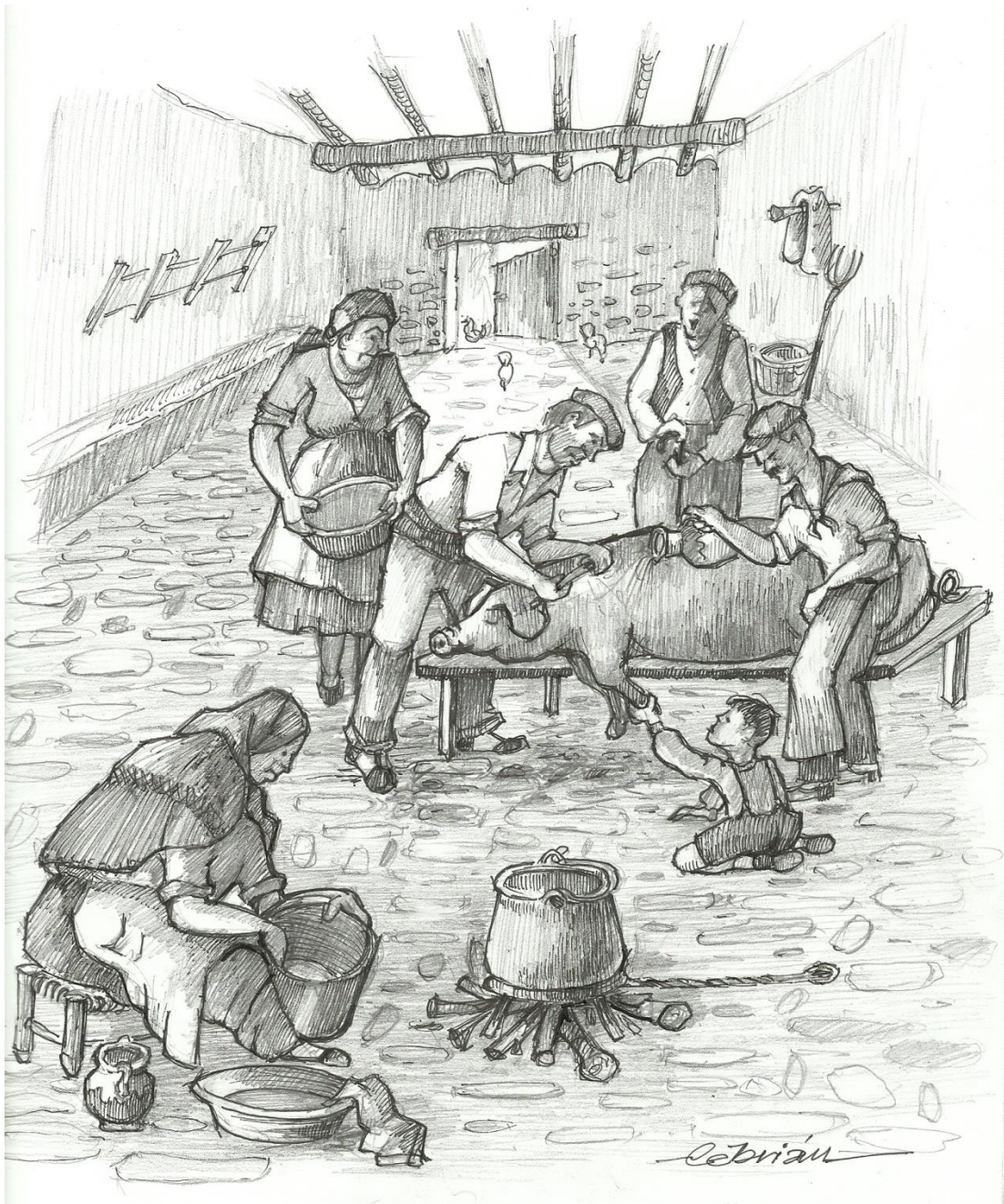




FACULTAD DE FARMACIA

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

“TRIQUINELOSIS”



Celia Sánchez-Moro Luna

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

FACULTAD DE FARMACIA

GRADO EN FARMACIA

Trabajo Fin de Grado



“TRIQUINELOSIS”

Trabajo Bibliográfico realizado por Celia Sánchez – Moro Luna

Tutoras: Concepción Ariza Astolfi y Rocío Callejón Fernández

Departamento de Microbiología y Parasitología. Área de Parasitología

Facultad de Farmacia. 8 de julio de 2016

RESUMEN

La triquinelosis es una zoonosis producida por nematodos del género *Trichinella* transmitida a través del consumo de carne cruda o poco cocinada con quistes de *Trichinella* spp. Presenta una amplia gama de hospedadores omnívoros que dificultan el control del parásito. En Europa destacan el cerdo y el jabalí considerándose por tanto, las fuentes de transmisión más importantes de este parásito en humanos. Actualmente se está investigando sobre la presencia de quistes de *Trichinella* spp. en herbívoros como los caballos tras varios casos de triquinelosis debido al consumo de carne cruda procedente de éstos, por lo que se considera una enfermedad emergente.

Este parasitismo puede ser asintomático o cursar con clínica inespecífica que dificulta el diagnóstico y lo retrasa, favoreciendo el asentamiento de las larvas de *Trichinella* spp. en el músculo. Los principales síntomas son fiebre, edema, cefalea y mialgias que pueden llevar a complicaciones neurológicas, cardiovasculares o respiratorias. Suele ser tratada con antihelmínticos, acompañado en algunos casos con glucocorticoides o antiinflamatorios no esteroideos para paliar los síntomas.

El consumo de productos cárnicos o chacinados procedentes de matanzas domiciliarias o cacerías exentos de control veterinario, hoy en día pone en riesgo a muchas familias. Además el aumento del turismo junto con la importación ilegal de productos cárnicos procedentes del cerdo o jabalí o la mezcla fraudulenta de este tipo de carne sin inspección previa, ha facilitado la distribución del parásito por distintas zonas del mundo, provocando brotes en áreas consideradas libres de *Trichinella* spp. o en poblaciones donde predomina la religión judía o la musulmana donde nunca se habían dado casos de triquinelosis.

Debido a la situación de alerta se ha establecido una nueva normativa que ha implementado una serie de medidas para educar e informar a la población del riesgo de infección y así ayudar al control del parásito en la medida de lo posible.

Palabras clave. Triquinelosis. *Trichinella*, zoonosis, Cerdo, larva.

ÍNDICE.

1. INTRODUCCIÓN	5
HISTORIA	5
TAXONOMÍA.....	6
MORFOLOGÍA.....	6
CICLO BIOLÓGICO.....	8
EPIDEMIOLOGÍA	9
Ciclos epidemiológicos.	11
Vías y factores.	13
CUADRO CLÍNICO	13
DIAGNÓSTICO.....	14
Diagnóstico en animales.	14
Diagnóstico en humanos.....	15
TRATAMIENTO DE TRIQUINELOSIS EN HUMANOS	16
CONTROL, VIGILANCIA Y PREVENCIÓN	17
Prevención de la triquinelosis en humanos.	17
2. OBJETIVOS.....	20
3. METODOLOGIA.....	21
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
TRIQUINELOSIS EN EL MUNDO	22
TRIQUINELOSIS EN EUROPA.....	24
TRIQUINELOSIS EN ESPAÑA	27
5. CONCLUSIONES.	34
6. BIBLIOGRAFÍA.....	35
7. ANEXO: FIGURAS Y TABLAS	39

1. INTRODUCCIÓN

HISTORIA

Las especies del género *Trichinella* y la enfermedad que produce se conocen hace relativamente poco tiempo aunque posiblemente sea anterior a la aparición del hombre en la tierra (Navarrete y cols., 1991).

En el 1200 a.C. se dio el primer caso conocido, diagnosticado unos 3200 años después, cuando se encontró el parásito en los músculos intercostales momificados de un joven egipcio. Hay indicios suficientes para sospechar de varias epidemias históricas causadas debidas a una triquinelosis, destacando la ocurrida a los cartagineses que ocuparon Sicilia en el 427 a.C. o la que afectó en Santo Tomás en 1827 a unas 12000 personas. Todo ello nos lleva a pensar que tanto fenicios, egipcios como árabes prohibieran el consumo de carne de cerdo (Navarrete y cols., 1991).

En 1821, Tiedemann observó unas concreciones pétreas blanquecinas en la musculatura de un cadáver, las cuales podrían corresponderse con quistes de *Trichinella* spp. En 1828, Peacock preparó como ejemplar de museo un músculo esternohioideo por su extraño moteado que treinta años después sería identificado como larvas enquistadas de *Trichinella* spp. Años más tarde, un joven llamado Paget, estudiante de medicina del Hospital San Bartolomé de Londres, examinó estas partículas y comunicó su hallazgo (Navarrete y cols., 1991), pero el zoólogo británico Richard Owen comenzó a estudiar porciones de músculo del caso de Paget, describió el parásito y lo denominó *Trichina spiralis* (Ramírez, 1981). Owen reconoció a Paget como descubridor y este último, quizás a cambio del prestigio, permitió a Owen que le diera su nombre. Hasta 1860 no se conoció plenamente su patogenicidad y fue Zenker el que reconoció la enfermedad en una mujer joven que presentaba fatiga, vértigo, fiebre y grandes dolores musculares (Navarrete y cols., 1991).

En 1846, el doctor Joseph Leidy encontró quistes en una porción de carne de cerdo, similares a los que observó en músculos de cadáveres, fue la primera observación de *Trichinella* spp. en animales (Ramírez, 1981). Años más tarde Herbst decidió infectar a varios animales intentando explicar que la ingestión de carne con quistes de *Trichina* puede desarrollar estos quistes la musculatura del animal que lo consume (Navarrete y cols., 1991).

En 1860, Zenker identifica la fase adulta de las larvas en el intestino y sugiere la diseminación de éstas por vía linfática.

Debido a grandes brotes en varios países y a los altos índices de mortalidad, comenzaron a hacerse inspecciones obligatorias y se emprendieron campañas de salud pública para educar e informar a la población (Navarrete y cols., 1991).

A partir de 1883, se implantó la inspección triquinoscópica en España que se convirtió en una práctica común en Europa a finales de siglo. Sin embargo, en EEUU se aprobó en 1890, pero solo para los productos porcinos de exportación, suprimiéndose 15 años después. Este error histórico propició que el parásito fuese endémico en dicho país, con tasas de parasitación en todo momento superiores a Europa (Navarrete y cols., 1991).

En 1895, Railliet sugirió cambiar el nombre del género de *Trichina* a *Trichinella*, ya que el primero había sido asignado a otro organismo (Ramírez, 1981).

TAXONOMÍA

El género *Trichinella* se ubica en el Phylum *Nematoda* concretamente dentro del Orden *Enoplida* y de la familia *Trichinellidae*. Es el único género de esta familia (Gállego, 2003). Originalmente se conocía como única especie perteneciente a este género a *Trichinella spiralis* (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014), pero sobre la base de las variaciones en la infectividad y el origen de las cepas se han incluido otras especies que presentan caracteres eco-epidemiológicos y de distribución geográfica que apoyan su validez taxonómica específica (Gállego, 2003).

En la actualidad, son reconocidas nueve especies en el género *Trichinella*; *T. spiralis*, *Trichinella nativa*, *Trichinella britovi*, *Trichinella pseudospirali*, *Trichinella murrelli*, *Trichinella nelsoni*, *Trichinella papuae*, *Trichinella zimbabwensis*, *Trichinella patagoniensis* y tres genotipos; *Trichinella T6*, *Trichinella T8* y *Trichinella T9*. Todas las especies y genotipos pueden infectar a mamíferos. Además especies como *T. pseudospiralis* puede desarrollarse en aves o *T. papuae* en reptiles. La infección por *Trichinella* spp. en animales salvajes y domésticos son los causantes de la mayoría de las infecciones en humanos (Mayer-Scholl y cols., 2016).

