedad bacteriana.

### **5.1.1. Enfermedades transmitidas por garrapatas**

En este apartado nos centraremos en las enfermedades cuyos vectores son las garrapatas, destacando las del género *Rickettsia* pertenecientes al grupo de las fiebres manchadas y las del género *Borrelia*. Desarrollaremos de forma más extensa el género *Rickettsia* por ser el causante del mayor número de enfermedades bacterianas con incidencia en la actualidad.

Las garrapatas son ectoparásitos hematófagos pertenecientes a la familia *Ixodoidea* que a lo largo de su ciclo de vida pasan por 4 estadios: huevo, larva, ninfa, adultos. Entre ellos, el que más contribuye a la distribución de la enfermedad entre los humanos es la ninfa, sin embargo, la garrapata puede infectarse en cualquiera de los estadios de su ciclo. La vida media de estos vectores es de 3 años aproximadamente y buscan siempre lograr las mejores condiciones para su ciclo de vida, así como para encontrar un hospedador del que alimentarse. Numerosos estudios sugieren que el cambio climático tiene un efecto positivo en la expansión de estas especies, ya

que un aumento de la temperatura propiciaría un aumento de la población de garrapatas y extendería el periodo estacional de transmisión (López y Molina, 2005).

Entre los mecanismos que aseguran la supervivencia de las bacterias en las garrapatas habría que destacar dos:

- Transmisión transovárica: es el paso del agente infeccioso a los ovarios de la hembra y a los huevos que se desarrollan en ellos, lo que provocará que las larvas que eclosionen estén infectadas y sean vectores potenciales.
- Transmisión transtadial: es el paso del agente infeccioso a su siguiente fase metacíclica. Se requieren entre 24-48 horas para que el patógeno desarrolle una nueva fase en el interior de las glándulas salivales de la garrapata. Debido a esta demora entre la fijación y el inicio de la inoculación del patógeno es fundamental retirar la garrapata lo antes posible.

Es la combinación de estos mecanismos la que permite que el agente infeccioso pueda ser vehiculizado por varias generaciones de garrapatas y la que hace que la transmisión a través de estos vectores sea tan eficiente (Gállego, 2007).

- El género *Rickettsia* pertenece a la familia *Rickettsiaceae*, constituido por organismos intracelulares, procariotas, pequeños (0,5µm por 0,3µm), pleomórficos (predominan cocos, bacilos, cocobacilos) de bacterias Gram negativas. La multiplicación de las rickettsias tiene lugar en el interior de las células del artrópodo o huésped por fisión binaria, por lo que su viabilidad fuera de ellos es limitada (Murray y cols., 2013).

Las rickettsias van a ser transmitidas al hombre a través de picaduras de artrópodos hematófagos. La secuencia patogénica en las infecciones rickettsiales consiste en:

- Transmisión: se puede dar por inoculación de saliva cuando la garrapata infectada se alimenta, por contacto con las heces de pijos o pulgas infectados o por aerosoles (muy poco común).
- Entrada: la piel es el medio de entrada común, aunque también puede darse potencialmente a través de las mucosas y los pulmones.
- Diseminación: a través de los vasos linfáticos y el torrente sanguíneo.

Las infecciones producidas por rickettsias van a estar clasificadas dentro de las zoonosis, ya que es una enfermedad de los animales que se puede transmitir a humanos.

Centrándonos en los vectores, cabe destacar el papel primordial de los artrópodos en el mantenimiento natural del patógeno. La coevolución *rickettsias-artrópodos* es la responsable de la replicación eficiente del patógeno, el desarrollo de la transmisión transovárica y transtadial y el mantenimiento de la infección a largo plazo (Brites y cols., 2015). La relación patógeno-vector es, por tanto, simbiótica, salvo en las ocasiones que actúa como parásito, como ocurre con *Rickettsia prowazekii* que mata a su vector y con *Orientia tsutsugamushi* que altera los

procesos celulares y la reproducción de su vector. En cuanto a los huéspedes vertebrados, se podría decir que su participación es compleja, variable y ha sido poco estudiada. En el caso del ser humano son huéspedes accidentales (Monsalve y cols.,2009) y no son esenciales en el ciclo de vida de los patógenos, salvo en el caso del tifus epidémico (*Rickettsia prowazekii*).

### **Clasificación**

Los organismos del género *Rickettsia* pueden clasificarse en dos grandes grupos definidos antigénicamente, el grupo de las fiebres manchadas, que son transmitidas por *Ixódidos* y el grupo tifus transmitido por insectos.

<b>RICKETTSIAS</b>	
<b>Grupo de las fiebres manchadas (SFG)</b>	<b>Grupo tifus (TG)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Rickettsia ricketsii</i></li> <li>- <i>Rickettsia conorii</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Rickettsia prowazekii</i></li> <li>- <i>Rickettsia typhi</i></li> <li>- <i>Orientia tsutsugamushi</i> (antes clasificada dentro del género <i>Rickettsia</i>)</li> </ul>

Como podemos observar, estos dos grupos difieren en sus vectores, y es su comportamiento alimenticio el que provoca las diferencias epidemiológicas existentes entre las *Rickettsias* transmitidas por insectos o garrapatas. El primer factor que debemos tener en cuenta es que todos los estadios de garrapatas y piojos se alimentan de sangre, lo que conlleva a una mayor transmisión de la enfermedad, mientras que solo las pulgas adultas se alimentan de sangre. En cuanto a la alimentación, en los piojos y pulgas es intermitente, lo que hace que infecten a varios huéspedes, por el contrario, las garrapatas se alimentan una sola vez durante varios días transmitiendo el patógeno a un único huésped. Finalmente, la digestión de piojos y pulgas es rápida, al contrario que la de las garrapatas. Todo ello provoca que las rickettsias SFG tengan la supervivencia asegurada debido a una transmisión más eficiente y causa las diferencias entre las distintas especies (Azad y Beard, 1998).

Como en este apartado nos centramos únicamente en las enfermedades transmitidas por garrapatas, desarrollaremos solo el grupo de las fiebres manchadas dentro del cual existen alrededor de 15 especies de *rickettsias* transmitidas por este vector, aunque de ellas sólo 8 se han encontrado en humanos, las restantes se encuentran en garrapatas, a pesar de que no se ha demostrado su patogenicidad en seres humanos (Barba, 2009).

Como ya hemos mencionado anteriormente, las especies que pertenecen a este grupo de *rickettsias* son transmitidas por garrapatas del género *Ixodes*, estos vectores transmiten el

patógeno a los vertebrados a través de secreciones salivales y entre ellos mismos por transmisión transtadial y transovariana (Beninati y cols., 2002).

Por último, es importante destacar que la prevalencia de las *rickettsias* SFG se limita a la distribución geográfica de sus vectores.

- *Rickettsia rickettsii*: en Estados Unidos su principal vector y reservorio es *Dermacentor andersoni* en la región de las Montañas Rocosas y *D. variabilis* en el este del país, ambas garrapatas se alimentan en el hombre solo en el estado adulto. *Amblyomma cajannense* es el vector más extendido en América latina y al contrario que *Dermacentor* se une al hombre en todas sus fases. *Rhipicephalus sanguineus* es más común en México (Brites y cols., 2015).
- *Rickettsia conorii*: el vector de la infección es *Rhipicephalus sanguineus*, la garrapata del perro. Durante su ciclo la garrapata suele encontrarse en el perro que actúa como reservorio, el hombre es un huésped accidental. En los focos naturales el reservorio son los roedores y sus garrapatas (Brites y cols., 2015).

- El género *Borrelia*, está formado por espiroquetas transmitidas por artrópodos que pueden ser piojos, como en el caso de *Borrelia recurrentis*, o garrapatas. Dentro de las transmitidas por garrapatas nos centraremos en *Borrelia burgdorferi* y *Borrelia hispanica*.

La familia Spirochaetacea, a la que pertenece el género *Borrelia*, se caracteriza por estar compuesta por organismos filamentosos, largos y flexibles con forma de espiral. Se trata de bacterias microaerófilas, gramnegativas, móviles, transmitidas por artrópodos (Escudero y Guerrero, 2005).

Tanto *B. burgdorferi* como *B. hispanica* son de distribución mundial, paralela a la distribución de la garrapata, en el caso de *B. burgdorferi* es frecuente la distribución focal, por lo que es común encontrar fuertes focos endémicos cercanos a zonas de baja prevalencia. El riesgo de infección aumentará en primavera-verano, por la mayor actividad de las garrapatas, y en aquellas personas que realicen actividades al aire libre, trabajen en el campo, por mayor riesgo de contacto con la garrapata (Farreras y Cardellach, 2012).

Las garrapatas pueden dividirse en dos grandes familias:

- Familia Argasidae: son las garrapatas blandas, sus cuerpos están cubiertos por un tegumento coriáceo. Las únicas garrapatas importantes de esta familia, desde el punto de vista de la medicina humana, son las del género *Ornithodoros* que serán los vectores de *Borrelia hispanica* (OPS, 2013).
- Familia Ixodidae: incluyen las llamadas garrapatas duras, que presentan una ampliación de la cutícula con forma de escudo en la espalda. El escudo solo cubrirá la espalda completa en los machos, en el caso de las hembras llegará a la parte anterior permitiendo así que se

llenen de sangre mientras se alimentan. En esta familia se encuentran los vectores de *Borrelia burgdorferi* (OPS, 2013).

Al igual que ocurre en *Rickettsias*, las garrapatas pueden ser tanto vector como reservorio de la enfermedad, ya que albergan al microorganismo durante todo su ciclo una vez que están infectadas y pueden sobrevivir largos periodos de tiempo sin alimentarse. En cuanto al modo de transmisión, podemos encontrar las espiroquetas en la saliva o el líquido coxal de la garrapata y pasarán al hombre a través de la mordedura de la garrapata cuando esta se alimenta. La picadura puede pasar desapercibida porque hay algunas especies de garrapatas que inyectan una sustancia analgésica (ISC, 2015). Las garrapatas abundan en zonas de climas templados con una humedad relativa del 70%.

Ya hemos mencionado las características comunes que presentan ambas familias de garrapatas. A continuación, en la Tabla 4 se recogen las características en las que difieren y que están relacionadas con la distribución diferente de ambos vectores:

Tabla 4. Diferencias principales entre los géneros *Ixodes* y *Ornithodoros*.

