



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

**La interfaz humano-rumiantes domésticos-entorno;
¿Elemento de riesgo para la re-emergencia de la
tuberculosis?**

**Human-domestic ruminants-environment interface;
A risk element for the re-emergence of
tuberculosis?**

Autor/es

David Martínez Jiménez.

Director/es

Carmelo Ortega Rodríguez.

Facultad de Veterinaria

2020

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	1
INTRODUCCIÓN	2
ETIOLOGÍA:	4
CARACTERIZACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE LA TBC	5
El complejo M. Tuberculosis y los hospedadores	5
Situación en España, Europa y Mundial	6
La transmisión de la infección por <i>M. bovis</i>	7
FACTORES DE RIESGO PARA EL SALTO INTERESPECÍFICO DE LA TBC	11
Hospedadores naturales y reservorios.....	11
Factores que influyen en la diseminación:.....	11
CUADRO CLÍNICO	12
ESTRATEGIAS DE MEDICINA PREVENTIVA FRENTE A LA TBC	13
Programa de erradicación de TBC animal	13
Programa de control de TBC en humana	15
JUSTIFICACION Y OBJETIVOS	15
METODOLOGÍA	16
RESULTADOS	19
1-LA TBC EN PERSONAS Y EN RUMIANTES DOMÉSTICOS (Análisis de datos).....	19
2- LA TBC COMO ZOONOSIS Y SU CONOCIMIENTO EN LA POBLACIÓN (Encuesta sobre conocimientos y bioseguridad)	31
CONCLUSIONES	34
CONCLUSION	35
REFLEXIÓN PERSONAL	35
BIBLIOGRAFÍA	36

RESUMEN

Si bien la TBC es una enfermedad humana y animal conocida hace muchos años y cuya evolución se había ido reduciendo hasta llegar a la erradicación en muchos países de los denominados desarrollados, no ha dejado de seguir siendo una de las mayores causas de mortalidad en países en vías de desarrollo. Sin embargo, en las últimas décadas está reemergiendo en algunos de estos primeros países. En el caso de la tuberculosis bovina, diferentes elementos que pueden influir en la transmisión en algunos casos, no solo influyen entre animales, sino también incumben a las personas. Pese a los programas de erradicación y control instaurados en España y al descenso paulatino de la incidencia y prevalencia en animales, en los últimos años, los casos en humana se mantienen en los mismos números o incluso son mayores respecto a años anteriores. Ante esa situación, el trabajo ha valorado la relación hombre-animal (bovino) en el entorno doméstico como elemento de riesgo en esta re-emergencia.

Los resultados muestran como la prevalencia de TBC humana no tiene una relación con la prevalencia e incidencia de TBC en bovino domésticos. No obstante, otros elementos del entorno de los animales de vida silvestre, como son los cotos privados o la superficie cinegética, si resultan tener una relación con la incidencia en animales o con la prevalencia en rebaños. La influencia de unos elementos sobre otros no depende de un solo factor, sino que están condicionados por varios, como pueden ser los programas de control, el traslado de animales o el tipo de granjas que exista en la zona.

Por otro lado, se ha valorado el conocimiento de la población española sobre la TBC. En conjunto, la información obtenida a través de encuestas indica, por parte del ciudadano, la existencia de cierto nivel de desinformación sobre aspectos básicos de la enfermedad y la transmisión de la misma, lo que puede contribuir a un aumento del riesgo en situaciones de contacto con animales infectados.

ABSTRACT

Although TB is a human and animal disease known for many years and whose evolution had been reducing until reaching eradication in many of the so-called developed countries, it has continued to be one of the main causes of mortality in countries in process of development. However, in recent decades it is re-emerging in some of these first countries. In the case of bovine tuberculosis, different elements that can influence transmission in some cases, not only influence animals, but also concern people. Despite the eradication and control programs

established in Spain and the gradual decrease in the incidence and prevalence in animals, in recent years, human cases have remained at the same numbers or are even higher than in previous years. In this situation, the work has valued the human-animal (bovine) relationship in the domestic environment as a risk element in this re-emergence. The results show how the prevalence of human TB does not have a relationship with the prevalence and incidence of TB in domestic cattle. However, other elements of the environment of wildlife animals, such as private reserves or hunting surface, have a relationship with the incidence in animals or with the prevalence in herds. The influence of some elements on others does not depend on a single factor, but they are conditioned by several, such as control programs, the transfer of animals or the type of farms that exist in the area.