MORFOLOGÍA

Los adultos de *T. spiralis* se diferencian del resto de representantes del orden por su diminuto tamaño, su cuerpo filiforme, su ligero ensanchamiento en la región posterior y la ausencia de espícula en los machos (Gállego, 2003). El macho (Fig.1, a) tiene un tamaño entre 1-1.5 mm de longitud x 30x40 µm de anchura. El extremo posterior termina en dos apéndices conoides, en los que puede evaginarse la cloaca, funcionando como órgano intromitente durante la cópula (Fig.1, b y c) (Reina, 2001).

La hembra (Fig.1, a) mide unos 3 mm de largo y tan solo unos 60 μm de diámetro, tiene ocupado el primer tercio de su cuerpo por el esticosoma (Fig.1, a1) y el extremo posterior redondeado (Gállego, 2003). Posee un solo ovario (Fig.1, a6), que contiene al oviducto que conecta directamente con el útero (Fig.1, a5) (Reina, 2001), ocupado en su región inicial por huevos de fina capa cubierta, que se desarrollan a medida que avanzan por la región uterina (Fig.1, a4). La última región del útero (Fig.1, a3) se halla colmada por larvas libres (L1) que han eclosionado que saldrán por la vulva (Fig.1, a2).

Estas larvas se distinguen por su largo esticosoma y por su tamaño, $100 \times 7-8 \mu\text{m}$ (Fig.1, d) (Gállego, 2003).

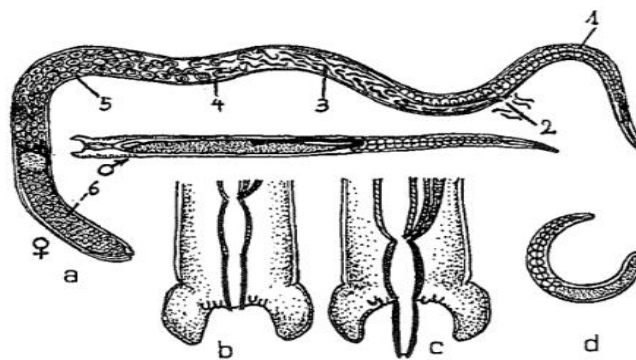


Figura 1. Adultos de *T. spiralis* y larva (L1) (Gállego, 2003).

Las larvas enquistadas, se encuentran en el interior de las células o fibras de los músculos estriados. Tienen una longitud de 1 mm y se encuentran enrolladas, formando 2 o 3 vueltas de espira en el interior de unos quistes de pared gruesa, estos quistes adquieren forma de limón y suelen medir alrededor de $0.4-0.5 \times 0.25 \text{ mm}$ (Fig.2) (Gállego,2003).



Figura 2. Quiste de *Trichinella* spp. en músculo esquelético (Gállego, 2003).

La cápsula está constituida por una membrana interna procedente de la fibra muscular invadida y una membrana externa homogénea y hialina derivada del sarcolema y sobre la superficie presenta una red capilar (Ramírez, 1981). Entre las distintas especies y genotipos no existen diferencias morfológicas, para identificarlas de manera fiable es necesario utilizar métodos químicos o moleculares. Es importante destacar la ausencia de

cápsula en las especies *T. pseudospiralis*, *T. papue* y *T. zimbabwensis* (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014).

CICLO BIOLÓGICO

El ciclo biológico de *Trichinella* spp. se caracteriza por ser autoheteroxeno, un solo hospedador cubre las funciones de hospedador definitivo e intermediario (Villalón y García-Villanova, 2010). Actúa como hospedador definitivo en una fase del ciclo que tiene lugar a nivel intestinal, con el paso de las larvas hasta adultos y la reproducción sexual y como hospedador intermediario en una segunda fase de ubicación muscular, con el asentamiento de las larvas y su posterior evolución hasta el estadio infectante (Navarrete y cols., 1991).

La infección se produce por el consumo de carne cruda o poco cocida infectadas con quistes (Villalón y García-Villanova, 2010) que contienen larvas (Fig. 3). Tras la ingestión, se produce la digestión gástrica seguida de digestión duodenal, dando lugar a larvas L1 libres en la luz intestinal (Fig. 3) que atraviesan la mucosa intestinal y forman un sincitio, en cuyo interior va a proseguir el ciclo biológico en condiciones intracelulares (Gállego, 2003).

Las larvas L1 sufren cuatro mudas, que se completan en un plazo de 30 horas, llegando a la madurez sexual. A las 37-40 horas posinfección comienza la fecundación, cada macho fecunda alrededor de dos hembras y después son expulsados, mientras que las hembras permanecen unos 8 días más produciendo larvas. Una vez fecundadas, en el interior de los huevos se desarrollan larvas L1 de nueva generación, que eclosionan y salen por la vulva 130 horas después de la infección aproximadamente (Reina, 2001).

La puesta larvaria tiene lugar en el epitelio, desde donde migran a las vénulas y vasos linfáticos (Navarrete y cols., 1991), llegan a circulación general y comienzan a penetrar en las fibras musculares en las que van a completar su desarrollo (Gállego, 2003) (Fig. 3). Se ubicarán finalmente en los músculos estriados de mayor actividad como son el diafragma, los maseteros, intercostales, lengua, lomo, bíceps o tríceps (Reina, 2001). También los grandes músculos de las extremidades, sobre todo los de las anteriores suelen ser asiento de acusadas intensidades larvarias, con una mayor concentración de las mismas en las inserciones tendinosas (Gállego, 2003).

Por último, la larva penetra en la miofibrilla y comienza un proceso de crecimiento sin mudas y comienza a encapsularse, rodeándose de una red capilar de colágeno, formando finalmente un quiste muscular quedando las larvas enrolladas en espiral en el interior, suele durar unos 2-3 meses (Reina, 2001). Las larvas enquistadas se conservan viables dentro durante años y son capaces de pasar la infección por *Trichinella* spp. a otro animal o persona,

siempre y cuando el tratamiento por el calor o por el frío no alcance los límites letales (Gállego, 2003).

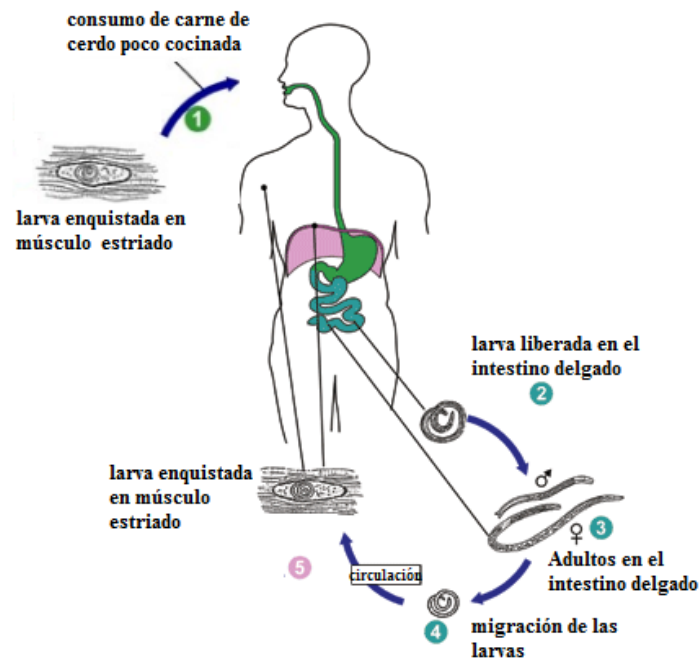


Figura 3. Ciclo biológico de *Trichinella* spp. (Centers for Disease Control and Prevention).

EPIDEMIOLOGÍA

Las epidemias de triquinelosis fueron especialmente graves en la segunda mitad del siglo XIX de modo que fue necesario organizar y generalizar la inspección de las carnes en base a un criterio más científico (Moreno, 2015). *Trichinella* spp. presenta carácter eurixeno, es decir, presenta un gran número de hospedadores muchos de ellos salvajes y por tanto incontrolables, que complica la cadena epidemiológica y hace que sea una enfermedad de difícil erradicación (Reina, 2001). Los animales productores de carne principalmente afectados son el cerdo, los équidos y el jabalí. Pero, otros animales como los carnívoros domésticos (gato, perro) y salvajes (lobo, chacal, coyote, zorro, gato montés) están también frecuentemente afectados (Moreno, 2015).

Entre las especies más comunes encontramos;

- *T. nativa*, es el agente más característico de la Región Holoártica, incluido el Polo Norte, gracias a su resistencia a la congelación (Navarrete y cols., 1991). En estas regiones existen como hospedadores habituales los osos blancos, las focas y las morsas entre otros (Moreno, 2015) (Fig.4).

- *T. nelsoni*, el agente causal de la triquinelosis feral o selvática en el Este de África, esta especie es incapaz de sobrevivir a la congelación (Gállego, 2003) (Fig.4).

- *T. britovi*, es característica en las zonas templadas de Europa y Asia, y Norte y Oeste de África (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014), responsable de una triquinosis feral o silvestre. Su ciclo tiene lugar entre lobos, jabalíes, cerdos de montanera y caballos entre otros (Gállego, 2003) (Fig.4).

En la siguiente figura se puede observar también la distribución geográfica de otras especies menos comunes como son *T. murrelli* o *T. patagoniensis*.

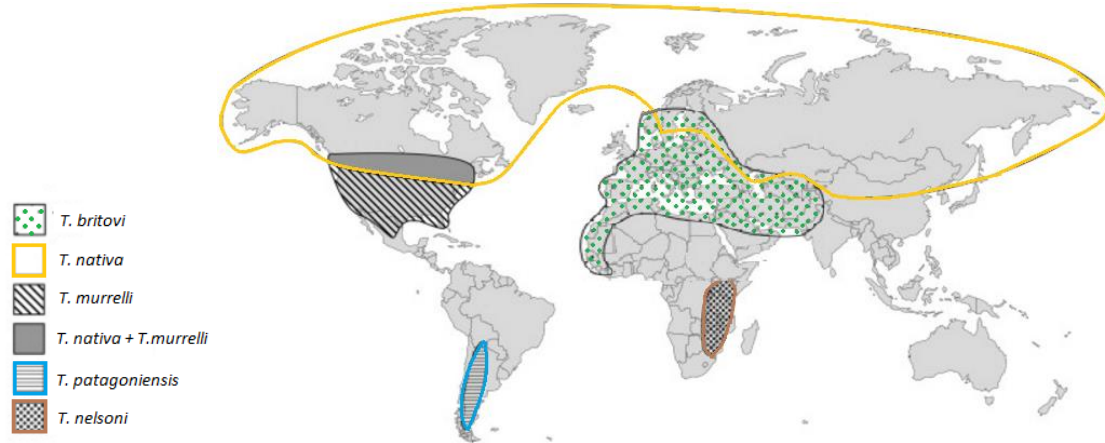


Figura 4. Distribución mundial de las especies; *T. britovi*, *T. nativa*, *T. murrelli* y *T. nelsoni*. Modificado de Pozio y Zarlenga, 2013.

- *T. spiralis* es cosmopolita (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014) y es el agente etiológico de la triquinosis doméstica, también conocida como triquinosis sinantrópica. Se distribuye irregularmente en las zonas donde existe ganado porcino (Navarrete y cols., 1991), también se han observado casos de caballos parasitados (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014) (Fig.5).

- *T. pseudospiralis*, característica de centro Europa. No solo parasita a los mamíferos sino también a aves de presa (Gállego, 2003) (Fig.5).



Figura 5. Distribución mundial de *T. pseudospiralis* y *T. spiralis*. Modificado de Pozio y Zarlenga, 2013.

En la mayoría de las zonas templadas, la triquinosis solo adquiere carácter zoonótico cuando el hombre se introduce accidentalmente en un ciclo feral o doméstico tras el consumo de carnes no tratadas adecuadamente (Gállego, 2003).