	<i>Ornithodoros</i>	<i>Ixodes</i>
<b>Familia</b>	Argasidae	Ixodidae
<b>Reservorio</b>	Pequeños roedores (ratas, murciélagos, puercoespines) y cerdos	Fases subadultas: roedores pequeños Adultos: mamíferos grandes (ovejas, ciervos)
<b>Alimentación</b>	Rápida: 20-30 min	Lenta: al menos 24 horas
<b>Huevos</b>	La hembra pone entre 50-200 huevos en días alternos, en total durante su vida entre 500-2000.	La hembra pone varios miles de huevos a la vez y después muere
<b>Transmisión transovárica</b>	Eficiente	Poco frecuente

Fuente: elaboración propia. Datos recopilados de OPS (2013) y Caimano y cols. (2016)

Por último, desarrollaremos cada una de las enfermedades citadas:

- La fiebre recurrente es causada por *Borrelia hispanica*. Se trata de bacterias que pueden cambiar su proteína de superficie de forma espontánea (Farreras y Cardellach, 2012). Sus vectores son las garrapatas blandas del género *Ornithodoros*, en el caso de *Borrelia hispanica* es *Ornithodoros erraticus* un artrópodo hematófago con alimentación nocturna. Estas garrapatas pueden encontrarse en cuevas, grietas, enterradas en el suelo y se asocian con roedores pequeños y cerdos, sólo se unen al huésped para alimentarse durante unos 20

minutos y después regresan a su hábitat. Debido a las múltiples especies de las que se alimentan hay una larga lista de reservorios de la enfermedad (Palma y cols., 2012). Su periodo de transmisibilidad coincide con la primavera y el verano por el aumento de temperaturas que favorecen el aumento de la población de garrapatas (ISC, 2015).

- La enfermedad de Lyme está causada por múltiples especies de *Borrelia burgdorferi sensu lato*. En Europa las tres especies endémicas son *B. burgdorferi sensu stricto*, *B. garinii* y *B. azfeli*, de todas ellas solo la primera se encuentra en Norteamérica y se considera patógena para el hombre. Su agente etiológico son las garrapatas de la familia Ixodidae, en Europa el vector principal es *I. ricinus*, en Asia *I. persulcatus* y en Norteamérica *I. pacificus*. La distribución de la enfermedad es mundial, ya que es paralela a la de sus vectores, que como hemos comprobado se encuentran en todos los continentes. En el caso de las garrapatas duras podemos encontrar las que tienen un solo huésped a lo largo de todo su ciclo, las que tienen dos huéspedes, ya que permanecen en el mismo durante sus estadios larva-ninfa, mudan en el suelo y cuando son adultas buscan un nuevo huésped; y finalmente las que tienen tres huéspedes, uno para cada estadio. Este hecho va a afectar a la propagación de la enfermedad, pues cuantos más huéspedes tenga mayor será la propagación de la enfermedad (Farreras y Cardellach, 2012).

### 5.1.2. Enfermedades transmitidas por piojos

En este apartado nos centraremos en enfermedades bacterianas transmitidas por *Pediculus humanus*, un ectoparásito de distribución mundial vector de múltiples bacterias, entre las que encontramos: *Rickettsia prowazekii*, *Bartonella quintana* y *Borrelia recurrentis*. Estas bacterias son las causantes del tifus epidémico, la fiebre de las trincheras y la fiebre recurrente epidémica, respectivamente.

Los piojos son insectos hematófagos que pertenecen al orden Anoplura, se trata de especies oioxenas, es decir, que tienen un único huésped (el hombre) fuera del cual no podrán alimentarse ni desarrollarse (Gállego, 2007). Su ciclo de vida se realiza de forma completa en el hospedador y en él atraviesan por 3 estadios: huevo, también llamados liendres, ninfas y piojos adultos. La vida de los piojos es de entre 30-35 días, a pesar de ser un periodo de tiempo corto se reproducen de forma ágil y ponen huevos con eficacia, lo que ayuda a su gran distribución. Tanto los adultos como las ninfas requieren varias tomas de sangre diarias, por lo que como ya hemos indicado sobreviven poco tiempo fuera de su hospedador. Son muy sensibles a los cambios de temperatura y cambian rápidamente de huésped, lo que facilita la vehiculización de los agentes infecciosos (Gállego, 2007).

La especie *Pediculus humanus* incluye dos morfotipos: *Pediculus humanus capitis* y *Pediculus humanus humanus*. El primero, frecuente en todos los países y niveles de la sociedad,

desarrolla su ciclo en el cabello, mientras que el segundo está asociado con la falta de higiene, situaciones de pobreza y se multiplica en la ropa. Existe una clasificación de los piojos en base a estudios genéticos:

- Clado A: son los más extendidos por el mundo, incluye tanto piojos del cuerpo como de la cabeza.
- Clado B: compuesto únicamente por el morfotipo capitis, se encuentran en centro y norte América, Europa, Australia.
- Clado C: incluye al piojo negro morfotipo capitis encontrado en Nepal, Etiopía, Senegal (Sangaré y cols., 2014).

El sistema inmune del piojo es poco conocido, sin embargo su estudio es interesante, ya que puede llevarnos a comprender mejor los motivos de que el piojo sea vector de numerosas enfermedades. Se han desarrollado estudios que han comparado la actividad de las bacterias *Rickettsia prowazekii* y *Bartonella quintana* en los hemocitos y los macrófagos humanos. En el caso de los hemocitos, células inmunes especializadas de la hemolinfa, se ha comprobado que estas dos bacterias pueden sobrevivir y replicarse una vez que han sido fagocitadas. Al replicarse en el interior del hemocito afectan a su viabilidad y provocan su muerte, liberándose después las bacterias. En los macrófagos humanos se ha observado que las bacterias, una vez fagocitadas, sobreviven pero no pueden replicarse. Todo ello nos lleva a pensar que los hemocitos del piojo serían huéspedes de los microorganismos y contribuirían a que el piojo sea vector de enfermedades humanas (Coulaud y cols., 2015).

- *Bartonella quintana*: es una proteobacteria del subgrupo  $\alpha 2$ , Gram negativa, intracelular facultativa. Su tamaño es pequeño 0,3-0,5  $\mu\text{m}$  de ancho y 1-1,7  $\mu\text{m}$  de largo. Los seres humanos son el reservorio de dicha bacteria y el piojo del cuerpo su vector natural, aunque probablemente no el único, ya que también se ha detectado la bacteria en la pulga del gato (Foucault y cols., 2006).

En cuanto a la secuencia patogénica, la bacteria se multiplica en el intestino del piojo que la transmitirá a los humanos por las heces a través de la piel alterada. Cuando el piojo se alimenta inyecta en las picaduras un anestésico que provoca una reacción alérgica y prurito, cuando la persona se rasca se altera la piel facilitando la transmisión fecal de la bacteria (Foucault y cols., 2006).

La transmisión del piojo del cuerpo (*Pediculus humanus humanus*) se asocia con la pobreza, los climas fríos y la falta de higiene, son frecuentes en las personas sin hogar y su transmisión es por contacto con la ropa o la ropa de cama (Foucault y cols., 2006).

Fue identificada por primera vez durante la I Guerra Mundial, donde numerosos soldados se infectaron, por eso se le llamó fiebre de las trincheras. Actualmente es considerado un patógeno reemergente entre las personas sin hogar en la población Europea (Diatta y cols., 2014).



A lo largo de los años se han realizado numerosos estudios sobre los vectores de la enfermedad y ha existido controversia sobre el papel de *Pediculus humanus capitis* en la transmisión de la misma. En un estudio realizado en países Africanos, donde la enfermedad es endémica, se encontraron piojos de la cabeza (*Pediculus humanus capitis*) infectados por la bacteria, aunque en una proporción realmente baja en comparación con *Pediculus humanus humanus*. Tras este estudio se consideró que el piojo de la cabeza podría ser, junto con el del cuerpo, vector de la enfermedad, sin embargo no se pudo demostrar con certeza su papel en la transmisión de la misma (Sangaré y cols., 2014). Posteriormente, se llevó a cabo un estudio similar en Senegal, donde gracias al análisis molecular se detectó ADN de *B. quintana* en liendres del piojo de la cabeza. Este análisis confirmó que de todos los piojos de la cabeza estudiados solo los del clado A, que es al que pertenecen los piojos corporales, estaban infectados con la bacteria (Diatta y cols., 2014). Por último analizaremos un estudio llevado a cabo en Francia sobre piojos encontrados en personas sin hogar, en el que se concluyó que los piojos infectados recogidos, a pesar de estar en la cabeza eran piojos corporales. En el estudio se analizaron piojos y liendres tomados de la cabeza y el cuerpo de personas sin hogar y se observó que todos los piojos que dieron positivo para *B. quintana* pertenecían a *Pediculus humanus humanus*, incluso los recogidos de la cabeza. Comparando estos resultados con los obtenidos del estudio de *Pediculus humanus capitis* recogidos de escolares, en los que no se presentaba la bacteria, se concluyó que el único vector de la enfermedad era *Pediculus humanus humanus* que bajo condiciones de infección masiva podía migrar y colonizar la cabeza (Drali y cols., 2014). La proliferación de *B. quintana* en poblaciones infectadas por piojos en las personas sin hogar de zonas rurales o áreas suburbanas de ciudades en desarrollo puede llegar a ser un grave problema si las autoridades sanitarias no toman medidas adecuadas para luchar contra la pobreza y la falta de higiene vinculada a ella (Diatta y cols., 2014).

- *Borrelia recurrentis*: es una bacteria helicoidal, Gram negativa que pertenece al orden Spirochaetales. Es la causante de la fiebre recurrente epidémica y se transmite al ser humano a través del piojo *Pediculus humanus humanus*. La infección se produce al aplastar el piojo durante el rascado contra la piel, lo que permite que la bacteria penetre a través de las excoraciones de la piel. *B. recurrentis* no se encuentra ni en la saliva, ni en las heces del piojo (Farreras y Cardellach, 2012).

Al igual que ocurre con *Bartonella quintana*, se ha planteado la posibilidad de que *Pediculus humanus capitis* pueda ser vector de *Borrelia recurrentis*. A pesar de que el piojo del cuerpo y el de la cabeza colonizan sus huéspedes de forma diferente, ambos pueden encontrarse en personas altamente infectadas y podrían migrar de la cabeza al cuerpo y viceversa. Al estar las personas contaminadas con los dos tipos de piojos, *Pediculus humanus capitis* podría contaminarse con sangre que contenga *B. recurrentis*. Se ha comprobado que dicho vector

puede estar infectado, pero no que pueda transmitir la bacteria a los humanos, por lo que se sigue manteniendo *Pediculus humanus humanus* como el único vector de la enfermedad (Lucchini y cols., 2015).