On the other hand, the knowledge of the Spanish population about TB has been assessed. Altogether, the information obtained through surveys indicates, on the part of the citizen, the existence of a certain level of misinformation about basic aspects of the disease and its transmission, which may contribute to an increased risk in contact situations with infected animals.

INTRODUCCIÓN

La tuberculosis (TBC) es una enfermedad bacteriana presente en todo el mundo, siendo una de las diez principales causas de muerte. Afecta a multitud de especies gracias a las diferentes cepas bacterianas, todas ellas pertenecientes al género *Mycobacterium*. El nombre de la enfermedad “tuberculosis” proviene de los nódulos característicos que provoca en los tejidos afectados, “tubérculos”. Pero no todas las afecciones causadas por este género reciben dicha denominación, tuberculosis solo se refiere a la enfermedad causada por el Complejo *Mycobacterium Tuberculosis* (CMT). Pese a tener casos alrededor de todo el globo, la mayor concentración de casos de TBC en humana se ubica más concretamente en Asia Sudoriental, seguido de África y el Pacífico Occidental (<https://www.who.int/es>).

La afección más común se produce a nivel pulmonar, pero no es el único lugar donde genera lesiones. La vía de entrada al organismo tiene una gran repercusión en el hallazgo de otras presentaciones. Es una enfermedad curable y lo más importante se puede prevenir, desde hace ya varios años un buen diagnóstico y un tratamiento efectivo de la tuberculosis humana ha salvado millones de vidas. Aunque una parte de la población está expuesta a un mayor riesgo, las personas inmunodeprimidas, por ejemplo las que padecen VIH, desnutrición o

diabetes, y los consumidores de tabaco corren un riesgo muy superior de enfermar. Los enfermos de VIH tienen 20 veces más probabilidades de desarrollar tuberculosis activas que las VIH-negativas. Si se combina la tuberculosis con el VIH el resultado es una aceleración de la evolución de una gracias a la otra provocando un aumento considerable de la letalidad (<https://www.who.int/es>) Según la OMS la TB es la causa principal de muerte de personas VIH-positivas (<https://www.who.int/es>).

Pese a las medidas llevadas a cabo durante muchos años se considera una enfermedad re-emergente en países desarrollados. Este hecho se produjo alrededor del año 2000, cuando de alguna forma se relajaron las medidas llevadas a cabo para el control y erradicación tomadas hasta el momento, provocando por ejemplo en el caso de la tuberculosis bovina una reemergencia en el ganado bovino e incluso una emergencia en varias especies silvestres, en las que se produjo un salto interespecie de la enfermedad (Moutou *et al.*, 2015). Estos hechos no afectaron solo a los animales sino también a las personas provocando graves problemas de salud pública y poniendo en duda los planes de erradicación y las medidas de control que se habían impuesto.

Pero la pregunta es por qué no se reducen los casos de tuberculosis en humana si tenemos medios para diagnosticarla rápidamente, tratarla e incluso prevenir su transmisión de unas personas a otras. En este aspecto es cuando entra en juego la tuberculosis en las distintas especies animales. Esta es una enfermedad zoonótica, es decir, una enfermedad que de forma natural es capaz de transmitirse de animales a humanos y viceversa. Por lo tanto si la enfermedad no se controla en los animales y sigue su transmisión al hombre jamás podrá ser erradicada. El posible origen de la TBC se ubica en la población animal y tras ello una adaptación y transformación hasta ser capaz de transmitirse de persona a persona (Atlas *et al.*, 2014). No obstante otra teoría plantea la evolución de la bacteria *M. bovis* a partir de *M. tuberculosis*, cepa cuyo principal hospedador es el hombre, adquiriendo en el proceso la capacidad de infectar un mayor rango de hospedadores llegando hasta los animales y pudiendo transmitirse entre ellos. (Abalos *et al.*, 2004).