- **Ciclos epidemiológicos.**

El ciclo epidemiológico de *Trichinella* spp. se divide tradicionalmente en varios según su distribución geográfica y los hospedadores que intervienen. El ciclo que abarca a toda Europa implica a gran cantidad de mamíferos que según la proximidad con el hombre pueden diferenciarse en (Reina, 2001):

Ciclo salvaje, parantropico o feral. Asociado principalmente a *T. britovi*, también a *T. spiralis* (Gállego, 2003). Este ciclo se da en todos los ecosistemas donde existen animales de vida libre que establecen ciclos depredador-presa (Reina, 2001). Tiene lugar entre carnívoros salvajes (zorros, lobos y carnívoros carroñeros) y los jabalíes, osos o tejones que son presas de los primeros (Gállego, 2003).

En España es muy importante este ciclo debido a la parasitación en jabalíes, que pueden conectar con el ciclo doméstico por sistemas de explotación en montanera o a través de cacerías (Navarrete y cols., 1991) y en ocasiones con el hombre.

Ciclo doméstico o sinantropico. Este ciclo se mantiene principalmente gracias a las ratas, debido al canibalismo y a los cerdos al devorar a las ratas. Además en muchas ocasiones los cerdos son alimentados con restos de ratas u de otros cerdos infectados adquiriendo el parasitismo tras su consumo. El hombre puede entrar en este ciclo doméstico cuando consume carne de cerdo infectada sin tratamiento previo, son habituales los brotes de carácter familiar debidos al consumo de chacinas procedentes de matanzas domiciliarias (Gállego, 2003).

Es importante destacar que el hombre puede ser parasitado por el consumo de carne de cerdo, jabalí u otros hospedadores. Sin olvidar hacer mención a la aparición de brotes humanos tras la ingestión de carne de herbívoros como el caballo que probablemente hayan

sido infectados accidentalmente al ingerir cadáveres de ratones (Reina, 2001).

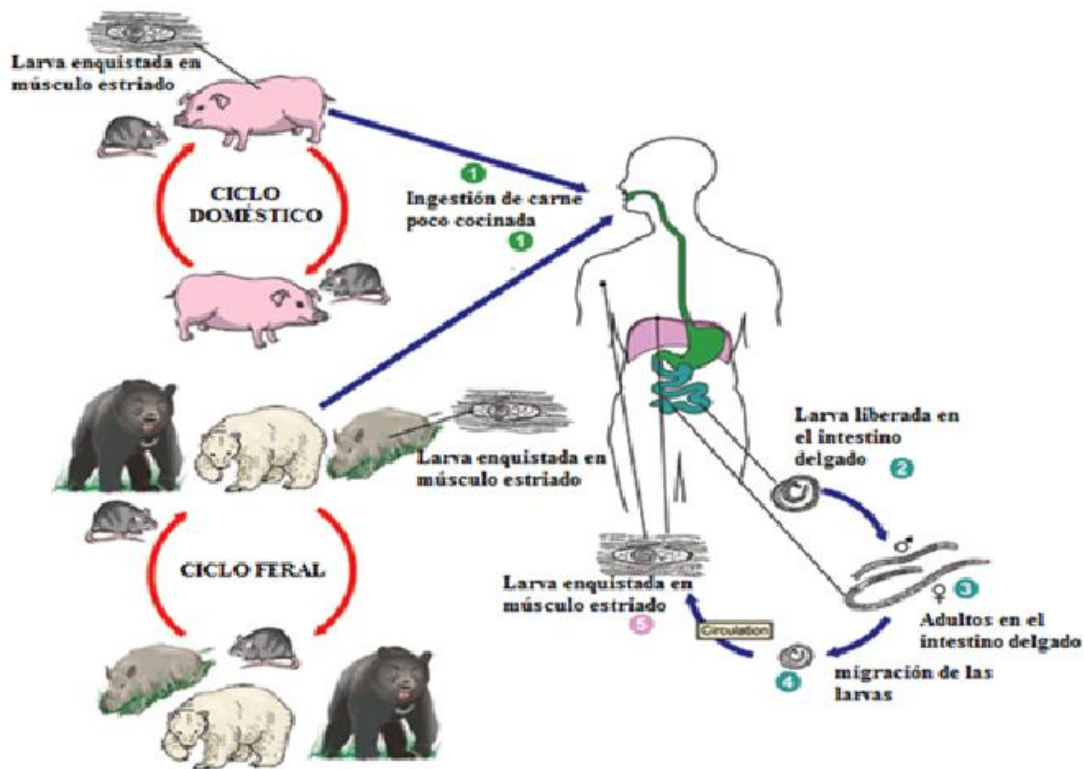


Figura 6. Ciclos epidemiológicos de *Trichinella* spp. Modificado (CDC).

Ambos ciclos no cursan con independencia total. Las ratas pueden adquirir parásitos a través del ciclo doméstico y pueden ser el vehículo que pase el parásito de un ciclo feral al doméstico o viceversa (Gállego, 2003). Además, los cerdos de montanera pueden dar paso también a un ciclo feral cuando son devorados por carnívoros o a un ciclo doméstico cuando ocurre lo contrario (Gállego, 2003).

El reciente descubrimiento de casos de triquinelosis humanas autóctonas debido al consumo de carne de caballo y el hecho de que la triquinelosis de este animal tenga a *T. britovi* como agente causal puso en duda que nuestras triquinelosis autóctonas fuesen únicamente producidas por *T. spiralis*. *T. britovi* se asocia a un ciclo feral y el cerdo que la adquiere no parece capaz de mantener indefinidamente un ciclo doméstico o sinantrópico (Gállego, 2003).

En nuestras zonas de clima templado el principal agente responsable de esta parasitosis en humanos es *T. spiralis* que presenta un patrón común, salvo escasas diferencias, con el resto, por lo que nos centraremos en su morfología y ciclo biológico (Gállego, 2003).

- **Vías y factores.**

En España las infecciones en el hombre se deben principalmente a los **hábitos de alimentación**, es muy común el consumo de carne de cerdo procedente de matanzas domiciliarias o de jabalíes abatidos en cacerías sin inspección previa (Navarrete y cols., 1991).

Esta forma de consumo y por tanto, la triquinelosis se considera ausente en humanos en ciertas culturas y religiones como la musulmana o judía en las cuales está prohibido el consumo de carne de cerdo. La existencia de quistes de *Trichinella* spp. en carne no porcina y la importación de carnes han hecho que aumente la prevalencia en países donde la infección era leve (Navarrete y cols., 1991).

Entre los factores que condicionan la epidemiología destacan el amplio **rango de hospedadores y la perfección y complejidad del ciclo biológico** entre otros. El parásito puede utilizar al mismo animal como hospedador directo y hospedador indirecto, adaptándose muy bien a la vida parasitaria (Reina, 2001).

CUADRO CLÍNICO

Las infecciones leves suelen ser asintomáticas o cursar con clínica inespecífica (Villalón y García-Villanova, 2010). La gravedad de la triquinelosis depende de la intensidad de la infección y cantidad de carnes ingeridas, la dosis letal para el hombre se estima en la ingestión de 5 larvas por gramo de su peso corporal (Gállego, 2003).

Los casos clínicos presentan una patología y sintomatología acompañante que se divide en distintos estadios sucesivos pero solapados (Gállego, 2003).

Primero. Periodo intestinal. Se caracteriza por una gastroenteritis no específica: anorexia, náuseas, vómitos y diarrea que puede ir acompañada de fiebre, 38º (Ramírez, 1981). En ocasiones puede confundirse con una intoxicación alimentaria. Tiene lugar cuando los adultos y las larvas comienzan a desarrollarse en el intestino (Gállego, 2003).

Segundo. Periodo muscular (Ramírez, 1981). Fase de migración larvaria y penetración en las fibras musculares (1-3 semanas). Este estadio se caracteriza por fiebre, mialgias, cefalea, sudoración y edemas (faciales, periorbitales y de manos) acompañado de la inflamación de los músculos afectados. Entre los músculos afectados encontramos el diafragma y los pectorales, produciendo dificultades respiratorias. También cursa con eosinofilia (Gállego, 2003), meningitis, encefalopatía y miocarditis, rash o hemorragia retiniana y subungueales (Ramírez, 1981). El síntoma más grave es la miocarditis o inflamación del músculo cardíaco, en los casos más graves fallece el paciente (Gállego, 2003).

Tercero. Periodo de convalecencia (Ramírez, 1981). Estadio de larga duración, varios meses en casos graves (Gállego, 2003). Coincide con la fase de encapsulamiento o enquistamiento. Se desarrolla inmunidad (Ramírez, 1981) y se caracteriza por la desaparición progresiva de signos y síntomas y por el retorno de los parámetros de laboratorio a valores normales. Suele comenzar entre la sexta u octava semana postinfección. Puede existir astenia severa durante varias semanas y dolor muscular crónico durante un máximo de 6 meses (Gottstein y cols., 2009). En infecciones severas que no terminan fatalmente pueden presentarse complicaciones (Ramírez, 1981).

Entre las complicaciones más comunes destacan las cardiovasculares, neurológicas y algunas respiratorias (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014).

DIAGNÓSTICO

- **Diagnóstico en animales.**

El diagnóstico clínico de la triquinosis en los animales es muy difícil debido a la ausencia de manifestaciones, ya que en la mayoría de las especies la infección suele ser subclínica y pasar inadvertida, y cuando hay manifestaciones, éstas no son características (Ramírez, 1981).

Este tipo de diagnóstico suele realizarse en los mataderos en carnes destinadas al consumo humano o de una manera más tradicional, en las matanzas domiciliarias por veterinarios (Gottstein y cols., 2009).

Entre los aspectos más importantes en el diagnóstico se encuentran; el tamaño de la muestra, el músculo seleccionado y la sensibilidad del método. El número de larvas necesario para que constituya un problema para la seguridad alimentaria se encuentra entre 1-3 larvas por gramo de tejido (Gottstein y cols., 2009). Por tanto, los métodos utilizados oficialmente deberían ser capaces de detectar este nivel de infección (Moreno, 2015).

Para el diagnóstico en animales se suelen utilizar métodos directos como **la triquineloscopia o la digestión artificial.**

Triquineloscopia, técnica muy utilizada y fácil de realizar (Navarrete y cols., 1991) aunque presenta baja sensibilidad y existen especies no encapsuladas que son difíciles de diagnosticar (Gottstein y cols., 2009). Además imposibilita el diagnóstico in vivo de forma rutinaria y aumenta el coste debido a la necesidad de personal especializado y a la lentitud del examen, ya que el parásito puede hacerse no visible en el reconocimiento microscópico (Navarrete y cols., 1991).

Las muestras deben ser tomadas del diafragma, lengua, maseteros o abdominales ya que son los músculos más irrigados y donde hay más posibilidad de encontrar al parásito (Navarrete y cols., 1991).

Digestión artificial de la muestra, este método suele utilizarse como método rutinario en los mataderos como alternativa a la triquineloscopia (Navarrete y cols., 1991).

Una desventaja de este método frente a la triquineloscopia es la poca resistencia que presentan los quistes calcificados al método, así como la lentitud cuando se requiere un examen individual de la muestra (Navarrete y cols., 1991).

También existen técnicas serológicas como la inmunofluorescencia y la técnica ELISA que son adecuadas en términos de especificidad y sensibilidad a nivel de explotación, pero no pueden sustituir a los métodos anteriores. Estas técnicas son interesantes estudios epidemiológicos (Moreno, 2015).

- **Diagnóstico en humanos**

En la especie humana la enfermedad se puede confundir clínicamente con 50 enfermedades y el diagnóstico sólo es posible en el periodo de invasión muscular, cuando se presentan manifestaciones que pueden orientar a un diagnóstico presuntivo que debe ser confirmado por el laboratorio (Ramírez, 1981).

La clínica inespecífica conlleva un retraso en el diagnóstico con el consecuente asentamiento de las larvas en el músculo, resistentes a los fármacos (Gottstein y cols., 2009).