El aumento de la presencia de piojos en personas sin hogar, así como en refugiados e inmigrantes que han viajado por países donde la fiebre recurrente es endémica, se está convirtiendo en un problema creciente en Europa occidental (Lucchini y cols., 2015).

- *Rickettsia prowazekii*: bacteria perteneciente al grupo tifus de las *Rickettsias*, como todas las bacterias pertenecientes a este grupo tiene una transmisión rápida entre sus huéspedes gracias a la alimentación intermitente de sus vectores. Siempre se había considerado esta enfermedad como exclusivamente humana y transmitida por el vector *Pediculus humanus*, sin embargo, se ha descubierto que hay una amplia variedad de reservorios en la naturaleza. El piojo de las ardillas voladoras, *Neohaematopinus sciuropteri*, es otro vector de este patógeno aunque se desconoce cómo puede infectar al hombre (Acha y Szyfres, 2003).

### **5.1.3. Enfermedades transmitidas por pulgas**

En este apartado trataremos la peste, la principal enfermedad transmitida por pulgas, así como el tifus endémico.

La peste está causada por el microorganismos *Yersinia pestis*, una bacilo Gram-negativo, pleomórfico e inmóvil de la familia *Enterobacteriaceae*. Se trata de una zoonosis cuyos reservorios naturales son los roedores urbanos o salvajes y se transmite entre ellos a través de la picadura de pulgas o la ingestión de tejidos de animales contaminados. Estas pulgas infectadas de los roedores pueden picar también al hombre, pero este se considera un huésped accidental. La distribución de la peste es mundial y ha producido numerosos casos de epidemias y pandemias a lo largo de la historia, aunque en la actualidad se limita a casos esporádicos o pequeños brotes en países endémicos de Asia y África (Farreras y Candellach, 2012).

Centrándonos en el vector, existen más de 1.500 especies de pulgas, de las cuales solo 31 han demostrado estar implicadas en la transmisión de esta enfermedad. *Xenopsylla cheopis* es considerada el vector principal de la peste, por su participación en las epidemias que han sucedido a lo largo de la historia, otro vector eficaz es *Oropsylla montanus*. Las pulgas, como ya hemos nombrado, adquieren la infección tras alimentarse de sangre contaminada con la bacteria, la infección se limitará al canal alimenticio mientras que otros órganos y tejidos, como las glándulas salivales o los órganos reproductores no se ven afectados. La transmisión transovariana tan importante en las enfermedades transmitidas por garrapatas no se dará en las pulgas. En cuanto a su ciclo de vida podemos encontrar el ciclo salvaje, donde la pulga muere al roedor silvestre infectado y al morder a otro roedor va transmitiendo la enfermedad. El ciclo urbano se produce cuando la pulga infectada muere ratas domésticas y finalmente la

enfermedad puede llegar al hombre si la pulga infectada le muerde o el roedor infectado (poco común). La transmisión entre humanos puede darse por inhalación (Lofty, 2015).

Una vez conocido el ciclo de la enfermedad hay que hablar de los mecanismos de transmisión, existen dos modelos muy estudiados que afectarán a la epidemiología y distribución de la enfermedad:

- El modelo “pulgas bloqueadas”, donde la pulga de la rata (*Xenopsylla cheopis*) ingiere sangre con gran cantidad de bacterias y *Y. pestis* va colonizando el intestino del vector. Tras un periodo de incubación extrínseca (7-31 días) se produce un bloqueo de la sangre y multiplicación de la bacteria en el proventrículo de la pulga. Debido a la obstrucción que esto provoca, el alimento no llega al intestino medio y la pulga comienza a morir de hambre, por lo que aumentará los intentos de ingesta y esto junto con la regurgitación de tejido infectado sobre la herida de la mordedura aumentará la capacidad vectorial (Eisen y cols., 2015).
- Basándonos en las tasas de propagación de la enfermedad habría que suponer un número extraordinariamente alto de pulgas bloqueadas para poder explicar el número de casos. Por ello surgió el modelo de fase temprana (EPT) que sería la transmisión de *Y. pestis* por pulgas no bloqueadas tras un corto periodo de incubación extrínseca (menor de 4 días). Debido a que el periodo de incubación es más corto que en el modelo anterior y a la mayor probabilidad de que la pulga sobreviva el tiempo suficiente para volver a alimentarse mientras aún es infecciosa, el EPT ofrece una mejor explicación a la rápida propagación de la peste (Eisen y cols., 2015).

En base a estos modelos de transmisión, a las diferencias en el tamaño y estructura del proventrículo, las frecuencias de alimentación y el tiempo de supervivencia que presenta cada especie de pulga se puede definir cuáles son los vectores más eficientes de la peste. Los factores ambientales extrínsecos, tales como temperatura o humedad afectan drásticamente a la eficiencia de los vectores, pero aún se está estudiando de que manera.

En el caso de *Rickettsia typhi* su principal vector es también la pulga *Xenopsylla cheopis* que infecta al huésped a través de las heces, nunca de su saliva, cuando pica al huésped defeca y al rascarse este introduce el patógeno que se encuentra en dichas heces (Acha y Szyfres, 2003). Como ya hemos hablado de las características del género *Rickettsia* anteriormente, únicamente mencionaremos que *R. typhi* pertenece al grupo tifus y como tal tiene una rápida transmisión gracias a su vector cuyas características hemos explicado en este apartado.

#### 5.1.4. Otras enfermedades transmitidas por distintos vectores

En este apartado desarrollaremos las características de los vectores de la tularemia, al ser transmitida por múltiples vectores no podría clasificarse en uno solo de los apartados anteriores, por lo que se desarrolla a continuación.

*Francisella tularensis* es un bacteria Gram negativa, aerobia, en forma de cocobacilo pequeño y pleomórfica. Puede dividirse en varias subespecies, de las cuales la subespecie tularensis es la más virulenta (Vargas y cols., 2010).

Pequeños mamíferos, como roedores, así como artrópodos hematófagos son claves en el ciclo de supervivencia de la bacteria. Actualmente existen pruebas que demuestran que la bacteria puede sobrevivir en los cursos de las aguas, probablemente asociada con amebas, en estos casos los castores, leminos y ratas almizcleras jugarían también un papel importante en el mantenimiento de la bacteria. A pesar de estas pruebas, los mecanismos por los que la bacteria persiste en el medio e infecta a los vectores siguen siendo desconocidos.

La tularemia es considerada una enfermedad de distribución mundial que puede transmitirse de diversas formas (Bäckman y cols., 2015):

- Inhalación de polvo contaminado con la bacteria.
- Ingestión de agua o alimentos contaminados.
- Por picadura de vectores infectados.

Es imprescindible destacar la alta capacidad de adaptación que presenta este patógeno, lo que le permite adaptarse a múltiples vectores artrópodos, entre los que encontramos chinches, pulgas, piojos, garrapatas, mosquitos y moscas. A continuación, en la Tabla 5 se presentan las principales especies que actúan como vectores de esta bacteria (Petersen y cols., 2009):

Tabla 5. Diferentes vectores de *Francisella tularensis* y su distribución geográfica

Artrópodo	Especie	Distribución
<b>Moscas del ciervo</b>	<i>Chrysops discalis</i>	Estados Unidos
	<i>Chrysops relictus</i>	Rusia
<b>Moscas de caballo</b>	<i>Haematopota pluvialis</i>	Rusia
	<i>Aedes cinereus</i>	Suiza, Finlandia
<b>Mosquitos</b>	<i>Ochieratus excrucians</i>	Rusia
	<i>Dermacentor andersoni</i>	Europa
<b>Garrapatas</b>	<i>Dermacentor variabilis</i>	Europa
	<i>Amblyoma americanum</i>	Estados Unidos

Fuente: Petersen y col. (2009)

De entre todos los vectores que observamos en la Tabla 5 las garrapatas junto con las moscas son los que más comúnmente transmiten la infección, a pesar de haber tratado con anterioridad las garrapatas volveremos a mencionarlas, ya que la tularemia es transmitida por múltiples vectores entre los que se encuentran dichos artrópodos. Mientras que las garrapatas van a ser los vectores principales en Europa y ciertas zonas de Estados Unidos, las moscas lo serán en Rusia y el oeste de Estados Unidos, los mosquitos finalmente serán responsables de la transmisión en los países nórdicos (Suiza, Finlandia) (Bäckman y cols., 2014).

A continuación, hablaremos sobre las características de cada uno de los principales vectores que influyen en la transmisión de la enfermedad:

- Garrapatas: son considerados vectores biológicos porque, a diferencia de moscas y mosquitos, no solo transmiten la enfermedad sino que pueden mantenerla durante largos periodos de tiempo ya que existe transmisión transtadial. Por el contrario, la transmisión transovariana común en otras especies de garrapatas no está demostrada en todas las especies vectores de *Francisella tularensis* (Petersen y cols., 2009). La bacteria puede localizarse en el intestino y la hemolinfa de las garrapatas que infectarán al huésped a través de sus picaduras o heces. De las tres especies de garrapatas reconocidas como vectores de la tularemia *D. andersoni* es la principal, aunque *A. americanum* es más abundante en Estados Unidos; estas dos especies presentan diferencias que interfieren en la transmisión a los humanos y a los huéspedes. Mientras que tanto las larvas como las ninfas de *D. variabilis* se alimentan de pequeños mamíferos de los que pueden adquirir la infección, solo las larvas de *A. americanum* se alimentan de ellos. Las ninfas y adultos de *A. americanum* se alimentan de grandes mamíferos, por lo que serán un puente para transmitir la tularemia a los humanos en mayor proporción que *D. variabilis*. Otra diferencia es en el tiempo que tarda la bacteria en alcanzar las glándulas salivales de la garrapata, en el caso de *A. americanum* es solo 24 horas, pero en *D. variabilis* requiere entre 2-3 semanas. Por todo ello, a pesar de que *D. variabilis* es el vector principal de la tularemia aún se está determinando el papel y la importancia de *A. americanus* en la transmisión de dicha enfermedad (Mani y cols., 2015).
- Moscas: estos vectores son considerados únicamente mecánicos, pues transmiten la enfermedad pero los estudios sugieren que la bacteria no se multiplica en ellos. Además la supervivencia de la bacteria en las moscas de la familia Tabanidae es a corto plazo. La forma de transmisión de la bacteria es a través de la mordedura de la mosca, pero al tratarse de una mordedura dolorosa el huésped tiende a defenderse interrumpiendo la alimentación del vector que tendrá que recurrir a un huésped cercano para finalizar. Este hecho provoca que se creen brotes de tularemia, ya que en un corto periodo de tiempo el vector infectado

muerde a varios huéspedes sanos transmitiéndoles la enfermedad, a diferencia de las garrapatas que tienen una alimentación continuada (Petersen y cols., 2009).