Entre las “tuberculosis zoonóticas”, denominadas así las tuberculosis causadas por distintas cepas que provocan enfermedad en animales pero llega a transmitirse a las personas, cabe destacar la tuberculosis bovina, una enfermedad crónica producida por *Mycobacterium bovis* (<https://www.oie.int/es/>), afectando en un primer término al ganado pero llegando incluso a la fauna silvestre y al hombre. Dicha enfermedad destaca por ser una de las principales causas de muerte del ser humano en todo el mundo. Según la OMS en 2016 hubo 147.000 casos de

tuberculosis humana causada por *M. bovis*, pero este dato se estimó muy por debajo del real debido a la falta de control de la enfermedad en lugares donde esta es endémica. No obstante, no solo causa daños humanos sino también pérdidas económicas por la disminución de la producción en el ganado, el decomiso de canales en matadero y las restricciones al movimiento de animales vivos de los rebaños infectados. Unido a todos los problemas anteriores también provoca efectos negativos sobre la conservación y sobre la actividad cinegética. (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. *Plan de Actuación sobre TUBerculosis en Especies Silvestres*: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/patubes2017_3_tcm30-378321.pdf).

El problema de la TBC bovina se considera global, se encuentra distribuida por todo el mundo teniendo especial importancia en países africanos donde se halla el mayor número de afectados. Provocada esta situación por las deficientes medidas de control de la enfermedad en las granjas, las escasas medidas de prevención y la falta de inspección de la carne y tratamiento térmico de la leche (Cosivi *et al.*, 1998).

La mayor concentración de esta enfermedad corresponde con lugares rurales (Nebreda *et al.* 2019), pobres y marginados donde se vive en estrecho contacto con el ganado y donde los sistemas de control son ineficaces.

Según datos de la OMS (<https://www.who.int/es>) las personas infectadas con el bacilo tuberculoso tienen un riesgo de un 5-15% de enfermar de tuberculosis a lo largo de su vida.

ETIOLOGÍA:

La familia *Mycobacteriaceae* contiene un solo género conocido como el género *Mycobacterium sp.* Hoy en día está constituido por más de 120 especies de micobacterias (Dorronsoro *et al.*, 2007), clasificándolos en una u otra en función de sus características morfológicas, bioquímicas y otras características fenotípicas. Dentro del género se distinguen dos grandes grupos el CMT (Complejo *Mycobacterium tuberculosis*) y los *Mycobacterium* no tuberculosos (MNT).

Las bacterias pertenecientes al Complejo *Mycobacterium Tuberculosis* son bacilos intracelulares, Gram (+), ácido-alcohol resistentes, inmóviles, no esporulados y no posee cápsula. Son capaces de resistir la desecación y la congelación, en cambio, la luz ultravioleta y el calor con un tratamiento mínimo de pasteurización (65°C durante 30') son capaces de inactivarlos.

En el complejo *Mycobacterium tuberculosis* encontramos al *Mycobacterium bovis* junto a *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium africanum*, *Mycobacterium microti* y *Mycobacterium canneti*, originando todas ellas un gran abanico de posibles hospedadores. El ADN de estas especies coincide en un 99.95%, pero esa pequeña diferencia provoca grandes cambios en cuanto a genotipo, huéspedes y gravedad y tipo de enfermedad (Chaves *et.al.*, 2010).

Prácticamente se considera a los individuos del complejo clones (Leal-Bohórquez *et al.*, 2016), es decir, el intercambio horizontal de genes es escaso. Probablemente deriva de un grupo de bacilos tubérculos ancestral, denominado a todos ellos "*Mycobacterium prototuberculosis*", pero no es más que una hipótesis por confirmar debido al desconocimiento de la evolución de los bacilos (Wirth *et.al.*, 2008). Son tan parecidos que incluso el *M. africanum* subtipo II no es capaz de diferenciarse en el análisis genómico del *M. tuberculosis* moderno, deduciéndose este como una posible cepa fenotípicamente atípica del *M. tuberculosis* (Mostowy *et. al.*, 2004).