Para su diagnóstico, se siguen tres criterios:

1. Los hallazgos clínicos, reconocimiento de signos y síntomas (Gottstein y cols., 2009).
2. Datos de laboratorio. Parámetros como eosinofilia y enzimas musculares, detección de anticuerpos y/o detección de larvas en una biopsia muscular (Gottstein y cols., 2009).
3. Investigación epidemiológica; identificación de la fuente y el origen de la infección o brotes (Gottstein y cols., 2009). Debe recogerse información sobre el consumo de productos crudos o productos cárnicos poco cocidos, incluyendo el lugar y el momento de la compra y consumo (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014).

Para el diagnóstico clínico en medicina humana, se ha realizado con frecuencia la biopsia muscular y el procesamiento histológico, pero están siendo reemplazados por técnicas serológicas como IFI y ELISA, ya que la detección de anticuerpos anti-*Trichinella* específicos en sangre o suero, son de gran valor diagnóstico (Navarrete y cols., 1991).

En ambas pruebas se han observado reacciones cruzadas con anticuerpos dirigidos a otros parásitos en muestras de sangre de pacientes *Trichinella*-negativos (Gottstein y cols., 2009).

La técnica ELISA es el método más utilizado (Gottstein y cols., 2009). Se trata de un método barato, sensible, específico y preciso (Navarrete y cols., 1991). Además es la única capaz de detectar la infección durante los primeros días (Navarrete y cols., 1991).

TRATAMIENTO DE TRIQUINELOSIS EN HUMANOS

Es muy importante conocer perfectamente los ciclos evolutivos y epidemiológicos que cada zona pueda reportar y las sesiones divulgativas en diferentes estamentos poblacionales. Con el conocimiento de la causa se podrá mejorar el diagnóstico, tratamiento y prevención (Reina, 2001).

Tras el diagnóstico adecuado, la terapia debe iniciarse tan pronto como sea posible (Gottstein y cols., 2009), ya que la eficacia del tratamiento va a depender de la rapidez de su instauración (Reina, 2001). Los fármacos administrados en los pacientes con triquinelosis incluyen antihelmínticos, glucocorticoides y preparaciones que compensan los déficits de proteínas y electrolitos (Gottstein y cols., 2009).

Los medicamentos principales son los antihelmínticos (Gottstein y cols., 2009). Se utilizan para eliminar los gusanos adultos de la luz intestinal, evitando de este modo la invasión muscular y el desarrollo de la triquinelosis, por tanto, deben usarse durante el periodo de invasión intestinal es decir, menos de una semana después de la infección (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014). Se utilizan principalmente el albendazol, mebendazol y pirantel (Gottstein y cols., 2009).

La terapia depende de la fase y de la intensidad de la enfermedad. Durante la primera fase el objetivo es impedir o reducir el número de larvas que van a invadir el músculo. Para la fase intestinal se recomienda mebendazol o albendazol (García, 2007).

Para el tratamiento de las secuelas y de la triquinelosis crónica, el uso de glucocorticoides o fármacos antiinflamatorios no esteroideos, pueden conducir a una mejora transitoria de los síntomas (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014) bloqueando los fenómenos de hipersensibilidad (Reina, 2000). También es recomendable la fisioterapia y la psicoterapia que podrían aliviar las secuelas musculares y neurológicas (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014).

En el tratamiento con glucocorticoides, destaca la prednisona que previene el empeoramiento de los síntomas y acorta el periodo sintomático (Shimoni y cols., 2007).

Siempre deben administrarse en combinación con antihelmínticos y nunca solos, ya que favorecerían el aumento de la carga larvaria (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014).

En los casos más leves el pronóstico es bueno, sin embargo, en casos más avanzados el efecto es muy bajo. Desafortunadamente la mayoría de los enfermos son diagnosticados, cuando las larvas se han establecido en los músculos y los antihelmínticos pueden resultar inútiles (Gottstein y cols., 2009).

CONTROL, VIGILANCIA Y PREVENCIÓN

La Comisión Europea (CE) ha editado una legislación por la que se establecen normas para los controles oficiales de triquinas en carne con el fin de mejorar la seguridad alimentaria de los consumidores europeos. De acuerdo con el Reglamento nº 2015/1375 (CE), [\(REGLAMENTO DE EJECUCIÓN \(UE\) 2015/1375 DE LA COMISIÓN de 10 de agosto de 2015 por el que se establecen normas específicas para los controles oficiales de la presencia de triquinas en la carne\)](#), se requieren inspecciones de carne de cerdos domésticos, caballos, jabalíes y otras especies de animales de cría y silvestres que sean susceptibles a la infección por *Trichinella* y sacrificados para el consumo (Gottstein y cols., 2009).

En este reglamento se establecen las obligaciones de las autoridades competentes y de los operadores de las empresas alimentarias; análisis y detección de triquinas, toma de muestras de canales y los requisitos sanitarios de importación y documentos. Con la entrada en vigor de este reglamento, queda derogado el Reglamento (CE) nº 2075/2005 de Comisión, de 5 de diciembre de 2005, por el que se establecen normas específicas para los controles oficiales de la presencia de triquinas en la carne.

Además, la Comisión Internacional sobre Triquinosis (TIC) ha emitido una guía completa para tales acciones: [“Recomendaciones sobre los métodos para el control de *Trichinella* en los animales domésticos y salvajes destinados al consumo humano”](#). Estas recomendaciones explican detalladamente las técnicas sobre la producción animal y los métodos que deben aplicarse sobre los animales sacrificados. También incluye información sobre procesos de inactivación de larvas en la carne destinada al consumo, como se detallará a continuación (Murrell y Pozio, 2000).

- **Prevención de la triquinosis en humanos.**

El paso de la carne por el matadero es uno de puntos más importantes para la prevención de la triquinosis en humanos (Moreno, 2015).

Conforme a lo mencionado anteriormente, el carácter eurixeno del parásito dificulta la completa erradicación de este, aunque existen una serie de medidas preventivas para evitar la transmisión al hombre, limitándonos a su erradicación en el cerdo (Moreno, 2015) (Fig.7). Algunas de las medidas son:

1. Control de la alimentación de los cerdos, evitando la alimentación con restos de cocina, basuras o cadáveres. (Moreno, 2015).

2. Impedir en cierto modo la infección de los cerdos llevando un control de los roedores, evitando la exposición a animales muertos, mejorando las barreras arquitectónicas y ambientales, instruyendo a los cazadores y evitando que desechen los cadáveres en el campo (Gottstein y cols.,2009).

3. Intervención a nivel de matadero.

- Toda la carne de cerdo, jabalí y ahora de équidos, debe considerarse sospechosa (Gottstein y cols., 2009) y deberá someterse a un análisis para la detección de la posible presencia de quistes de *Trichinella* spp., antes de ser declarada apta para el consumo, con el posterior decomiso o saneamiento de las carnes afectadas (Moreno, 2015).

- Saneamiento de toda la carne de cerdo, esté infectada o no, por la industria cárnica (Moreno, 2015).

4. Educación sanitaria a los consumidores (Moreno, 2015). El consumidor debe estar informado por las autoridades de salud pública sobre el riesgo y los métodos adecuados para la preparación de la carne (Comisión Internacional de Triquinelosis, 2000).

Entre los métodos aceptados que pueden reducir el riesgo para la salud pública encontramos:

Calentamiento. La carne utilizada para la elaboración de productos cárnicos consumidos sin previo calentamiento debe ser tratada a una temperatura no inferior a 58°C. Según la normativa vigente en los Estados Unidos, la temperatura idónea sería un valor medio de 71°C en toda su masa (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014).

Congelación. Es el procedimiento aconsejado por la normativa comunitaria y española (R (UE) nº 2015/1375 de la Comisión, del 10 de agosto de 2015) (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014). Las condiciones de congelación están restringidas a carne de cerdo infectada con *T. spiralis*, se han conocido casos en los que *T. britovi* ha sobrevivido hasta tres semanas a -20°C (Gottstein y cols., 2009).

Irradiación. Recomendada para los alimentos envasados o sellados (Gottstein y cols., 2009) en aquellos países donde está permitida como Estados Unidos (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014).

Entre los métodos que no se consideran seguros encontramos:

Salazonado-curado. Su eficacia depende de la concentración de ClNa, nitratos, nitritos, de la temperatura y del tiempo (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014). Se recomienda que para el consumo de carne sometidas a estos métodos se utilicen carnes previamente inspeccionadas o certificadas como libres de *Trichinella* spp. (Gottstein y cols., 2009).

Hornos y microondas (Gotsstein y cols., 2009). En estos métodos la temperatura no se alcanza homogéneamente en toda la zona, impidiendo por tanto la inactivación de las posibles larvas (Bruschi y Dupouy-Camet, 2014).

Se advierte tomar precauciones bajo cualquier circunstancia, en el consumo de productos de carne cruda de cerdo, caballo o animales de caza (Comisión Internacional de Triquinelosis, 2000).

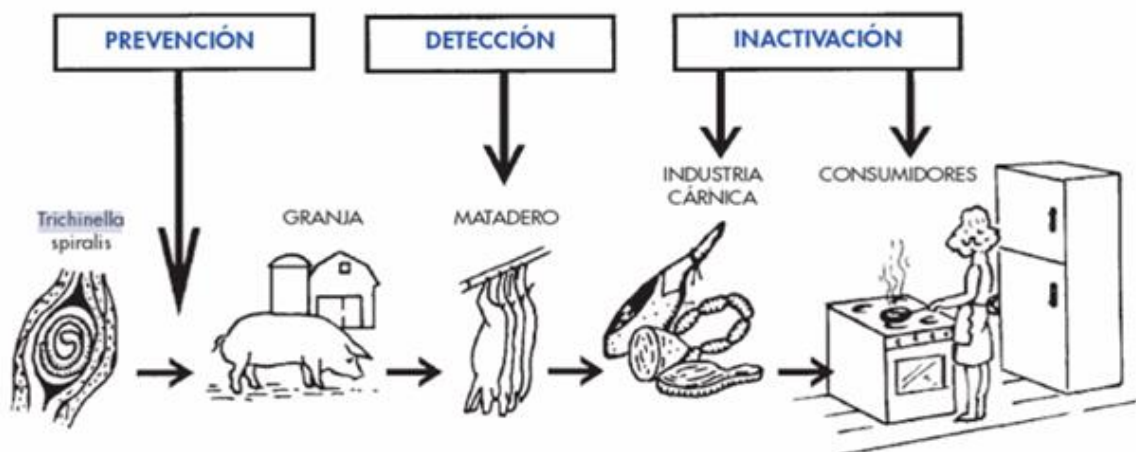


Figura 7. Control de la presencia de *Trichinella* spp. y prevención (Moreno, 2015).

2. OBJETIVOS

La triquinelosis es una zoonosis parasitaria difícil de erradicar debido a la gran diversidad de hospedadores que presenta entre, ellos muchos de vida libre.

La triquinelosis en España se considera una zoonosis endémica cuyo ciclo doméstico está aparentemente controlado, aunque todos los años aparecen brotes en humanos relacionados con el consumo de carne de cerdo procedente de matanzas domiciliarias sin previo control sanitario. También aparecen brotes debidos al consumo de carne de jabalíes abatidos en cacerías, ya que es uno de los principales reservorios silvestres de *Trichinella* spp. entre otros carnívoros, dando lugar a un ciclo feral o selvático difícil de controlar.

Actualmente se han conocido casos de triquinelosis en caballos por lo que la comercialización de carne de éstos con quistes de *Trichinella* spp. ha aumentado la prevalencia en determinadas zonas geográficas considerándose una enfermedad emergente.

En el presente trabajo, a partir del análisis bibliográfico se pretende aportar una visión actual de la triquinelosis a nivel global profundizando en Europa, en los casos declarados tanto en humanos como en animales en los últimos años, incluyendo las especies y hospedadores que actúan como fuente de infección principal para el hombre.