- Mosquito: es considerado, al igual que la mosca, vector mecánico porque en ellos tampoco se ha encontrado multiplicación de la bacteria. La transmisión a los huéspedes puede darse a través de la picadura introduciendo las bacterias contenidas en la cavidad bucal en el huésped, al aplastar al mosquito contra la piel, sobre todo si después se produce rascado o por los excrementos que deposita en la piel durante la alimentación (Petersen y cols., 2009). En Suecia y Finlandia, dos de los países más afectados por estos vectores se han realizado estudios que sugieren que la bacteria mientras permanece en el mosquito está en un estado de reposo pasivo, pero al entrar en contacto con el huésped mamífero se reactiva volviendo a multiplicarse (Bäckman y cols., 2015).

Una vez desarrollados todos los vectores solo habría que mencionar que los reservorios o huéspedes, roedores, liebres, pequeños mamíferos tienen un papel aún discutible en el mantenimiento de la enfermedad, pues la mayoría mueren rápidamente una vez que adquieren la infección. Por todo ello es posible, aunque aun se desconozca el mecanismo, que *Francisella tularensis* se mantenga en el medio en ausencia de vectores y reservorios en materiales contaminados, como suelos o agua (Goethert y Telford, 2009). La amplia variedad de vectores junto con las múltiples formas de infección convierten a esta enfermedad en un grave riesgo incluso en la actualidad, siendo frecuentes los brotes de la misma en numerosos países.

Por último, en este apartado incluimos también la fiebre tsutsugamushi, pues no corresponde a ninguno de los apartados anteriores. *Orientia tsutsugamushi*, la bacteria causante de esta enfermedad está clasificada dentro del grupo tifus de las *Rickettsias*, pese a que ya no forma parte del género *Rickettsia*. Sus principales vectores son los ácaros que pertenecen al género *Leptotrombidium*, *L. akamushi*, *L. arenicola*, *L. deliense*, *L. fletcheri*, *L. pallidum* y *L. pavlovsky*. Sólo las larvas de estos ácaros se alimentan de los huéspedes vertebrados, después vuelven al suelo y realizan el resto de su ciclo. Al igual que en el grupo SFG en los ácaros también se da la transmisión transovárica (Szyfres, 2003)

## **5.2.EPIDEMIOLOGIA**

Una vez revisadas las características de los vectores nos centraremos en su distribución geográfica mundial, así como en la incidencia de las enfermedades. Para elaborar este apartado se ha llevado a cabo una revisión de los últimos datos estadísticos publicados por bases de datos online con carácter oficial, como son:

- Organización Mundial de la Salud.
- Centers for Disease Control and Prevention.

- European Centre for Disease Prevention and Control.
- Instituto Nacional de Estadística.
- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.
- Instituto de Salud Carlos III.

### 5.2.1. Incidencia de la peste

La peste negra, causada por *Yersinia pestis*, es una enfermedad con elevada tasa de letalidad sin tratamiento, entre el 30-60%. Se estima que a lo largo de la historia se ha cobrado la vida de más de 50 millones de personas y ha causado pandemias con elevadas tasas de mortalidad. En la actualidad podemos encontrarla en países endémicos, donde hay focos permanentes, normalmente en zonas rurales donde están en contacto con ratones salvajes infectados (Figura 6).

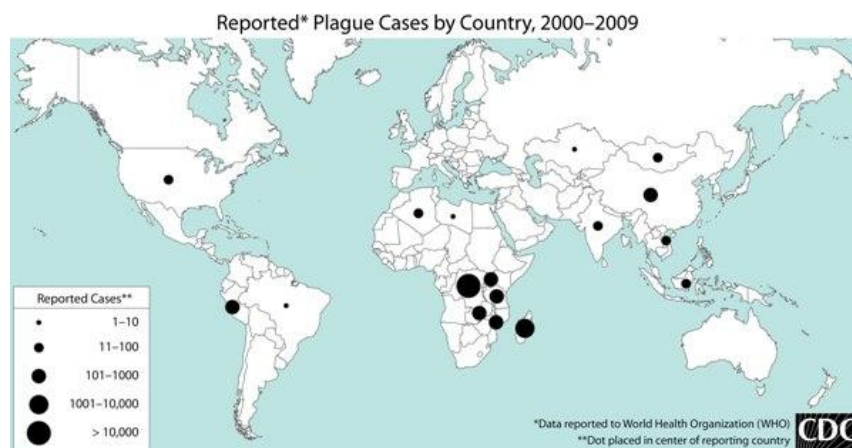


Figura 6. Distribución mundial de casos de peste notificados desde el año 2000 al 2009. Fuente: Organización Mundial de la Salud (<http://www.who.int/es/>)

Distribución actual (Figura 6):

- Europa occidental y Australia: en ambas zonas se considera erradicada, en Europa los últimos casos notificados se dieron en Córcega en el año 1945 (13 casos) y en París en 1920 (alrededor de 1000 casos). En la última década no se ha notificado ningún caso en ninguna de estas zonas.
- Asia y el sureste de Europa: existen focos localizados que se centran en China, Mongolia, Indonesia.
- África: más del 90% de los casos notificados de esta enfermedad se concentran en países africanos, destacando República Democrática del Congo, Madagascar, Mozambique y Uganda. Se han reportado entre 1000 y 10000 en todos estos países. En la actualidad el país más afectado en todo el mundo es Madagascar.
- América: en Sudamérica se ven afectados principalmente Perú y Brasil, destacando, como observamos en la Figura 6, Perú con cifras de entre 100 y 1000 casos notificados. En

Estados Unidos la última plaga tuvo lugar entre 1924-1925, desde entonces los casos se han centrado en el norte de Nuevo México, Noreste de Arizona, Colorado, California, Oregon y Nevada, llegando a notificarse hasta 17 casos al años.

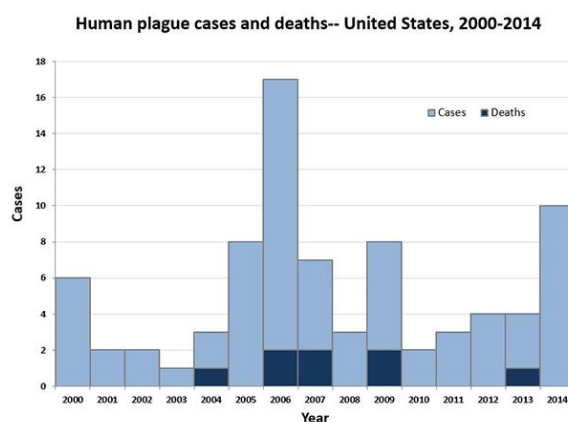


Figura 7. Gráfico del número de casos y muertes notificados en Estados Unidos a causa de la peste entre los años 2000-2014.

Fuente: Center for Disease Control and Prevention (<http://www.cdc.gov>)

La tendencia en Estados Unidos en los últimos años es el aumento de casos de la enfermedad (Figura 7).

De forma global se notifican al año entre 1000 y 2000 casos de peste y la OMS considera que el número de casos puede ser aún mayor si se tiene en cuenta que en países en desarrollo es difícil establecer el número exacto de casos por falta de recursos.

En la Tabla 8 recogemos los datos de los últimos brotes de esta enfermedad que se han notificado en diferentes países en todo el mundo:

Tabla 8. Brotes de peste diagnosticados en la última década

País	Año	Número de casos
República Democrática del Congo	2006	1400
China	2009	12
Perú	2010	4
Madagascar	2014	335
Madagascar	2015	14

Fuentes: elaboración propia. Datos recopilados de Organización Mundial de la Salud (<http://www.who.int/es>) y Asociación de Médicos de Sanidad exterior (<http://www.amse.es/>)

Queda demostrado que Madagascar es el país más endémico para esta enfermedad (Tabla 8) y que en la actualidad sigue registrando brotes, además observamos que África sigue siendo el continente que presenta mayor crecimiento de casos de peste.



### 5.2.2. Incidencia de la enfermedad de Lyme

La verdadera incidencia de esta enfermedad, causada por *Borrelia burgdorferi*, es difícil de conocer debido a su difícil diagnóstico y a que no es una enfermedad de declaración obligatoria, la mayoría de las notificaciones de casos provienen de países desarrollados.

- Europa: como ya hemos comentado no existe una estadística oficial sobre el número de casos que se han dado de esta enfermedad porque no existe un acuerdo sobre la definición de caso clínico de enfermedad de Lyme. Sin embargo en la Figura 9 que se muestra a continuación podemos ver un mapa de la distribución del vector en los países europeos.

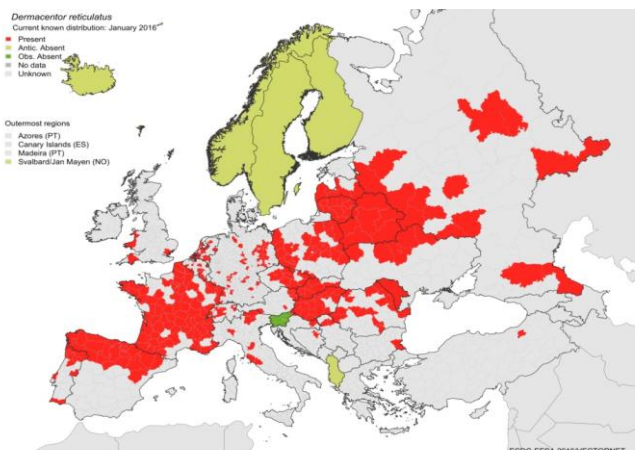


Figura 9. Mapa de distribución de garrapata *Dermacentor* en Europa

Fuente: Organización Mundial de la Salud (<http://www.who.int/es>)

Observamos en rojo los países en los que se ha demostrado la presencia del vector, en los tonos verdes aquellos países en los que hace al menos 5 años que no se detecta la garrapata y en un tono más claro de verde aquellos en los que no hay evidencia de presencia del vector. El resto del mapa, de color gris, corresponde a las zonas de las que no se tienen datos.