En el otro gran grupo del género *Mycobacterium* (citado anteriormente) se encuentran las micobacterias no tuberculosas, (Dorrnsoro *et. al.*, 2007) destacando en él el Complejo *Mycobacterium Avium*, donde se encuentran todos los *M. avium* y el *M. intracellulare* causantes de enfermedades no tuberculosas. El *M. intracellulare* es el antiguo bacilo de Battey y *M. avium* es el causante de enfermedad en las aves, también considerada una zoonosis gracias a su capacidad de transmitirse de la aves al hombre vía aerógena y causar enfermedad en los individuos inmunocompetentes (importante en pacientes seropositivos), pero la cría domestica de aves ha hecho prácticamente desaparecer esta transmisión (de Kantor *et. al.*, 2012) (Santos *et. al.*)

CARACTERIZACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE LA TBC

El complejo *M. Tuberculosis* y los hospedadores

Mycobacterium bovis es el principal causante de la enfermedad en bovinos, pero también es capaz de provocar enfermedad en el cerdo y el hombre. Además afecta a otros animales como pueden ser équidos, perros, gatos, ovejas y cabras o animales silvestres como ciervos, gamos y jabalíes.

Mycobacterium tuberculosis es el principal causante de la enfermedad en humanos pero ocasionalmente se puede hallar en perros, gatos, primates en cautividad, cerdos y ganado bovino.

Mycobacterium africanum y *Mycobacterium cannetti* al igual que *M tuberculosis* establece al ser humano como su hospedador, pero con mucha menos frecuencia, y vistos como un patógeno aislado geográficamente en diferentes zonas del mundo como África tropical en el caso de *M. africanum*. (Prat, et. al.).

Mycobacterium microti, aislada en topillos de campo por primera vez, establece a los roedores como sus huéspedes principales, aunque también se ha podido detectar en otros mamíferos como el gato. Se ha dado algún caso en humano pero es muy raro debido a su baja virulencia. (Emmanuel et. al., 2007).

Situación en España, Europa y Mundial

En 2016, según la OMS, se notificaron 147.000 casos de tuberculosis zoonótica en humanos y 12.500 muertes por esta enfermedad. Ya en 2018 de los 188 países y territorios que declararon a la OIE su situación respecto a esta enfermedad, 82 países notificaron la presencia, es decir, 44% presentaban la enfermedad dentro de sus fronteras. No obstante el problema radica en que las estimaciones son inexactas, todo debido a la falta de seguimiento y control de la enfermedad en muchas regiones. Los casos en países más desarrollados, con un control de los animales y un control alimentario contundente, son poco comunes. La diferencia se observa con aquellos países en los que el control e inspección de los alimentos no se lleva a cabo y los animales, con los que están conviviendo las personas, no siguen un protocolo de saneamiento ni controles veterinarios en busca de detección de enfermedades que puedan generar un riesgo para la salud pública o el medio ambiente (<https://www.who.int/es>).

En Europa gracias a los programas de erradicación de la enfermedad la situación epidemiológica es favorable, en la mayoría de los países, siendo la región centro europea y los países nórdicos libres de TBC bovina.

En España la prevalencia de la enfermedad en general ha disminuido mucho en los rebaños gracias al programa de erradicación y control nacional (MAPA: <https://www.mapa.gob.es/es/>). Esta bajada se observa sobre todo en la zona de Castilla y León, Aragón y Cataluña, aunque sí cabe destacar una subida de los casos en la zona de Extremadura, Castilla-La Mancha y Andalucía. A pesar de la disminución de casos de TBC en ganado durante los últimos años, la prevalencia de la enfermedad originada por *M. bovis* en humana se ha mantenido.