Como objetivo principal se ha propuesto valorar tanto la prevalencia como la incidencia de la enfermedad en los últimos años así como la necesidad de adoptar nuevas medidas preventivas.

3. METODOLOGIA

La búsqueda bibliográfica se ha realizado haciendo uso de bases de datos como PubMed, Scopus, Dialnet y Web of Science utilizando como palabra clave "*trichinella*", "*triquinosis*" o "*trichinellosis*".

A lo largo de nuestra búsqueda hemos ido centrándonos en la distribución del parásito en función de la zona y del hospedador, y en los casos en humanos los últimos años. Para profundizar en la búsqueda se ha recurrido a la combinación de palabras tales como, "*trichinella outbreak*", "*human trichinellosis*", "*trichinella Word*", "*trichinella Europe*". En algunas ocasiones se han utilizado combinaciones de términos como "*trichinellosis outbreak Germany*", tras ser mencionado un brote de este tipo en alguno de los artículos seleccionados anteriormente y así obtener más información.

Entre los resultados obtenidos en las distintas bases de datos esta búsqueda se ha limitado a los últimos 15 años aproximadamente para obtener resultados más recientes.

Ha servido de gran ayuda para completar esta búsqueda los datos proporcionados por el "*International Trichinella Reference Center*", a partir de él hemos seleccionado datos en función del continente, país y año. Además esta fuente nos permite conocer todos los casos registrados en animales, la zona, especies y hospedadores implicados, al igual que mapas que permiten visualizar la situación.

La triquinelosis es una enfermedad de declaración obligatoria por lo que el Instituto de Salud Carlos III, en su sección de epidemiología, recoge Boletines semanales a través del Centro Nacional de Epidemiología, donde encontramos los casos de triquinelosis en España junto con otras enfermedades de declaración obligatoria. Además el Centro Nacional de Epidemiología publica informes anuales sobre enfermedades transmisibles, entre ellas la triquinelosis, a través de la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Otra fuente de información que debemos destacar es la *European Food Safety Authority* que proporciona datos en Europa de los últimos años en su revista *European Food Safety Journal*.

Por último, mencionar algunos libros como "*Manual de parasitología*" de Gállego, 2003 o "*Programa de acciones contra la Triquinellosis*" de Navarrete y cols., 1991 que junto con guías, reglamentos y otros informes citados en nuestra bibliografía, nos han sido de gran ayuda en el desarrollo de este trabajo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Se ha llevado a cabo una valoración de los resultados obtenidos a nivel mundial, centrándonos en Europa y concretamente en España. No obstante, debido a la existencia de casos asintomáticos de triquinelosis, cabe destacar que los datos obtenidos pueden encontrarse por debajo de los reales en los países menos desarrollados que no dispongan de técnicas diagnósticas a su alcance que confirmen la totalidad de los casos.

TRIQUINELOSIS EN EL MUNDO

Los datos obtenidos a través del “*International Trichinella Reference Center*” (ITRC), de triquinelosis en animales en los 10 últimos años han sido valorados en base al continente, destacando significativamente la presencia de triquinelosis en Europa en comparación con el resto de continentes y con el total de casos por año (Figura 8). Europa se considera el principal contribuyente de esta carga parasitaria mundial, seguido de América (Devleesschauwer y cols., 2014), con bajo número de casos en África, Asia y Oceanía.

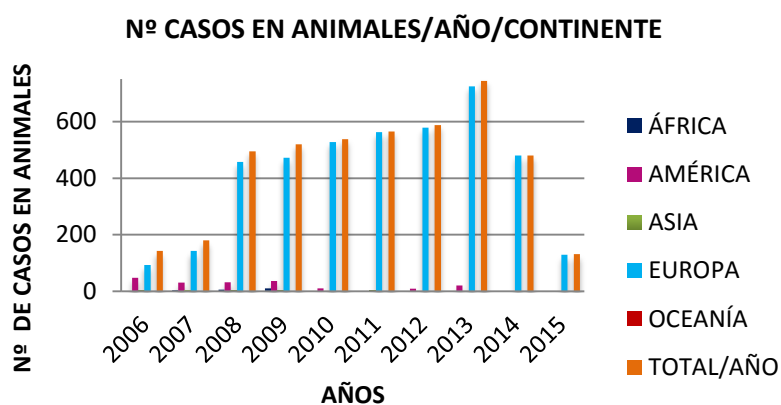


Figura 8. Número de casos de triquinelosis en animales por año y por continente, comparados con el total de casos a nivel mundial en los últimos 10 años (ITRC).

África

En África, durante los 10 últimos años se ha registrado un bajo número de casos. En zonas como en África subsahariana se ha observado la presencia del parásito en animales salvajes, pero rara vez en humanos. Una de las razones del bajo número de casos de triquinelosis en humanos en esta zona puede deberse a la presencia de distintos grupos étnicos y sus costumbres, o a la religión predominante en la zona, como pueden ser la religión musulmana o judía, las cuales prohíben el consumo de carne de cerdo (Bruschi, 2012).

Actualmente tanto el incremento del turismo en estas zonas como la existencia de otras religiones en áreas donde antes no predominaban, ha llevado a un aumento de la producción y del consumo de carne de cerdo la cual no se encuentra correctamente inspeccionada debido a la falta de control, facilitando así la transmisión del parásito (Bruschi, 2012).

También se han dado casos de triquinosis adquirida en otras partes del mundo, como por ejemplo en Europa, en residentes africanos como ocurrió en 2009 a un grupo de personas procedentes de Senegal que comieron carne de jabalí ahumado en un restaurante en Francia, el cual estaba infectado de *Trichinella* spp. (Bruschi, 2012).

América

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, América es el continente que sigue a Europa en número de casos de triquinosis en animales, aunque valorando los resultados obtenidos se observa un descenso en los últimos años (Fig. 6).

En países como Chile, la triquinosis afecta a toda la región y evoluciona con brotes epidémicos esporádicos, sobre todo en el segundo semestre del año en el que se incrementa el consumo de carne porcina debido a celebraciones tradicionales (Vigilancia de laboratorio del Instituto de Salud Pública de Chile, 2016).

En Estados Unidos, concretamente en Iowa en abril del 2011, seis miembros de una familia consumieron carne de jabalí, cazado por dos de ellos, el cual estaba infectado de *T. spiralis*. De los seis miembros solo dos adquirieron la enfermedad (Holzbauer y cols., 2014).

Otro caso tuvo lugar en Illinois (EEUU) en 2013 donde se detectaron 9 casos de triquinosis debido al consumo de salchichas con carne de venado y jabalí (Greene y cols., 2014).

Asia

En el sudeste asiático la triquinosis se concentra en las diversas regiones étnicas del norte de Tailandia, Vietnam y Laos (Conlan y cols., 2014).

En la República Democrática Popular Laos, en el período entre 2004 y 2006 fueron reportados un total de 123 casos debido al consumo de carne de cerdo doméstico y en 2006 se dio un brote de triquinosis en China importado de Laos debido al consumo de carne cruda o poco hecha, cuya fuente no fue determinada (Bruschi, 2012).

En Vietnam en los últimos años se han dado cinco brotes en las montañas del norte. El último tuvo lugar en febrero de 2012, 24 de las 27 personas que consumieron carne de cerdo cruda durante la celebración del Año Nuevo Lunar mostraron síntomas de triquinosis (De Van y cols., 2012).

Otro caso de triquinelosis reciente en Asia, fue en Corea en 2014. El origen de la triquinelosis fue el consumo de carne de reptil, concretamente de tortuga de caparazón blando, aunque estos casos no son muy comunes se habían repetido en dos años consecutivos, por lo que se ha levantado la alerta (Jeong y cols., 2015).

Oceanía

En Oceanía la triquinelosis es poco común. En países como Nueva Zelanda existe *T. spiralis* importada de forma pasiva por los seres humanos que viajan desde Europa y transportan carne ilegalmente. Además Australia se ha considerado libre de *Trichinella* ya que nunca se han documentado casos, a excepción de *T. pseudospiralis* en Tasmania (Pozio y Zarlenga, 2005).

TRIQUINELOSIS EN EUROPA

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, Europa es el continente con mayor número de casos de animales con *Trichinella* spp. predominando las especies *T. nativa*, *T. britovi* y *T. spiralis* (Pozio, 1998).

A lo largo de esta búsqueda se ha observado en Europa un mayor número de casos de triquinelosis debido al consumo de carne de jabalí, cerdo doméstico y caballo, dándose recientemente casos en zorros rojos.

En 2004 en Izmir, Turquía un carnicero mayorista vendió carne de ternera a bajo precio, mezclada ilegalmente con carne de cerdo. La carne de cerdo infectada por *T. britovi* fue consumida por un total de 1098 personas de las cuales 418 personas fueron diagnosticadas de triquinelosis aguda (Akkoc y cols., 2009)

En un pequeño pueblo de Hungría en 2009 fueron diagnosticadas de triquinelosis ocho personas, debido al consumo de carne de cerdo doméstico sin inspección previa. Además se encontraron ratas infectadas en la zona por lo que pudieron ser las causantes de la transmisión de la triquinelosis al cerdo, también existían perros *Trichinella*-positivos (Glatz y cols., 2013).

En 2013, en Alemania un jabalí infectado por *Trichinella* spp., fue accidentalmente declarado como apto para la producción de salchichas de consumo humano. Fueron expuestas más de 100 personas, dándose unos 14 casos de triquinelosis (Faber y cols., 2014).

Actualmente muchos casos de triquinelosis son adquiridos en zonas endémicas, tanto por animales como por personas y trasladados a zonas no endémicas (Dupouy-Camet, 2006), como ocurre en los países del Este de Europa. En estos países la pobreza, la falta de métodos de diagnóstico y de personal especializado conlleva a una vigilancia inadecuada de la

triquinelosis. La emergencia o reemergencia en la zona de la antigua unión soviética y en la zona de los Balcanes está vinculada a los servicios de salud pública veterinaria y a la caída del comunismo o conflictos regionales (Bruschi, 2012). Debido a las condiciones económicas y políticas, muchas personas emigran de estos países a la Unión Europea, lo cual ha permitido un aumento de la importación ilegal de carne. Este comportamiento es el responsable de muchos brotes en Alemania, Italia y Reino Unido (Pozio y Zarlenga, 2005).

También se han dado casos de importación ilegal de carne de cerdo o jabalí entre países de la Unión Europea como ocurrió en mayo de 2007 en Polonia donde tuvo lugar un brote de triquinelosis debido al consumo de salchichas de carne de cerdo ahumadas, fraudulentamente mezcladas con carne de jabalí, siendo muchas de ellas introducidas ilegalmente en Dinamarca, Irlanda y Alemania, infectando a 6 personas (Pozio, 2015).

Otros casos se deben al consumo de embutidos de elaboración tradicional que los viajeros traen de vuelta para el consumo de sus parientes y familiares (Dupouy-Camet, 2006) como ocurrió en 2014 en Suecia. Un estudiante procedente de España importó salchichas hechas con carne de jabalí a Suecia, ocho personas consumieron estas salchichas, de las cuales tres adquirieron triquinelosis. Antes de la elaboración de las salchichas, la carne de jabalí fue inspeccionada con un triquinoscopio por un veterinario y fue testada como negativa (Pozio, 2015).

En noviembre de 2014 un brote de triquinelosis afectó a 16 personas en Bélgica como resultado del consumo de carne de jabalí la cual se sospecha que haya sido importada de Gerona (España) por el comercio internacional. Este brote podría considerarse como una señal de alarma para el mercado internacional de carne de jabalí (Pozio, 2015).