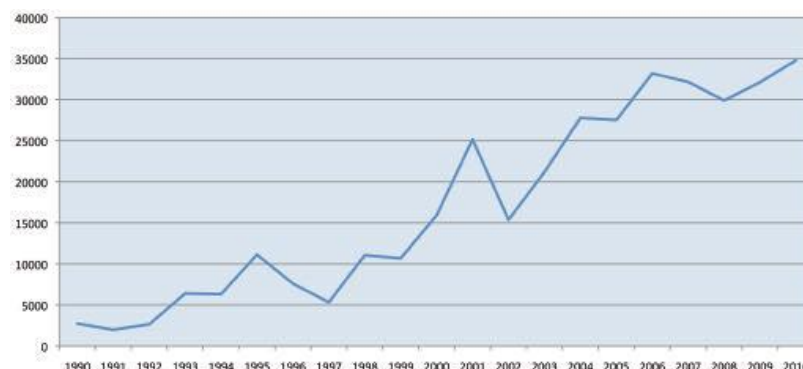


Figura 10. Número de casos de enfermedad de Lyme notificados en Europa entre 1990-2010.

Fuente: Center for Disease Control and Prevention (<http://www.cdc.gov>)

Se está produciendo un aumento de casos de enfermedad de Lyme (Figura 10), alcanzándose los 35.000 en 2010 frente a los 25.000 casos que se registraron en el año 2000, esto puede deberse según los estudios recientes al cambio de temperatura provocado por el cambio climático.

- Estados Unidos: al igual que ocurre en Europa existe alta prevalencia de casos notificados, considerándose la enfermedad transmitida por vectores con mayor prevalencia en el país.

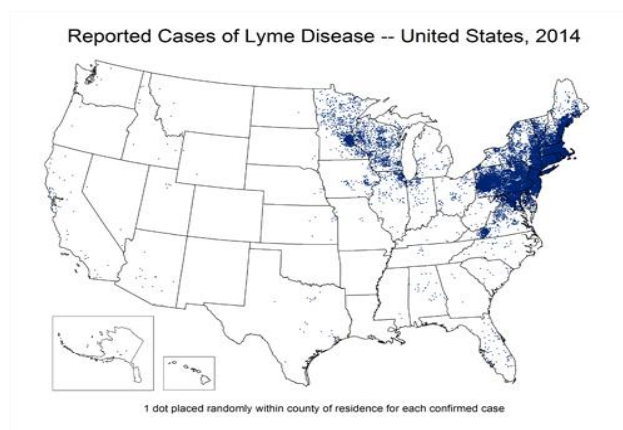


Figura 11. Distribución de los casos de enfermedad de Lyme notificados en las distintas zonas de Estados Unidos durante en el año 2014.

Fuente: Center for Disease Control and Prevention (<http://www.cdc.gov>)

La distribución de la enfermedad no es homogénea en todo el país (Figura 11), si no que la notificación de casos se concentra en el medio este, destacando en 14 estados entre los que se encuentra Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, Minnesota, New Hampshire. En la Tabla 12 se recogen los casos que se han producido en Estados Unidos desde 2005 a 2014, ya que en este país está considerada una enfermedad de declaración obligatoria.

Tabla 12. Casos totales confirmados por cada 100.000 habitantes en Estados Unidos.

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Nº casos	23.305	19.931	27.444	28.921	29.959	22.561	24.364	22.014	27.203	25.359

Fuente: elaboración propia. Datos recopilados de Center for Disease Control and Prevention (<http://www.cdc.gov>)

- África y Asia: en ambos continentes puede encontrarse el vector y casos de la enfermedad en humanos, sin embargo no existen registros oficiales del número de casos notificados.
- Australia: hay una controversia sobre la existencia del vector en dicho continente y aún no se ha demostrado si los escasos casos que se han producido se deben a la bacteria *Borrelia burgdorferi* o a otra especie que provoque síntomas similares. Por ello no existen estadísticas epidemiológicas de enfermedad de Lyme en Australia.

### 5.2.3. Incidencia de la fiebre recurrente epidémica

Enfermedad causada por *Borrelia recurrentis*, históricamente han ocurrido grandes epidemias de fiebre recurrente transmitida por piojos en África y Europa, especialmente en los periodos de guerras y en los campos de refugiados, cuando la gente estaba altamente infectada con piojos corporales. En la actualidad, la infección se limita a zonas donde la bacteria es endémica, como Sudán, Etiopía y Somalia. Por todo ello sigue siendo un grave problema en el noreste de África, pero el número de casos en el resto del mundo es realmente bajo. Sin embargo en año 2015 se diagnosticaron 27 casos en Europa (Tabla 13):

Tabla 13. Casos de fiebre recurrente diagnosticados en países europeos en el año 2015

País	Alemania	Finlandia	Italia	Países bajos	Suiza
Nº casos	15	1	8	2	1

Fuente: elaboración propia. Datos recopilados de European Centre for Disease Prevention and Control (<http://ecdc.europa.eu/>)

Como vemos en la Tabla 13 hasta 27 casos fueron diagnosticados en países europeos entre julio y octubre del año 2015, esto se debe a las migraciones de personas del noreste de África, donde la enfermedad es endémica.

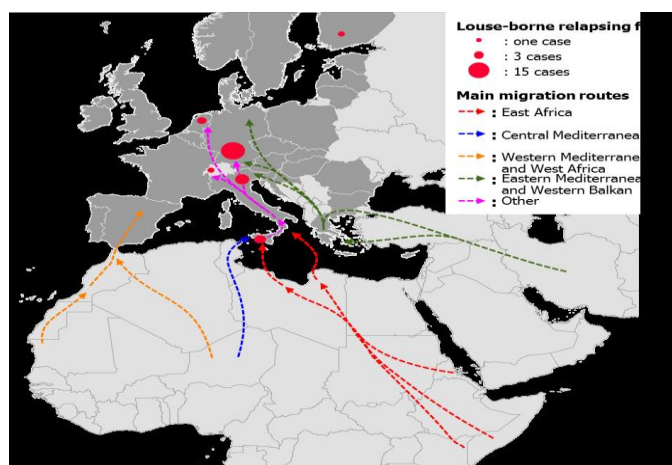


Figura 14. Mapa de las rutas seguidas por los inmigrantes diagnosticados con fiebre recurrente epidémica en países europeos.

Fuente: Center for Disease Control and Prevention (<http://www.cdc.gov>)

En la Figura 14 se pueden observar las rutas seguidas por los inmigrantes desde África a Europa y cómo se ha transmitido la enfermedad desde zonas donde es endémica hasta los países europeos. Al transmitirse a través de los piojos del cuerpo suele ocurrir en epidemias tras situaciones de guerra, hacinamiento o zonas muy pobres. Por todo ello es endémica en Etiopía, Sudán, Somalia, Eritrea y algunas zonas de China pero no existen estadísticas de datos oficiales, aunque sabemos que el porcentaje de mortalidad está entre el 30 y 70%. En Estados Unidos tampoco es endémica ni aparecen datos del número de casos recogidos en CDC

#### 5.2.4. Incidencia de la fiebre recurrente endémica

*Borrelia hispanica* es una de las bacterias causantes de la fiebre recurrente transmitida por garrapatas, hasta 15 especies del género *Borrelia* pueden causar esta enfermedad y según la zona geográfica será responsable un determinado vector.

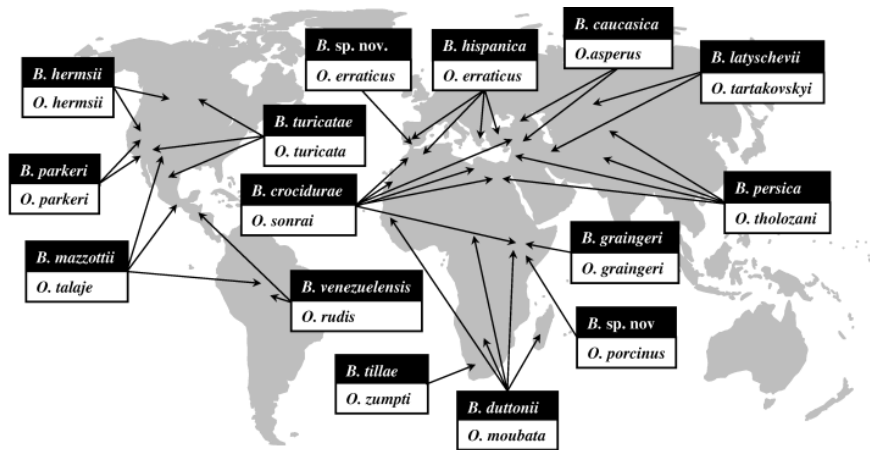


Figura 15. Mapa de distribución mundial de las bacterias del género *Borrelia* con sus correspondientes vectores.

Fuente: Center for Disease Control and Prevention (<http://www.cdc.gov>)

En la Figura 15 vemos la distribución geográfica de cada especie y sus vectores del género *Ornithodoros*.

- Estados Unidos: la mayoría de los casos se registran en los estados occidentales, siendo más frecuentes en California, Washington y Colorado. Desde el año 1990 hasta 2011 un total de 483 casos de fiebre recurrente fueron notificados al CDC.
- La fiebre recurrente se considera endémica también en Canadá (al sur de la Columbia británica), México, centro y Sudamérica, en cada zona con su especie y vector correspondiente.
- En cuanto a África, Europa y Asia, la enfermedad se considera endémica en todo el continente africano, en la región del Mediterráneo, así como en Rusia. En el caso concreto de *Borrelia hispanica* podemos encontrarla en España, Portugal, Chipre, Grecia y el norte de África.

En el caso de esta bacteria no se dispone de registro oficial del número de casos, aunque en las estimaciones se considera que está bastante infravalorada por la baja sospecha de la enfermedad y la dificultad en el diagnóstico.

### 5.2.5. Incidencia de la tularemia

La tularemia, producida por *Francisella tularensis*, es una enfermedad que salvo raras excepciones se presenta en el Hemisferio Norte.