La transmisión de la infección por *M. bovis*

Animales

La transmisión de la TBC bovina se puede producir por dos grandes vías: la vía horizontal, entre individuos contiguos sin relación madre-hijo, y la vía vertical, transmitiendo de la madre a la descendencia antes del nacimiento, durante el parto o después de parto (neonatal). En el animal que mayor importancia cobra la transmisión de la TBC bovina es el ganado bovino, siendo como se ha nombrado anteriormente su principal hospedador.

La transmisión horizontal entre los animales se produce mediante el contacto de infectados con sanos, teniendo en cuenta que un animal infectado puede diseminar la bacteria antes de manifestar signos clínicos. La principal vía de transmisión es la inhalación de gotículas infectadas por parte de un individuo sano, expulsadas por un animal enfermo al toser o estornudar, pero también se puede dar la transmisión por consumo de leche cruda. Generalmente la infección en animales adultos se produce entre los 6 meses y dos años cuando entran en contacto con otros animales adultos (Chamizo *et al.*, 2019).

Mientras, en la transmisión vertical destaca la tuberculosis congénita producida vía umbilical y su diseminación al hígado y ganglios linfáticos portales del feto. Este proceso puede quedar latente en estos órganos o darse el caso de una extensión, originándose lesiones en pulmón o bazo. Además la infección en terneros se debe generalmente a una transmisión vía oral causada por el consumo de leche proveniente de sus propias madres (leche cruda). En estos individuos la tuberculosis pulmonar es bastante rara y la generalización de la enfermedad por el organismo se produce de una forma rápida (Chamizo *et al.*, 2019)

Los perros y gatos son también susceptibles a *M. bovis* al ingerir leche cruda, vísceras o cadáveres de animales enfermos, pero además son considerados diseminadores de la bacteria si las lesiones se localizan en intestino o tracto respiratorio. No solo se ha conseguido diagnosticar en ellos infección por *M. bovis*, sino también por *M. tuberculosis*. (Jorge, *et. al.*, 2018).

Por otro lado los cerdos son animales que raramente se infectan con estas especies de *Mycobacterium* nombradas anteriormente. En su lugar se infectan con frecuencia con el *M. avium*, perteneciente al grupo de los MNT. (https://www.3tres3.com/enfermedades/tuberculosis_127)

No solo puede encontrarse el *M. bovis* en animales domésticos ,como se ha visto hasta ahora, también se ha conseguido aislar en numerosas especies de vida silvestre (The Center for Food

Security & Public Health, 2009) (Ortiz *et al.*, 2015) como son: búfalos, bisontes, cabras, camellos, jabalíes, ciervos, antílopes, zorros, visones, tejones, rata, primates, llamas, tapires, alces, elefantes, rinocerontes, zarigüeyas, ardillas de tierra, nutrias, focas, liebres, topos, mapaches, coyotes y felinos como el león, el tigre, el leopardo; de las cuales se destacan por la presencia en nuestro país el jabalí, el gamo, el ciervo, el tejón, la ardilla de tierra, el zorro, el hurón y la rata (de Juan *et al.*, 2010).

El jabalí representa un importante reservorio de tuberculosis en zonas de alta prevalencia, son grandes diseminadores de la enfermedad y puede llegar a infectarse a edades muy tempranas, incluso provocando en ellos lesiones generalizadas con afecciones del pulmón. Junto con esta especie destacan también en el reservorio de la enfermedad el ciervo y el gamo, no solo cobrando importancia a nivel silvestre, sino que es el principal problema en las granjas de estos animales, llegando a provocar lesiones pulmonares. Es decir, el problema con los animales de vida silvestre no se encuentra únicamente en aquellos que viven en libertad en el medio natural, sino que por su proximidad a estas zonas y el acceso de animales ajenos a dichas instalaciones también es un problema en granjas cinegéticas o en parques naturales. (PATUBES: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/patubes2017_3_tcm30-378321.pdf)

Esta clase de animales son un problema añadido en la propagación de la enfermedad en dirección al hombre, por las actividades cinegéticas y otras actividades rurales en las que pueden llegar a entrar en contacto, pero también hacia el ganado vacuno destacando en este ámbito las granjas de sistema extensivo.