En Italia y Francia se han dado brotes de *Trichinella* por consumo de carne de caballo cruda (Pozio, 2015). Aunque no existen datos epidemiológicos o científicos de la forma de transmisión de este parásito en herbívoros como los caballos se han propuesto algunas hipótesis. Una de las formas de transmisión podría ser por la alimentación de los caballos en pastos contaminados con restos de roedores o de cerdos infectados, también se investiga sobre la alimentación con proteínas de origen animal en la cría de animales herbívoros (Pozio, 2001). La triquinelosis transmitida por carne de caballo solo se ha observado en estos dos países, ya que son los únicos en los que se come carne de caballo cruda (Pozio, 2015). También se han dado casos de cerdos con *Trichinella* pero la fuente de infección más importante es la de carne de caballo importada del extranjero (Pozio, 2007).

Los caballos suelen ser importados de países del este de Europa como Yugoslavia, Polonia, Serbia o Rumania o del Norte de América, de países como México, Canadá o USA (Pozio, 2015). Debido a la alta prevalencia de la triquinelosis en estos países, es posible que

exista una relación entre la infección en cerdos y jabalíes con estos animales (Pozio, 2001). En la siguiente tabla se expone un resumen de algunos casos de caballos importados a otros países infectados con *Trichinella* spp.

AÑO	PAÍS DE ORIGEN	IDENTIFICACIÓN	ESPECIE
2001	Serbia	Francia	<i>T. spiralis</i>
2001	Rumanía	Italia	<i>T. spiralis</i>
2003	Serbia	Italia	<i>T. spiralis</i>
2008	Polonia	Italia	<i>T. britovi</i> y <i>T. spiralis</i>

Tabla 1. *Trichinella* spp. en caballos importados a otros países donde fueron identificados como positivos tras su sacrificio (Pozio, 2015).

En 2000, tuvo lugar un brote de triquinelosis en humanos debido al consumo de carne de caballo cruda, afectando a unas 36 personas. La carne de caballo había sido importada del Este de Europa a Italia y debidamente inspeccionada por un veterinario sin ser detectada la presencia de *T. spiralis*. En 2005 se dio otro caso de carne de caballo infectada por *T. britovi* importada del este de Europa a Bélgica donde no fue identificada como positiva y fue vendida a Italia donde fue consumida como carne cruda, causando un brote de triquinelosis en humanos, que afecto a 7 personas (Pozio, 2015).

Desde 2006 en la Unión Europea es obligatorio inspeccionar la carne de caballo producida o importada a la Unión Europea de acuerdo con el Reglamento de la comisión 2075/2005 de la Comisión , de 5 de diciembre de 2005, por el que se establecen normas específica para los controles oficiales de la presencia de triquinas en la carne (Pozio, 2015).

Otro hospedador importante en Europa en las últimas décadas ha sido el chacal. La prevalencia de *T. spiralis* en chacales en Croacia y Serbia es muy elevada y podría introducir el parásito en nuevos países (Pozio, 2015).

Además en Europa existen ciudades estados como Liechtenstein, San Marino o el Vaticano, donde *Trichinella* spp. no circula debido a la ausencia de fauna (Pozio, 2007).

Hasta 2006, Hungría fue considerada país libre de *T. spiralis*. En los últimos años fue detectada en cerdos, jabalíes y en zorros rojos (Pozio, 2015). Algunas Islas del Mediterráneo como Córcega y Cerdeña, también fueron descritas como libres de *Trichinella* spp. hasta que en 2004 se identificaran 10 cerdos infectados en Córcega y algunos casos humanos en Cerdeña en 2005 (Dupouy-Camet, 2008).

En los últimos 38 años, en Irlanda no se habían detectado casos humanos ni de cerdos, por lo que se consideraba libre de *Trichinella* spp (Pozio, 2007). Hasta que un estudio epidemiológico demostró la existencia de un ciclo selvático independiente al doméstico en zorros. La ausencia de infección en humanos se debe a que las personas en esta región cocinan mucho el cerdo (Pozio y Zarlenga, 2005).

La notificación de triquinelosis en humanos es obligatoria en todos los estados miembros de la Unión Europea, Islandia, Noruega y Suiza, excepto en Dinamarca, Bélgica, Francia y Reino Unido, en estos tres últimos, existen sistemas voluntarios de vigilancia de la triquinelosis. Sin embargo, en Dinamarca no existe ningún tipo de sistema de vigilancia (EFSA, 2015). Por tanto, en muchos países no se conocen casos de triquinelosis debido a la inexistencia de información disponible, lo cual no refleja que sean libres de *Trichinella* sino la falta de sistemas de vigilancia y de investigación (Pozio, 2007).

TRIQUINELOSIS EN ESPAÑA

El Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica a través de sus boletines epidemiológicos semanales y de la Red de Vigilancia epidemiológica ha permitido el acceso a datos sobre casos humanos de triquinelosis. Además el “International *Trichinella* Reference Center” proporciona información sobre los casos de triquinelosis conocidos en animales. En base a las fuentes mencionadas, se han seleccionado datos de los últimos cinco años.

En España en los últimos años han disminuido la incidencia y la prevalencia de triquinelosis en humanos. En cambio, los casos en animales siguen produciéndose con frecuencia manteniendo una media anual, destaca el año 2013 con valores desorbitados (Fig. 9).

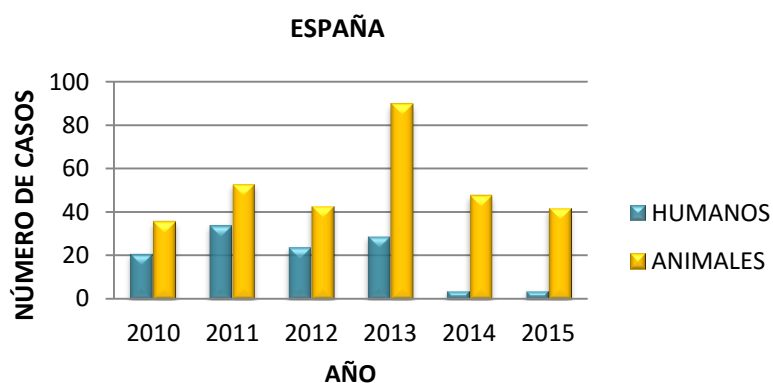


Figura 9. Número de casos de triquinelosis en animales y en humanos (sospechosos y confirmados) en España en los últimos 5 años (ITRC, Centro Nacional de Epidemiología, 2015 y Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 2013, 2015,2016)

En 2007 tuvo lugar un brote de triquinosis en Jaén debido al consumo de carne de dos jabalíes abatidos en una cacería los cuales fueron anteriormente examinados por un veterinario sin detectar larvas de *Trichinella* spp. Tras la alerta epidemiológica y la investigación del brote se obtuvieron 56 afectados de los 151 expuestos, de los afectados 11 requirieron hospitalización (Sillero y cols., 2008).

Ese mismo año en Salamanca, también por consumo de carne de jabalí cazado en una montería, 46 pacientes fueron controlados de los cuales 12 estaban infectados. Durante el mismo periodo tuvo lugar otro brote similar en Palencia (Arévalo y cols., 2009).

Según los casos declarados de triquinosis en España, en el año 2012 por ejemplo, fueron infectadas unas 21 personas en Castilla La Mancha , 2 en Castilla y León y 1 en Cataluña durante los meses de diciembre a marzo (Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica,2015). Durante estos meses se concentra mayor número de cacerías y matanzas domiciliarias, por lo que es importante reseñar que los brotes mencionados se debieran al consumo de productos cárnicos procedentes tanto de matanzas como de cacerías sin el oportuno control veterinario.

En los últimos cuatro años destaca Cataluña, donde la triquinosis se ha triplicado. El aumento se debe a la suma de varios factores entre ellos; el aumento del número de jabalíes y de ejemplares cazados, que además favorece que los cazadores dejen más cadáveres abandonados, los cuales son expuestos a otros animales que a su vez pueden infectarse. Todo ello se debe a la proliferación de jabalíes y a las malas prácticas tanto de los cazadores y de los consumidores (Rodríguez, 2016).

Hay que destacar el descenso de casos en humanos en 2014 con 4 casos, respecto al 2013 con unos 29. Los 4 casos declarados en 2014 se dieron en Cataluña (Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 2016).

Casos en España según el hospedador.

Trichinella spp. tiene una amplia gama de hospedadores, destacando en España el jabalí, seguido del cerdo doméstico y observándose algunos casos en zorros rojos en los últimos años como se observa en los datos proporcionados por ITRC (Fig. 10).

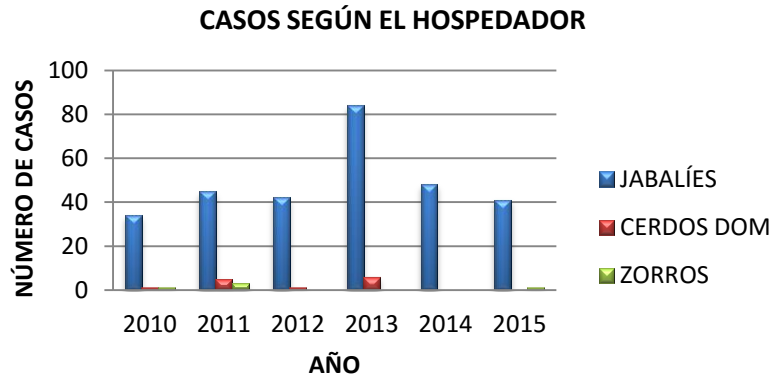


Figura 10. Número de casos de triquinelosis en España en función del hospedador por año (2010-2015) (ITRC).

En función de cada hospedador hemos observado que la especie que predomina en el jabalí es *T. spiralis*, aunque hay que destacar el aumento de casos por *T. britovi* en los últimos años. También En un bajo número de casos se detectó infección mixta, por ambas especies (Fig. 11).

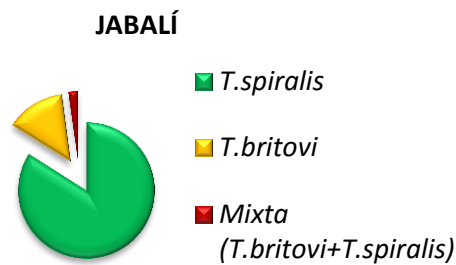


Figura 11. Porcentaje de casos de triquinelosis en jabalí en función de la especie del género *Trichinella* (ITRC).

En 2007-2008 se examinaron 2216 jabalíes en las montañas de Toledo. Se observó la prevalencia de *T. spiralis* obteniendo como resultado que el 100% de las larvas aisladas eran de esta especie. Esto sirve de ejemplo de transmisión y persistencia de las especie en condiciones silvestres y sintrópicas con especies endémicas como *T. britovi* si existe un hospedador abundante. El jabalí puede jugar un papel clave como depósito para el mantenimiento y propagación de *T. spirals*, este fenómeno debería ser monitorizado debido al riesgo potencial de transmisión a los cerdos (García-Sánchez y cols., 2009)

T. spiralis es más prevalente que *T. britovi* en ciclo selvático en Extremadura. Se ha estudiado la zona de Castilla y León y se han observado que *T. britovi* es más prevalente en esta zona, puede ser que se deba a la compleja orografía y la diversidad de los espacios naturales. El impacto de los humanos sobre el ecosistema natural puede favorecer o impedir el ciclo selvático (García-Sánchez y cols., 2009).

Los animales salvajes representan la fuente de infección más importante de cerdos domésticos, otros animales y humanos (García-Sánchez y cols., 2009).

En el cerdo doméstico observamos que solo existen casos de *T. spiralis* (Fig. 12). Como mencionamos anteriormente, *T. britovi* se asocia a un ciclo feral y el cerdo que la adquiere no parece capaz de mantener indefinidamente un ciclo doméstico o sinatópico. Podría ser esta la causa de que solo se hayan dado casos de *T. spiralis* en cerdo doméstico.