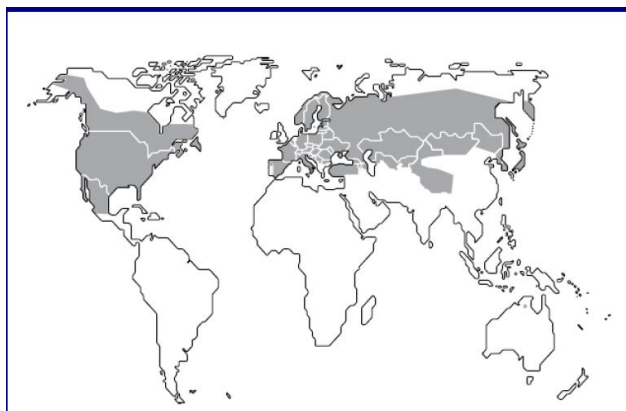


Figura 16. Distribución geográfica mundial de los casos de tularemia desde 1952 a 2006.

Fuente: Organización Mundial de la Salud (<http://www.who.int/es>)

Como podemos ver en la Figura 16 no se han dado casos de tularemia en América del sur o África, en Australia se diagnosticó un único caso en humanos.

- Europa: la mayoría de casos se registran en países de Europa del este. En la tabla 17 se recoge el número de casos notificados por las agencias de vigilancia al ECDC de distintos países europeos.

Tabla 17. Número de casos confirmados de tularemia en la Unión europea en el periodo 2008-2012

País	2008	2009	2010	2011	2012
Austria	8	2	3	0	2
Bélgica	0	0	0	0	0
Bulgaria	3	7	3	0	0
Chipre	0	0	0	0	0
República checa	109	64	50	57	42
Estonia	1	0	0	2	0
Finlandia	116	405	91	75	233
Francia	104	16	22	16	5
Alemania	15	10	31	17	21
Grecia	0	0	0	0	0
Hungría	25	38	126	15	18
Irlanda	0	0	0	0	0
Italia	43	2	1	0	2

<b>Letonia</b>	0	0	0	0	6
<b>Lituania</b>	2	1	1	0	3
<b>Luxemburgo</b>	0	0	0	0	0
<b>Malta</b>	0	0	0	0	0
<b>Polonia</b>	0	1	4	6	6
<b>Rumania</b>	0	0	4	0	0
<b>Eslovaquia</b>	25	22	17	5	8
<b>Eslovenia</b>	2	1	0	0	4
<b>España</b>	58	12	1	1	1
<b>Suiza</b>	382	244	484	350	590
<b>Reino Unido</b>	0	0	1	0	0
<b>Noruega</b>	66	13	33	180	50
<b>Total UE</b>	959	838	872	724	991

Fuente: European Centre for Disease Prevention and Control (<http://ecdc.europa.eu/>)

Suecia, Noruega y Finlandia son los países más afectados (Tabla 17). Entre los años 2008-2011 se observa una leve disminución en el número de casos notificados, sin embargo en 2012 parecen volver a aumentar debido principalmente al aumento de casos en Suecia y Finlandia.

- Estados Unidos: es otra zona bastante afectada por esta enfermedad. En la Tabla 18 se recoge el total de casos notificados en todos los estados.

Tabla 18. Casos notificados de tularemia en Estados Unidos en el periodo 2005-2014.

<b>Año</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Total casos</b>	154	95	137	123	93	124	166	149	203	180

Fuente: elaboración propia. Datos recopilados de Center for Disease Control and Prevention (<http://www.cdc.gov>)

Missouri, Arkansas, Oklahoma, Massachusetts y Dakota del Sur son los estados que registran mayor tasa de la enfermedad. Durante los años 50 se registraban en torno a mil casos de tularemia en Estados Unidos, pero con los años el número ha ido disminuyendo hasta 100-200 casos al año.

- Asia: Rusia es considerada también zona endémica de esta bacteria, aunque al igual que en Estados Unidos se ha observado una gran disminución en el número de casos, pasando de unos 100.000 al año a unos pocos cientos. Kazajistán, Turquía y Japón son otros países en los que se han detectado focos endémicos.

- Finalmente habría que destacar Canadá, donde también se notifican casos regularmente y México, de forma excepcional.

En todo caso es una enfermedad que según los datos de la OMS puede presentarse en brotes que pueden llegar a durar años, seguidos de periodos de ausencia de la enfermedad, un hecho que todavía no tiene explicación.

### 5.2.6. Incidencia de la fiebre de las montañas rocosas

*Rickettsia rickettsii* es la bacteria causante de la fiebre de las montañas rocosas, una enfermedad de la que no hay casos documentados en zonas diferentes a América. Su distribución se limita a Estados Unidos, Canadá, México y algunos países de Sudamérica.

- Estados Unidos: es de los países más afectados por esta enfermedad, en la última década se está observando un notable aumento del número de casos, por lo que se considera la fiebre de las montañas rocosas como una enfermedad reemergente.

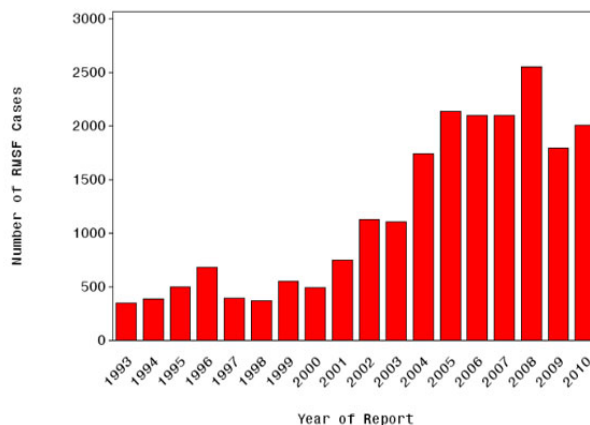


Figura 19. Número de casos notificados al CDC en EE.UU desde 1993 a 2010.

Fuente: Center for Disease Control and Prevention (<http://www.cdc.gov>)

En la Figura 19 se pone de manifiesto la razón de ser considera una enfermedad reemergente, solo hay que comparar los 345 casos notificados en 1993 con los 1.790 casos notificados en 2010 para darse cuenta del grave aumento de casos que se está produciendo. A partir de 2010 los casos han empezado a contabilizarse dentro del grupo de rickettsiosis fiebres manchadas.

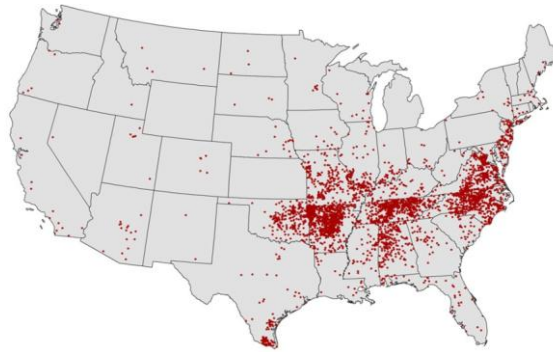


Figura 20. Número de casos de fiebre de las montañas rocosas notificados en EE.UU en 2014.  
Fuente: Center for Disease Control and Prevention (<http://www.cdc.gov>).

Podemos observar la distribución de los casos notificados por cada estado (Figura 20), destacando Carolina del Norte y del Sur, Virginia, Maryland, Georgia, Tennessee y Oklahoma como los más afectados.

- Otras zonas de América en las que se han notificado casos son: Canadá, México, Centroamérica y Sudamérica, especialmente en Panamá, Argentina, Costa Rica, Y Brasil. En el último año se ha convertido en un problema especialmente grave en la Baja California, donde se han detectado más de 900 casos con hasta 22 fallecimientos en el año 2015.

### 5.2.7. Rickettsiosis

El Centro de Control y Prevención de enfermedades europeo recoge de forma conjunta todos los casos que se notifican en los países de la Unión Europea producidos por las distintas especies de rickettsias. En el mapa que se muestra en la Figura 21 aparecen los países en los que se han detectado casos de rickettsiosis en humanos (color naranja) y aquellos en los que no se han notificado o no hay datos (color verde).

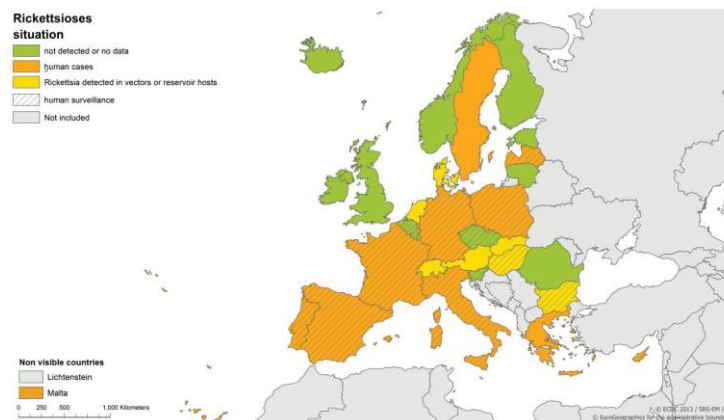


Figura 21. Situación de los casos ocurridos de rickettsiosis en Europa en el año 2013.  
Fuente: European Centre for Disease Prevention and Control (<http://ecdc.europa.eu/>)



De todos los países que conforman la Unión Europea solo 14 han desarrollado un sistema de vigilancia de rickettsias, destacan España, Italia y Portugal con el mayor número de casos notificados. En el resto de países los casos son más limitados por lo que no se da tanta importancia al diagnóstico y notificación de las enfermedades rickettsiales. A continuación, en la Tabla 22 se recogen los países que tienen vigilancia, en qué especies se centran y el número de casos ocurridos.

Tabla 22 Especies del género *Rickettsia* que se vigilan en cada país ( periodo 2000-2010)

País	<i>R.conorii</i>	<i>R.typhi</i>	<i>R.prowazekii</i>	Casos
<b>Bélgica</b>	X	X		-
<b>Bulgaria</b>	X	X		-
<b>Chipre</b>		X		N
<b>República checa</b>	X	X		6 (2000-2010)
<b>Francia</b>	X	X		-
<b>Alemania</b>			X	-
<b>Hungría</b>				-
<b>Italia</b>	X	X		N
<b>Letonia</b>	X	X		-
<b>Malta</b>	X	X		7 (2000-2010)
<b>Polonia</b>	X	X	X	3 (2000-2010)
<b>Portugal</b>	X			N
<b>Eslovenia</b>			X	0
<b>España</b>	X			N

Fuente: elaboración propia. Datos recopilados de European Centre for Disease Prevention and Control (<http://ecdc.europa.eu/>)

-;No hay datos oficiales del número de casos, N; alto número de casos.