A los aspectos vistos hasta el momento se debe sumar la dificultad de establecer la prevalencia en ellos, la falta de control de estas especies, el gran aumento del número de jabalíes y el acercamiento de ellos a los asentamientos humanos.

Probablemente deberíamos pensar en un futuro cercano en el crecimiento de los casos de tuberculosis en personas provocado por animales de vida silvestre. Planteando esta hipótesis por el actual vaciamiento de nuestras calles provocado por el confinamiento del Covid-19. La aproximación de las especies de vida silvestre a los núcleos urbanos es provocada por la falta de elementos que les provoquen miedo.

Humana

Entre persona la infección más frecuente de tuberculosis lo produce *M. tuberculosis*, pero los mecanismo y medios de transmisión se dan de forma similar con *M. bovis*. Existe la vía

congética pero es poco frecuente y la vía horizontal principal de propagación es la aerógena. Cuando una persona infectada o enferma de tuberculosis pulmonar tose, estornuda o escupe, expulsa gotículas infectadas al aire (Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades: <https://www.cdc.gov/spanish/index.html>). Los pacientes más contagiosos son aquellos que expulsan un gran número de formas bacilares, tienen una tos intensa, no se encuentran aislados o no tienen un medio de protección como las mascarillas y no reciben ningún tratamiento contra la enfermedad. Ciertos factores influyen a la hora de la transmisión, como viene siendo la proximidad y tiempo de exposición a personas enfermas o condiciones insalubres de la vivienda (Bermejo *et al.*, 2007).

Como forma anecdótica existen la transmisión a través de vía urogenital, cutáneo-mucosa, transplacentaria y por inóculo en la tuberculosis humana (González *et al.*, 2009). Gracias a la inexistencia de diferencias en la clínica de TBC provocada por *M. bovis* con respecto a la provocada por *M. tuberculosis*, y a la muy escasa diferencia en la patogenia producida por *M. bovis* entre humanos y animales, se plantean estas vías de transmisión de la TBC bovina en personas.

Los principales factores de riesgos a la hora de la transmisión en los humanos son el estatus inmunológico y socioeconómico, los diversos ámbitos de exposición y la coinfección con el virus del VIH. Por lo que en aquellos países donde las condiciones higiénico-sanitarias son deficientes o casi nulas la probabilidad de transmisión de la TBC aumenta considerablemente. La transmisión persona a persona ha sido descrito tanto en paciente inmunocompetentes como en pacientes inmunodeprimidos (Evans *et al.*, 2007).

Salto interespecífico

Los mecanismos de transmisión de la bacteria *M. bovis* de los animales al hombre son muy variados. El principal es a través de gotículas infectadas que expulsa un animal enfermo al toser y son inhaladas por la persona que se encuentre próxima. Otra vía es la digestiva, bien a través del consumo de leche cruda o quesos frescos fabricados con leche cruda contaminada o mediante el consumo de carne con nódulos (Nebreda *et al.*, 2019)

Según nos encontremos en un país desarrollado o en uno en vías de desarrollo tendrán más peso los factores de riesgo asociados al contacto directo con animales enfermos en el caso de los primeros, y al consumo de leche no pasteurizada en los segundos.

Antiguamente los investigadores se cercioraban de que la carne era el principal problema de contaminación. Esto se debía a la falta de control en las canales de animales para consumo

humano. Hoy en día gracias al concepto de seguridad alimentaria se descarta esta vía de transmisión. (Gutiérrez *et al.*, 2003) Cuando los animales presentan lesiones en la carne se decomisa y no se permite su venta al consumidor. Aquí es cuando se presenta la principal diferencia entre los países desarrollados, con elevado estatus económico, un tratamiento en los productos para eliminar el bacilo y una prácticas higiénicas y de control aceptables, frente a los países poco desarrollados y que carecen de ellas (Michel *et al.*, 2010)

La economía de los países en vías de desarrollo no les permite realizar una inspección post-mortem de las canales, e incluso haciéndola y destacando posibles peligros, no poder descartarla por falta de medios de subsistencia (Etter *et al.*, 2006). En dichas zonas el conjunto de todos los hechos nombrados hasta ahora le proporciona a la enfermedad el título enfermedad endémica, definido como un tipo de enfermedad presente en la población que se va a mantener a un nivel prácticamente constante. Con estas premisas se puede deducir el porqué de la diferencia de casos de unos países a otros.