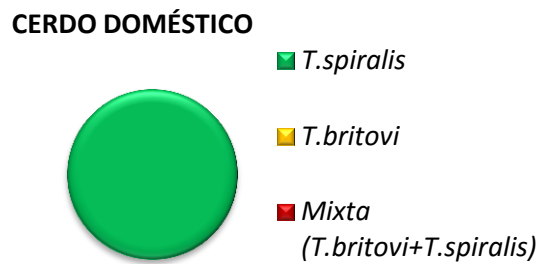


Figura 12. Porcentaje de casos de triquinelosis en el cerdo según la especie del género *Trichinella* (ITRC).

Se han observado casos de este parásito en zorros y cómo podemos observar en los datos obtenidos, destaca *T. spiralis* en zorro aunque hay que destacar el alto porcentaje de casos por *T. britovi* con respecto al resto de hospedadores (Fig. 13).

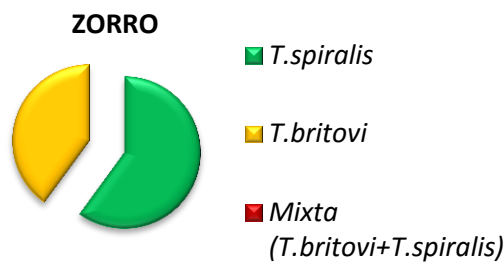


Figura 13. Porcentaje de casos de triquinelosis en el zorro según la especie del género *Trichinella* (ITRC).

Por último, respecto a los hospedadores observamos que en España destaca *T. spiralis* seguida de *T. britovi* que ha ido aumentando en los últimos años (Fig.14).

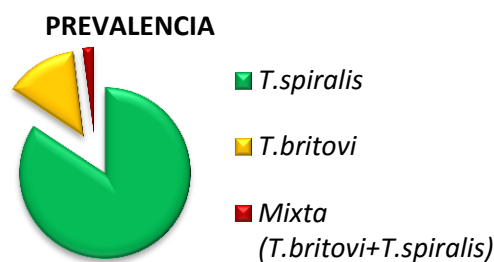


Figura 14. Prevalencia de casos según la especie del género *Trichinella* (ITRC).

En los siguientes mapas de España se puede observar la distribución de *Trichinella spp.* en el país en los últimos cinco años. La señal azul en el mapa representa los casos de *T. spiralis* y en verde *T. britovi*, en alguno se puede observar una señal azul la cual representa los casos en los que se dan ambas especies.

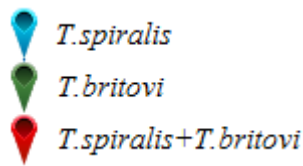


Figura 15. Casos de triquinelosis según la especie en España en 2011 (ITRC).

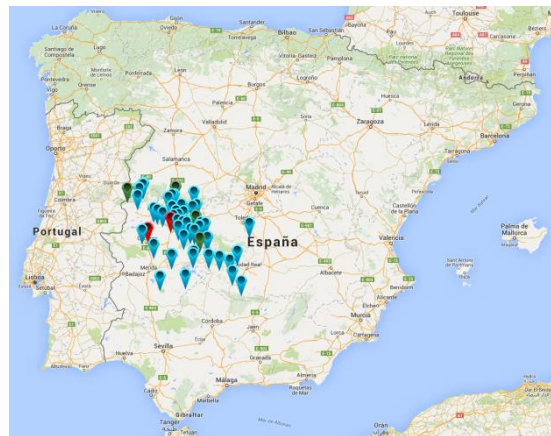
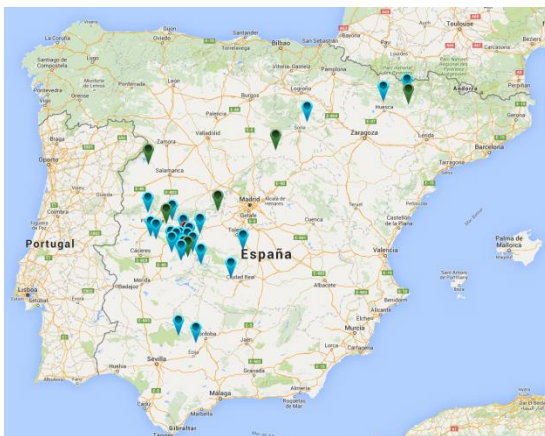


Figura 16. Casos de triquinelosis según la especie en 2012 y 2013 respectivamente en España (ITRC).

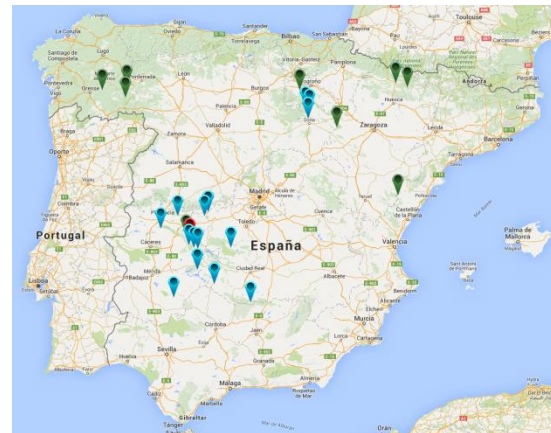


Figura 17. Casos de triquinelosis según la especie en 2014 y 2015 respectivamente en España (ITRC).

Como podemos observar *Trichinella* spp. en España suele distribuirse principalmente en la zona de Extremadura y Castilla la Mancha, observándose algunos casos aislados en el Norte con menos frecuencia (Fig.15 , Fig.16 y Fig.17).

En estas zonas son muy comunes las cacerías y las matanzas domiciliarias tradicionales que no suelen darse en otras comunidades autónomas. Debido al gran número de ejemplares presentes y también debido a la demanda de estos es probable que existan un mayor número de casos.

Sobre todo en Extremadura, las familias suelen realizar cacerías privadas o matanzas domiciliarias para consumo propio de carne tanto de cerdo como de jabalí. Es más común consumirla en forma de chacinas y muchas veces no se siguen las medidas adecuadas para evitar casos de triquinelosis.

Con respecto a los datos obtenidos de casos de triquinelosis en animales en España y en los países de la Unión Europea a través del ITRC_z podemos observar la baja prevalencia en España respecto a la UE. Además se observa un gran descenso del número de casos en estos países acompañado de una disminución menos significativa en España en los dos últimos años (Fig.18).

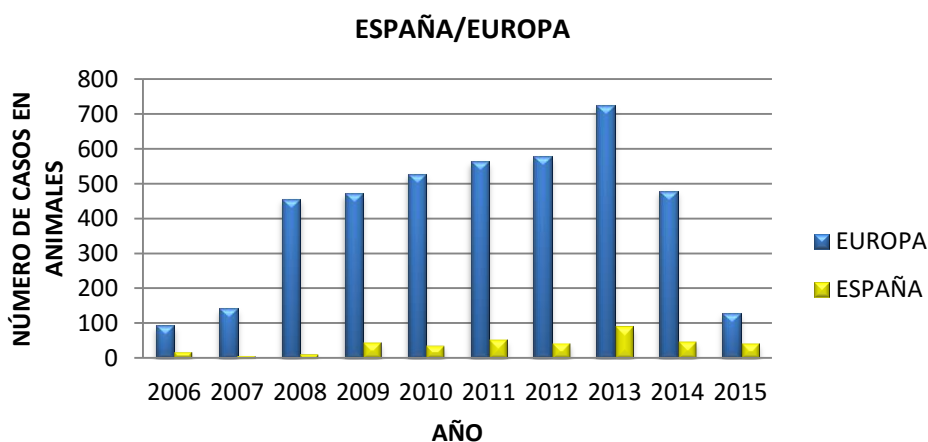


Figura 18. Casos de triquinelosis en animales en España respecto a Europa (ITRC).

Hay que destacar que los países con mayor incidencia en Europa y los que más animales importan al extranjero infectados de triquinelosis debido al bajo control son países como Serbia, Rumania y Bulgaria (EFSA, 2015) que como cabe esperar contribuyen en mayor medida en el número de casos humanos que existen en Europa al año.

La *European Food Safety Authority* (EFSA, 2015), nos proporciona el número de casos de personas en la Unión Europea en los últimos años. Por ejemplo, Rumanía en 2012 contó con 309 casos en animales y 149 en humanos de los 301 declarados en los países miembros

de la Unión Europea. Como era de esperar, debido a la alta prevalencia de la enfermedad en animales, los casos en humanos también presentan valores elevados, declarándose 116 y 221 casos en 2013 y 2014 respectivamente (Fig.19).

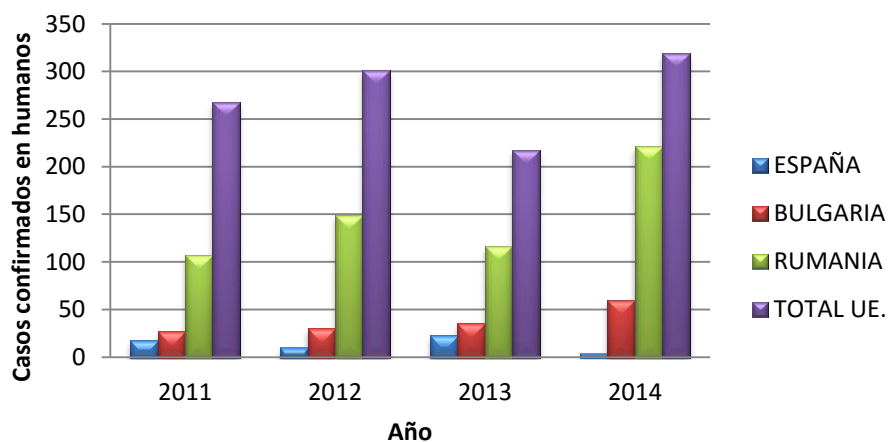


Figura 19. Casos confirmados en humanos en España, respecto a países de mayor prevalencia de triquinosis en la UE (EFSA, 2015 y Centro Nacional de Epidemiología, 2015 y Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 2013, 2015,2016).

En cambio, en España a pesar de existir un aumento en el número de casos en animales (Fig. 19), los casos en humanos se mantienen bajos, como se notificó anteriormente. La valoración de los resultados de casos en humanos respecto a los países con mayor prevalencia, nos permite visualizar la baja prevalencia e incidencia de triquinosis en España, puede deberse a la educación recibida por los consumidores en los últimos años (Fig. 16).

5. CONCLUSIONES.

La triquinelosis es una enfermedad de difícil erradicación debido a su amplia gama de hospedadores, muchos de ellos de vida salvaje lo cual dificulta su control. Aun así, el control de esta enfermedad no solo depende de la presencia de *Trichinella* spp. en el hospedador, sino también del comportamiento humano. Este estudio nos ha permitido valorar este comportamiento y como afecta a la presencia de este parásito.

1. La práctica de crianza de cerdo al aire libre tiene un papel importante acompañado del papel del cazador, ya que muchos abandonan cadáveres de sus ejemplares cazados, que pueden estar infectados con *Trichinella* spp. dejándolos al alcance del resto de la fauna.

2. El aumento del turismo junto con el transporte ilegal de productos cárnicos por todo el mundo, facilita la distribución de *Trichinella* spp. a distintas zonas incluyendo zonas consideradas libres de *Trichinella* spp.

3. El control de los caballos es muy complicado debido al gran mercado negro, dificultando el origen de estos caballos y las posibles zonas de parasitación de estos, cuyo fin será el matadero, y el posterior consumo de su carne.

4. Actualmente en España la mayoría de los brotes de triquinelosis se deben al consumo de carne de jabalí procedente de cacerías o matanzas domiciliarias.

5. Tras la reciente normativa tanto española como europea, se han observado una disminución de los casos debido a las buenas prácticas de producción y alimentación porcina que se han implementado en los últimos años.