En la Tabla 22 podemos observar que, a pesar de tener programas de vigilancia, hay países que no tienen estadísticas oficiales que recojan los casos que se han producido en estos últimos años, otros en los que el número de casos es bajo, como Malta y Polonia. Finalmente destacamos España, Italia, Portugal y Chipre que presentan un número elevado de casos al año, recogidos en los gráficos que se muestran en la Figura 23.

Figure 14. Number of rickettsiosis cases by year, Spain (n=1 920, no data available for 2010)

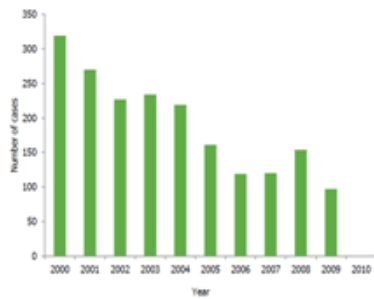


Figure 5. Number of rickettsiosis cases by year, Italy (n=4 609, data available over the period 2001-2009)

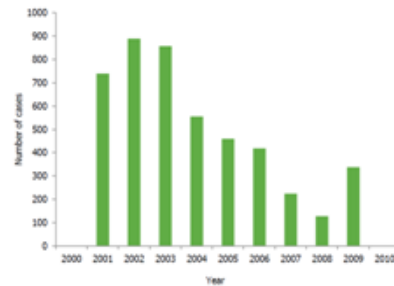


Figure 3. Number of rickettsiosis cases by year, Cyprus (n=193)

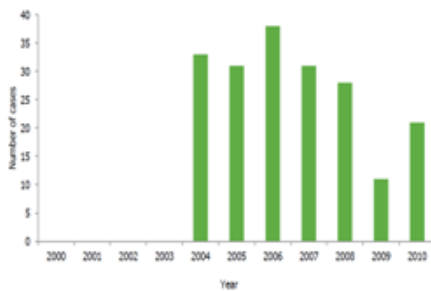


Figure 11. Number of rickettsiosis cases by year, Portugal (n=4 291)

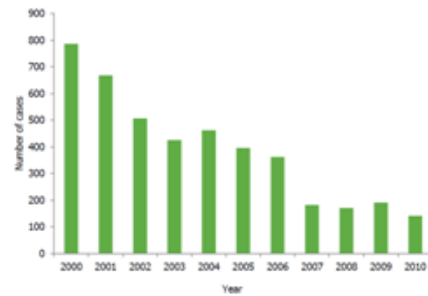


Figura 23. Gráficos con el número de casos ocurridos desde el año 2000 al 2010 en España, Italia, Chipre y Portugal respectivamente.

Fuente: European Centre for Disease Prevention and Control (<http://ecdc.europa.eu/>)

A continuación desarrollamos de forma breve la distribución de cada una de las rickettsiosis:

- Fiebre botonosa mediterránea: producida por *Rickettsia conorii* es la enfermedad producida por rickettsias más común en Europa, como hemos podido comprobar en la cuenca del Mediterráneo. Tiene también incidencia en África, Asia y la India, aunque no se han encontrado datos oficiales de casos notificados. Los casos excepcionales notificados en América se deben a migraciones de personas procedentes de zonas endémicas de Europa.
- Tifus endémico: producido por *Rickettsia typhi*, además de en Europa el tifus murino es una enfermedad que también podemos encontrar en Norte y Sudamérica. En Estados Unidos no es una enfermedad de declaración obligatoria, por lo que es difícil conocer la incidencia real, excepto en California, Texas y Hawaii. En California se han diagnosticado entre 3-21 casos cada año durante la última década, Texas presenta un número aún mayor entre 9 y 72 casos anuales, Hawaii por el contrario tiene una prevalencia menor con unos 3-6 casos al año. En Sudamérica es también común encontrar casos de esta enfermedad.

- Tifus epidémico: *Rickettsia prowazekii* es la bacteria causante, como podemos ver en el apartado referente a Europa esta es una especie poco común en el continente europeo, pocos países la tienen incluida en sus sistemas de vigilancia. Se trata de una enfermedad muy común en África, pero también se han detectado casos en Centro y Sudamérica y en el norte de China. En Estados Unidos se diagnostican casos de forma esporádica, el último brote tuvo lugar en 2013, en Galveston Texas, donde se produjeron 12 casos.
- Fiebre tsutsugamushi: causada por *Orientia tsutsugamushi* es una enfermedad que rara vez se presenta fuera del suroeste del pacífico o Asia. Es muy común en Asia central y oriental, en el norte de Australia y Pakistán, con una alta prevalencia en Tailandia. En el año 2015 se confirmaron 31 casos en Taiwán.

### 5.2.8. Incidencia de la fiebre de las trincheras

La fiebre de las trincheras, producida por *Bartonella quintana*, fue una enfermedad muy común durante la Segunda Guerra mundial entre los soldados, de ahí su nombre. En la actualidad la mayoría de casos se registran entre personas sin hogar e inmunodeprimidos. Las zonas de mayor prevalencia son Europa y Rusia, aunque también podemos encontrarlos en zonas cercanas a los Andes, Perú, Colombia, Ecuador y casos esporádicos en Bolivia, Chile y Guatemala. China y África son también zonas de diagnóstico de esta enfermedad. A pesar de tratarse de una infección bacteriana poco común actualmente entre la población se considera reemergente y un riesgo a tener en cuenta entre la población sin hogar.

Una vez que hemos visto los datos epidemiológicos de las enfermedades podemos concluir que, salvo la peste, todas las enfermedades estudiadas están sufriendo una reemergencia. Ya sea por el cambio climático o las condiciones sociales, el aumento de casos y la expansión en la distribución de estas enfermedades en el mundo está convirtiéndose en un problema cada vez mayor. Por ello, se está incidiendo en campañas para dar a conocer las medidas profilácticas que se deben adoptar frente a estos vectores y tomando medidas para disminuir sus poblaciones. Los primeros mecanismos para reducir la población de artrópodos consistieron en destruir sus criaderos, luego comenzaron a emplearse los insecticidas químicos y a intentar reducir el contacto con humanos mediante barreras físicas (ropa, redes de cobertura), hasta que finalmente se han desarrollado las técnicas genéticas (Rinker y cols., 2016). En cuanto a la profilaxis se recomienda la desinsectación y desratización, el aislamiento de los pacientes infectados, así como quimioprofilaxis y vacunación en zonas endémicas.

### 5.2.9. Epidemiología en España

De las enfermedades desarrolladas en los apartados anteriores, en España solo son consideradas de declaración obligatoria la peste y la tularemia. Al ser EDO se recoge el número de casos notificados en el boletín epidemiológico que publica el instituto de Salud Carlos III. En el último boletín, publicado el 31 de mayo de 2016 se puede ver que en lo que va de año solo se ha notificado un caso de tularemia (Castilla y León) y ningún caso de peste, por lo que no pueden considerarse enfermedades reemergentes en nuestro país.

Centrándonos en las enfermedades con incidencia real en España tendríamos que destacar únicamente la fiebre botonosa mediterránea, causada por *Rickettsia conorii* y la enfermedad de Lyme, causada por *Borrelia burgdorferi*. Al no ser enfermedades de declaración obligatoria, los últimos datos publicados se encuentran en el informe anual del sistema de información microbiológica publicado también por el Instituto de Salud Carlos III. Este último informe fue publicado en el año 2015 con los datos recogidos durante 2013 (Tabla 24).

Tabla 24. Casos confirmados de Enfermedad de Lyme y fiebre botonosa mediterránea durante el año 2013 en España.

Enfermedad	Comunidad Autónoma	Número de casos
<b>Enfermedad de Lyme</b>	Ceuta	2
	País Vasco	3
	Total	5
<b>Fiebre botonosa mediterránea</b>	Aragón	2
	Cataluña	4
	Navarra	1
	Total	7

Fuente: elaboración propia. Datos tomados de Sistema de Información Microbiológica. Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III. Informe anual del Sistema de Información Microbiológica 2013. Madrid, 2015.

Estos datos contrastan fuertemente con los que pueden obtenerse de otras fuentes de información, donde se cuentan cientos de casos anuales. Como ya hemos dicho al no tratarse en España de enfermedades de declaración obligatoria el conocimiento de la realidad epidemiológica es limitado y se estima que se producen muchos más casos, se trata de enfermedades muy infravaloradas. A pesar de ello desde hace unos años se observa una tendencia creciente de estas enfermedades en España debido posiblemente al aumento de las temperaturas y la práctica de actividades al aire libre. Es esta tendencia ascendente en el número de casos la que ha provocado que España desarrolle un sistema de vigilancia y control de *Rickettsias*, especialmente *R. conorii*.