Pero hay otra diferencia más en la definición de la TBC según si es un país desarrollado o no. Dentro de los primeros está considerada como una zoonosis profesional; por su transmisión durante el desempeño de las actividades laborales con animales o productos derivados de ellos. Pero la caracterización en los lugares donde es una enfermedad endémica, países en vías de desarrollo, es muy diferente. Aquí se la caracteriza como una enfermedad olvidada, definidas como aquellas enfermedades que en los países en vías de desarrollo tienen mucha importancia pero en los desarrollados al haber pocos casos se les dan poca, pudiendo ser un punto de partida de grandes focos.

Hasta ahora la transmisión habitual que se ha expuesto de una zoonosis es dirección animal-hombre, pero bajo la acción de *M. tuberculosis* ocurre lo denominado zoonosis inversa, es decir, la transmisión sería del hombre al animal, siendo los perros los que mayor probabilidad tienen. Asimismo se ha demostrado en la cohabitación de perros con personas enfermas que estos pueden llegar a albergar el agente etiológico (Jorge, *et al.* 2019).

La relación infección-enfermedad, en personas y animales

No todas las personas infectadas con *M. bovis* enferman. Aquellas que no enferman desarrollan una infección tuberculosa latente, son asintomáticos y no pueden contagiar a otras personas, es decir, son portadores no eliminadores. Aunque no implica que en un futuro no vayan a desarrollar la enfermedad. El desarrollo de la enfermedad se puede producir en poco tiempo tras la infección o muchos años después, cuando se produzca un descenso de la

inmunidad generado por enfermedades inmunodepresoras o por situaciones de estrés, siendo desde ese momento individuos infectantes. (CDC: <https://www.cdc.gov/spanish/index.html>)

La infección en el ganado también puede permanecer latente durante años, reactivándose posteriormente (<https://www.oie.int/es/>) en periodos de estrés o en animales viejos, variando según la dosis del agente infeccioso que entra en el organismo y la inmunidad individual de cada animal, dependiente de su propia genética o de la presencia de enfermedades inmunodepresoras o del estrés. Los animales que padecen únicamente la infección son asintomáticos, pero son eliminadores (<https://www.oie.int/es/>). Respecto al resto de animales no bovinos el mantenimiento de la infección o la evolución a enfermedad varía según la especie.

FACTORES DE RIESGO PARA EL SALTO INTERESPECÍFICO DE LA TBC

Hospedadores naturales y reservorios

- Animales domésticos que entran en contacto con el hombre. El vacuno y la cabra en granjas, el gato y el perro en el ámbito doméstico o en granjas, los hurones con cazadores o en el ámbito doméstico y las ratas en su tenencia como mascotas.
- Animales salvajes infectados que entran en contacto con el hombre, por ejemplo el contacto en safaris.
- Animales salvajes infectados de circos o zoos como son: elefantes, tigres, leones, rinocerontes, llamas.
- Animales de vida silvestre como el jabalí, el zorro, el gamo, el ciervo o el tejón en cercanías de granjas o que por actividades cinegéticas entran en contacto con el hombre o animales domésticos.
- Todos los animales (domésticos, de vida silvestre o salvajes) asintomáticos.
- Personas enfermas por *M. tuberculosis* que vivan con animales domésticos (perros, gatos).

Factores que influyen en la diseminación:

- Densidad animal; un aumento de esta provoca un aumento en la probabilidad de contagio (Humblet *et al.*, 2010).
- Proximidad a un foco; una mayor proximidad aumenta las probabilidades de infección.
- Traslado de animales; mayor peligro aquellos animales que son asintomáticos.
- Relación-contacto con animales silvestre; mayor contacto mayor probabilidad de transmisión.