6. Para el control de la triquinelosis es fundamental una buena educación tanto a los cazadores, como a los viajeros, consumidores y productores de carne del riesgo de infección, insistiendo en el tratamiento de los productos cárnicos a nivel domiciliario y a la necesidad de inspección de la carne procedente de matanzas domiciliarias o cacerías.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Akkoc N, Kuruuzum Z, Akar S, Yuce A, Onen F, Yapar N, y cols. A large-scale outbreak of trichinellosis caused by *Trichinella britovi* in Turkey. *Zoonoses Public Health*. 2009;56(2):65–70.
- Arévalo Velasco A, Bringas MJ, Rodríguez R, Menor A. Descripción de un brote de triquinosis en la provincia de Salamanca. *Rev. Española Quimioter*. 2009;22(2):115–6.
- Bruschi F. Trichinellosis in developing countries: is it neglected? *J. Infect. Dev. Ctries*. 2012;6(3):216–22.
- Bruschi F, Dupouy-Camet J. Trichinellosis. En: Bruschi F, editor. *Helminth Infect. their Impact Glob. Public Heal*. Vienna: Springer Vienna; 2014. p. 229–73.
- Centro Nacional de Epidemiología. Comentario epidemiológico de las enfermedades de Declaración Obligatoria y Sistema de información Microbiológica: España, Año 2014. *Boletín epidemiológico Semanal*. 2015; 23(5):60–79.
- Comisión Internacional de Triquinosis. Métodos recomendados para el control de *Trichinella* en animales domésticos y salvajes destinados al consumo humano. 2000 [en línea]. [Consultado en abril de 2016]. Disponible en: http://www.trichinellosis.org/uploads/ICT_Recommendations_for_Control_Spanish.pdf
- Conlan J V., Vongxay K, Khamlome B, Gomez-Morales MA, Pozio E, Blacksell SD, y cols. Patterns and Risks of *Trichinella* Infection in Humans and Pigs in Northern Laos. Zhou X-N, editor. *PLoS Negl. Trop. Dis*. 2014;8(7).
- De van N, Trung NV, Ha NH, Nga VT, Ha NM, Thuy PT, y cols. An Outbreak of Trichinosis with Molecular Identification of *Trichinella* spp. in Vietnam. *Korean J. Parasitol*. 2012;50(4):339–43.
- Devleesschauwer B, Praet N, Speybroeck N, Torgerson PR, Haagsma JA, De Smet K, y cols. The low global burden of trichinellosis: evidence and implications. *Int. J. Parasitol*. 2015;45(2-3):95–9.
- Dupouy-Camet J. Trichinellosis: a worldwide zoonosis. *Vet. Parasitol*. 2000;93(3-4):191–200.
- Dupouy-Camet J. Trichinellosis: still a concern for Europe. *Euro Surveill. Bull. Eur. sur les Mal. Transm. = Eur. Commun. Dis. Bull*. 2006. p. 5.
- European Food Safety. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2014. *EFSA J*. 2015 ;13(12).
- Faber M, Schink S, Mayer-Scholl A, Ziesch C, Schonfelder R, Wichmann-Schauer H, y cols. Outbreak of trichinellosis due to wild boar meat and evaluation of the effectiveness of post

- exposure prophylaxis, Germany, 2013. *Clin. Infect. Dis.* 2015;60(12):e1–7.
- Gállego Berenguer J. Manual de parasitología: morfología y biología de los parásitos. Barcelona: Universidad de Barcelona; 2003.
- Garcia LS. Diagnostic medical parasitology / Lynne Shore Garcia. 5ª ed. Washington : ASM Press; 2007.
- García-Sánchez RN, Nogal-Ruiz JJ, Manzano-Lorenzo R, Díaz JMA, López GP, Ruano FJS, y cols. Trichinellosis survey in the wild boar from the Toledo mountains in south-western Spain (2007–2008): molecular characterization of *Trichinella* isolates by ISSR-PCR. *J Helminthol.* 2009;83(2):117.
- Glatz K, Danko J, Tombácz Z, Bányai T, Szilágyi A, Kucsera I. An outbreak of trichinellosis in Hungary. *Acta Microbiol. Immunol. Hung.* 2012 Jun;59(2):225–38.
- Gottstein B, Pozio E, Nockler K. Epidemiology, Diagnosis, Treatment, and Control of Trichinellosis. *Clin. Microbiol. Rev.* 2009;22(1):127–45.
- Greene YG, Padovani T, Rudroff JA, Hall R, Austin C, Vernon M, y cols. Trichinellosis caused by consumption of wild boar meat - Illinois, 2013. *MMWR. Morb. Mortal. Wkly. Rep.* 2014;63(20):451.
- Holzbauer SM, Agger WA, Hall RL, Johnson GM, Schmitt D, Garvey A, y cols. Outbreak of *Trichinella spiralis* infections associated with a wild boar hunted at a game farm in Iowa. *Clin. Infect. Dis.* 2014;59(12):1750–6.
- International *Trichinella* Reference Center. The database of *Trichinella* strains [Base de datos en línea]. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 1988, [Consultado en abril de 2016]. Disponible en: <https://w3.iss.it/site/Trichinella/scripts/sear.asp>
- Jeong JT, Seo M, Hong S-T, Kim YK. An outbreak of trichinellosis by consumption of raw soft-shelled turtle meat in Korea. *Korean J. Parasitol.* 2015;53(2):219–22.
- Mayer-Scholl A, Murugaiyan J, Neumann J, Bahn P, Reckinger S, Nöckler K. Rapid Identification of the Foodborne Pathogen *Trichinella* spp. by Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Mass Spectrometry. Escobar-Gutiérrez A, editor. *PLoS One.* 2016;11(3): p. 1-10
- Moreno García B. Las enfermedades parasitarias en la inspección de carnes II. Triquinosis o Triquinelosis. *Hig. e inspección carnes. Vol. II , bases científicas y Leg. los dictámenes matadero.* Madrid: Ediciones Díaz de Santos; 2015. p. 279–96.
- Murrell KD, Pozio E. Trichinellosis: the zoonosis that won't go quietly. *Int. J. Parasitol.*

2000;30(12-13):1339–49.

Navarrete I, Reina D, Serrano FJ, Calero R. Programas de acciones contra la Triquinellosis. Cáceres: Universidad de Extremadura; 1991.

Pozio E. Trichinellosis in the European Union: Epidemiology, Ecology and Economic Impact. *Parasitol. Today*. 1998;14(1):35–8.

Pozio E. New patterns of *Trichinella* infection. *Vet. Parasitol.* 2001;98(1-3):133–48.

Pozio E. World distribution of *Trichinella* spp. infections in animals and humans. *Vet. Parasitol.* 2007;149(1-2):3–21.

Pozio E. *Trichinella* spp. imported with live animals and meat. *Vet. Parasitol.* 2015;213(1-2):46–55.

Pozio E, Zarlenga DS. Recent advances on the taxonomy, systematics and epidemiology of *Trichinella*. *Int. J. Parasitol.* 2005;35(11-12):1191–204.

Pozio E, Zarlenga DS. New pieces of the *Trichinella* puzzle. *Int. J. Parasitol.* 2013;43(12-13):983–97.

Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Enfermedades transmitidas por alimentos y agua. En: Resultados de la Vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmisibles: Informe Anual, Año 2011. Madrid: Centro Nacional de Epidemiología; 2013. p. 12–30.

Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Enfermedades transmitidas por alimentos y agua. Resultados de la Vigilancia epidemiológica de las enfermedades Transmisibles: Informe Anual, Año 2012. Madrid: Centro Nacional de Epidemiología; 2015. p. 16–35.

Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Enfermedades transmitidas por alimentos y agua. Resultado de la Vigilancia epidemiológica de las enfermedades Transmisibles: Informe Anual, Año 2013. Madrid: Centro Nacional de Epidemiología; 2016. p. 18–39.

Ramirez Valenzuela M. Epidemiología de la triquinelosis. *Cienc. Vet.* 1981. p. 278–334.

Reina D. Revisión de las zoonosis parasitarias producidas por helmintos: hidatidosis y trichinellosis. En: Zoonosis en Extremadura. Badajoz: Consejería de Sanidad y Consumo de la Junta de Extremadura; 2001. p. 109–33.

Rodríguez M. El aumento de triquinosis en los jabalíes dispara las alarmas. *El País*. 7 de Marzo 2016. Cataluña [Consultado en mayo 2016]; Disponible en: http://ccaa.elpais.com/ccaa/2016/03/06/catalunya/1457287472_583432.html

Sánchez Rodríguez SH, Luna Sánchez B. Triquinosis humana. Arch. Med. Asociación Española de Médicos Internos Residentes; 2006.

Shimoni Z, Klein Z, Weiner P, Assous MV, Froom P. The use of prednisone in the treatment of trichinellosis. Isr. Med. Assoc. J. 2007;9(7):537–9.

Sillero F. de Cañete JM, Sillero Arenas MI. Triquinosis en Jaén. An. la Real Acad. Ciencias Vet. Andalucía Orient. Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental; 2008. p. 159–70.

Unión Europea. Reglamento de ejecución (UE) 2015/1375 de la comisión de 10 de agosto de 2015 por el que se establecen normas específicas para los controles oficiales de la presencia de triquinas en la carne. Diario Oficial de la Unión Europea, 11 de agosto de 2015, número 212, pp. 7-34.

Vigilancia de laboratorio del Instituto de Salud Pública de Chile. Resultados de diagnóstico y confirmación de laboratorio Triquinosis: Chile, 2005-2015. Boletín de Triquinosis. 2016; 6(1):1–9.

Villalón M, García-Villanova B. Higiene de los alimentos. Tratado Nutr. Compos. y Calid. Nutr. los Aliment. 2ª ed. 2010. p. 655–97.

7. ANEXO: FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Adultos de *T. spiralis* y larva (L1) (Gállego, 2003).

Figura 2. Quiste de *Trichinella* spp. en músculo esquelético (Gállego, 2003).

Figura 3. Ciclo biológico de *Trichinella* spp (Centers for Disease Control and Prevention).

Figura 4. Distribución mundial de las especies; *T. britovi*, *T. nativa*, *T. murrelli* y *T. nelsoni*. Modificado de Pozio y Zarlenga, 2013.

Figura 5. Distribución mundial de *T. pseudospiralis* y *T. spiralis*. Modificado de Pozio y Zarlenga, 2013.

Figura 6. Ciclos epidemiológicos de *Trichinella* spp. (Centers for Disease Control and Prevention).

Figura 7. Control de la presencia de *Trichinella* spp. y prevención (Moreno, 2015).

Figura 8. Número de casos de triquinelosis en animales por año y por continente, comparados con el total de casos a nivel mundial en los últimos 10 años (ITRC).

Figura 16. Número de casos de triquinelosis en animales y en humanos (sospechosos y confirmados) en España en los últimos 5 años (ITRC, Centro Nacional de Epidemiología, 2015 y Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 2013, 2015, 2016)

Figura 10. Número de casos de triquinelosis en España en función del hospedador por año (2010-2015) (ITRC).

Figura 11. Porcentaje de casos de triquinelosis en jabalí en función de la especie del género *Trichinella* (ITRC).

Figura 12. Porcentaje de casos de triquinelosis en el cerdo según la especie del género *Trichinella* (ITRC).

Figura 13. Porcentaje de casos de triquinelosis en el zorro según la especie del género *Trichinella* (ITRC).

Figura 14. Prevalencia de casos según la especie (ITRC).

Figura 15. Casos de triquinelosis según la especie del género en España en 2011 (ITRC).

Figura 16. Casos de triquinelosis según la especie del género *Trichinella* en 2012 y 2013 respectivamente en España (ITRC).

Figura 17. Casos de triquinelosis según la especie del género *Trichinella* en 2014 y 2015 respectivamente en España (ITRC).

Figura 18. Casos de triquinelosis en animales en España respecto a Europa (ITRC).

Figura 19. Casos confirmados en humanos en España, respecto a países de mayor prevalencia de triquinosis en la UE (EFSA, 2015 y Centro Nacional de Epidemiología, 2015 y Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 2013, 2015,2016).

TABLA I. *Trichinella* spp. en caballos importados a otros países donde fueron identificados como positivos tras su sacrificio (Pozio, 2015).