## 6. CONCLUSIONES

- Las enfermedades bacterianas transmitidas por vectores son indudablemente un problema actual. Como hemos podido observar en el apartado de epidemiología, de todas las enfermedades revisadas en este trabajo se está produciendo un aumento de casos a nivel mundial, salvo de la peste. Este aumento está estrechamente relacionado con la expansión de los vectores a nuevas zonas geográficas debido al cambio climático y el aumento de temperatura que estamos experimentando en los últimos años. Todo ello, unido a la llegada de estas enfermedades a regiones donde no son endémicas debido a las migraciones de personas infectadas está produciendo el resurgimiento de las enfermedades bacterianas transmitidas por vectores.
- Piojos y garrapatas destacan como los vectores más eficientes en las enfermedades bacterianas. En el caso de las garrapatas su eficiencia se debe a la transmisión transovariana y al aumento de población que están sufriendo como consecuencia del cambio climático. En el caso de los piojos su alta eficiencia está garantizada gracias a su alimentación intermitente que infecta a numerosos huéspedes en poco tiempo y genera una alta distribución; en la actualidad es alarmante el número de personas altamente infectadas con estos parásitos. En las enfermedades revisadas en este trabajo es el vector y no el huésped lo más relevante.
- Podemos considerar la peste una enfermedad erradicada prácticamente en todo el mundo, salvo en África y focos localizados en China y Mongolia. No es considerada enfermedad reemergente, aunque los casos que se producen cada año en África probablemente estén infravalorados. En el caso de la fiebre recurrente epidémica ocurre algo similar, la notificación de casos en la actualidad se limita a regiones de África, sin embargo esta enfermedad está bajo mayor vigilancia actualmente por la aparición de los primeros casos en Europa durante 2015 debido a las migraciones.
- La tularemia es una enfermedad con una incidencia elevada en Europa del este, Estados Unidos, Canadá y Rusia. En la última década se ha observado un aumento en el número de casos, sin embargo se trata de una enfermedad que suele presentarse en brotes que pueden durar años, seguidos de etapas de ausencia de casos.
- La enfermedad de Lyme y la fiebre botonosa son dos enfermedades de difícil diagnóstico, por lo que en ambos casos se cree que la incidencia real de dichas enfermedades está infravalorada. A pesar de ello, ambas se consideran reemergentes por el aumento del número de casos notificados, la fiebre botonosa es endémica en África, la zona mediterránea y Rusia y la enfermedad de Lyme es común en Europa y Estados Unidos.
- En cuanto a las rickettsiosis destacar la fiebre de las montañas rocosas por el elevado número de casos que se han notificado durante la última década en numerosas zonas de Estados Unidos, considerándose actualmente enfermedad reemergente.
- En España, de las enfermedades bacterianas transmitidas por vectores revisadas solo se ha encontrado incidencia de la fiebre botonosa mediterránea y la enfermedad de Lyme. Los casos notificados son pocos, aunque se considera que se producen muchos más que no son bien diagnosticados. La prevalencia es mayor en zonas rurales por mayor riesgo de contacto con los vectores.
- Una vez revisada la epidemiología de las principales enfermedades bacterianas transmitidas por vectores, podemos concluir que, entre los principales problemas que hay que abordar para conseguir disminuir el número de casos se encuentra el desarrollo de programas de vigilancia en países en desarrollo. Además, es necesario crear un organismo al que se notifiquen los casos a nivel mundial para así poder comparar la incidencia real de las enfermedades en todo el mundo. Finalmente es también clave la correcta actuación ante situaciones sociales catastróficas

como la que está viviendo Europa con la actual crisis de los refugiados, para evitar el resurgimiento de este tipo de enfermedades.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. Akyildiz AC, Speelman L, Nieuwstadt HA, van Brummelen H, Virmani R, van der Lugt A, et al. The effects of plaque morphology and material properties on peak cap stress in human coronary arteries. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2016; 19(7):771–9.
2. Antinori S, Mediannikov O, Corbellino M, Raoult D. Louse-borne relapsing fever among East African refugees in Europe. *Travel Med Infect Dis.* 2016; 22(2): 298-300.
3. Azad AF, Beard CB. *Rickettsial* pathogens and their arthropod vectors. *Emerg Infect Dis.* 1998; 4(2): 179–86.
4. Monsalve S, Mattar S, González M. Zoonosis transmitidas por animales silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y reemergentes. *Rev MVZ Córdoba.* 2009; 14(2): 1762–73.
5. Bäckman S, Näslund J, Forsman M, Thelaus J. Transmission of tularemia from a water source by transstadial maintenance in a mosquito vector. *Sci Rep.* 2015; 5: 7793-95.
6. Barba-Evia J. Fiebre manchada de las Montañas Rocosas. *Rev Mex Patol Clínica.* 2009; 56(3):193–208.
7. Beninati T, Lo N, Noda H, Esposito F, Rizzoli A, Favia G, et al. First detection of spotted fever group rickettsiae in *Ixodes ricinus* from Italy. *Emerg Infect Dis.* 2002; 8(9): 983–6.
8. Bland DM, Hinnebusch BJ. Feeding Behavior Modulates Biofilm-Mediated Transmission of *Yersinia pestis* by the Cat Flea, *Ctenocephalides felis*. *PLoS Negl Trop Dis.* 2016; 10(2): 1–25.
9. Boutellis A, Mediannikov O, Bilcha KD, Ali J, Campelo D, Barker SC, et al. *Borrelia recurrentis* in head lice, Ethiopia. *Emerg Infect Dis.* 2013; 19(5): 796–8.
10. Brites-Neto J, Maria Duarte Roncato K, Martins TF. Tick-borne infections in human and animal population worldwide. *Vet World.* 2015; 8(3): 301–15.
11. Bulman GM, Lamberti JC. Parásitos y enfermedades parasitarias emergentes y reemergentes. *Sitio Argentino Prod Anim.* 2011; 1: 1–15.
12. Caimano MJ, Drecktrah D, Kung F, Samuels DS. Interaction of the Lyme disease spirochete with its tick vector. *Cell Microbiol.* 2016; 18(7): 919-27.
13. Civen R, Ngo V. Murine Typhus: An Unrecognized Suburban Vectorborne Disease. *Clin Infect Dis.* 2008; 46(6): 913–8.
14. Coulaud P-J, Lepolard C, Bechah Y, Berenger J-M, Raoult D, Ghigo E. Hemocytes from *Pediculus humanus humanus* are hosts for human bacterial pathogens. *Front Cell Infect Microbiol.* 2015; 4: 1–6.
15. Diatta G, Mediannikov O, Sokhna C, Bassene H, Socolovschi C, Ratmanov P, et al. Prevalence of *Bartonella quintana* in patients with fever and head lice from rural areas of Sine-Saloum,

- Senegal. 2014; 91(2):291–3.
16. Drali R, Sangar AK, Boutellis A, Angelakis E, Veracx A, Socolovschi C, et al. *Bartonella quintana* in body lice from scalp hair of homeless persons, France. *Emerg Infect Dis.* 2014; 20(5): 907–8.
  17. Eisen RJ, Dennis DT, Gage KL. The Role of Early-Phase Transmission in the Spread of *Yersinia pestis*. *J Med Entomol.* 2015; 52(6): 1183–92.
  18. Escudero-Nieto R, Guerrero-Espejo A. Enfermedades producidas por *Borrelia*. *Enferm Infecc Microbiol Clin.* 2005; 23(4): 232–40.
  19. Goethert HK, Telford SR. Nonrandom distribution of vector ticks (*Dermacentor variabilis*) infected by *Francisella tularensis*. *PLoS Pathog.* 2009; 5(2): 1-7.
  20. Gürcan S. Epidemiology of tularemia. *Balkan Med J.* 2014; 31(1): 3–10.
  21. Jorge Zavala C, Alfredo Ruiz S, Jorge Zavala V. Las Rickettsias del grupo de las fiebres manchadas: Respuesta inmune y sus proteínas inmunodominantes. *Rev Med Chil.* 2004; 132(3): 381–7.
  22. López-Vélez R, Moreno RM. Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Rev Esp Salud Publica.* 2005; 79(2): 177–90.
  23. Lotfy WM. Plague in Egypt: Disease biology, history and contemporary analysis: A minireview. *J Adv Res.* 2015; 6(4): 549–54.
  24. Mani RJ, Metcalf JA, Clinkenbeard KD. *Amblyomma americanum* as a bridging vector for human infection with *Francisella tularensis*. *PLoS One.* 2015; 10(6): 1–16.
  25. Martínez FV, Arenas R, Segura CB, Fernández CV, Guerrero ET. Tularemia. Una revisión. *Dermatologia Cosmet Medica y Quir.* 2010; 8(2): 110–6.
  26. Ballesteros V, Rueda P, Daponte A. Cambio climático II: Fauna y vectores. *OSMAN.* 2012; 2: 1-22.
  27. Palma M, Lopes de Carvalho I, Figueiredo M, Amaro F, Boinas F, Cutler SJ, et al. *Borrelia hispanica* in *Ornithodoros erraticus*, Portugal. *Clin Microbiol Infect.* 2012; 18(7): 696–701.
  28. Petersen JM, Mead PS, Schriefer ME. *Francisella tularensis*: an arthropod-borne pathogen. *Vet Res.* 2009; 40(2): 1-9.
  29. Rinker DC, Pitts RJ, Zwiebel LJ. Disease vectors in the era of next generation sequencing. *Genome Biol.* 2016; 17(1): 95-106.
  30. Sangar AK, Boutellis A, Drali R, Socolovschi C, Barker SC, Diatta G, et al. Detection of *Bartonella quintana* in African body and head lice. *Am J Trop Med Hyg.* 2014; 91(2): 294–301.
  31. Spielman A, Levine JF, Wilson ML. Vectorial capacity of north American Ixodes ticks. *Yale J Biol Med.* 1984; 57(4): 507–13.
  32. Trape JF, Diatta G, Arnathau C, Bitam I, Sarih M, Belghyti D, et al. The epidemiology and geographic distribution of relapsing fever borreliosis in West and North Africa, with a review of

the *Ornithodoros erraticus complex* (Acari: Ixodida). PLoS One. 2013; 8(11): 1–19.

33. Organización Panamericana de la Salud. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Washington, DC: OPS; 2013. ISBN: 9275119929.
34. Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica Instituto Carlos III. Protocolos de la red nacional de vigilancia epidemiológica. Madrid: ISC; 2015. N.I.P.O. en línea: 725-14-01-05.

#### **Libros:**

1. Murray, P.R., Rosentahl, K.S y Pfaller, M.A. Microbiología Médica. 7ª ed. Barcelona, España: Elsevier; 2013.
2. Pumarola, A., Rodríguez Torres, A., García Rodríguez, J.A. y Piédrola Angulo, G. Microbiología y Parasitología Médica. 2ª ed. Barcelona, España: Salvat; 1995.
3. Szyfres, B. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. 3ª ed. Washington D.C: Sociedad Panamericana de la Salud; 2003.
4. Gállego, J. Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos de interés sanitario. 17ª ed. Barcelona, España: Universidad de Barcelona; 2007.
5. Farreras, P., Cadellach, F. Medicina interna. 17ª ed. Barcelona, España: Elsevier; 2012.

#### **Bases de datos:**

1. Organización Mundial de la Salud [en línea]. [Consultado en abril 2016]. Disponible en : <http://www.who.int/es/>
2. Centers for Disease Control and Prevention [en línea]. [Consultado en abril 2016]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/>
3. European Centre for Disease Prevention and Control [en línea]. [Consultado en abril 2016]. Disponible en: <http://ecdc.europa.eu/en/Pages/home.aspx>
4. Instituto Nacional de Estadística [en línea]. [Consultado en mayo 2016]. Disponible en: <http://www.ine.es/>
5. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad [en línea]. [Consultado en mayo 2016]. Disponible en: <http://www.msssi.gob.es/>
6. Instituto de Salud Carlos III [en línea]. [Consultado en mayo 2016]. Disponible en: <http://www.isciii.es/>