- Contacto con otros rebaños; aumentando el contacto y la falta de control de los rebaños aumenta las probabilidades.
- Tipo de explotación; en sistemas de producción intensivos aumenta el contacto entre los animales, pero en sistemas de producción extensivos se producirá mayor contacto con animales salvajes.
- Falta de control de la enfermedad; aumenta la diseminación.
- Altitud; a mayor altitud menor riesgo (Humblet *et al.*, 2010).
- Viaje a lugares donde la enfermedad es endémica; aumenta la probabilidad de contagio.
- Población rural o urbana; siendo más probable la diseminación en población rural que día a día entra en contacto con animales que pueden ser portadores.

(Chomel *et al.*, 2007), (Humblet *et al.*, 2009), (Garro *et al.*, 2010), (Gortázar *et al.*, 2017) (Guta *et al.*, 2014).

CUADRO CLÍNICO

Los bovinos con TBC por *M. bovis* pueden presentar dos formas clínicas diferentes, la pulmonar y la extrapulmonar. El mayor porcentaje de los individuos adultos presentan la forma pulmonar, es decir, las lesiones se instauran en un primer momento en los pulmones. A partir de este punto la extensión de la enfermedad puede ser precoz o tardía. La generalización se produce al resto del organismo observándose lesiones en otros órganos como son hígado, bazo, cuajar, nódulos linfáticos u órganos genitales.

En animales jóvenes el foco primario de lesión es el intestino porque la infección se produce a través del consumo de leche. Y en neonatos el foco primario es el hígado al tratarse de la tuberculosis congénita (Cardenal *et al.*, 1992).

Dependiendo de donde tengamos el foco primario de la enfermedad la sintomatología cambiará, lo que producirá diferentes cuadros clínicos (Cardenal *et al.*, 1992). Con una progresión variable pudiendo ir de subaguda a crónica.

Todos estas lesiones ocurren de igual manera en otros animales que desarrollan la enfermedad como son el perro, el gato (Jorge, *et al.* 2019), el jabalí o el ciervo (PATUBES).

M. bovis produce en personas un cuadro clínico similar al del bovino e igual que el que causa la especie *M. tuberculosis*, provocando la forma pulmonar y/o extrapulmonar (Golpe, *et al.*, 2002), (Leal-Bohórquez *et al.*, 2016). Gracias a las medidas higiénico-sanitarias establecidas es más común la forma pulmonar por la entrada del patógeno vía respiratoria. La enfermedad en

los pulmones se puede asociar con tos mientras que la forma gastrointestinal causa dolor abdominal y diarrea.

ESTRATEGIAS DE MEDICINA PREVENTIVA FRENTE A LA TBC

La TBC es una enfermedad de declaración obligatoria en la OIE, la UE y en España. Para hacer frente a ella en España se podría hablar de dos tipos diferentes de planes. Uno el programa de erradicación para hacer frente a la TBC animal y otro el plan nacional de vigilancia de la TBC en humana.

Programa de erradicación de TBC animal

Las primeras actuaciones frente a la TBC ya se produjeron en los años 50, aunque no fue hasta 1965 cuando se estableció un Plan Nacional de Lucha contra la tuberculosis bovina. Tras la entrada en la UE ya se presenta un Programa de Erradicación Acelerada, pero el cambio para garantizar unos objetivos y una actuación continuada se produjo con los Programas Nacionales de Erradicación de la Tuberculosis bovina 2006-2010, basado en pruebas y sacrificio de animales.

El objetivo principal del Programa Nacional de Erradicación de la Tuberculosis bovina de 2020 sigue siendo el mismo establecido hasta ahora, la erradicación de la enfermedad. Se considerará erradicada cuando no haya más de un 0,1% de los rebaños de nuestro país infectados durante 6 años consecutivos. Para ello se deben reducir los niveles de prevalencia e incidencia de rebaños y la incidencia en los animales. Las principales medidas adoptadas en este plan: (MAPA: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/pnetb_2020final_tcm30-523317.PDF)

- Pruebas diagnósticas; prueba de IDTB (Intradermotuberculización) en animales a partir de 6 semanas y prueba de gamma-interferón a partir de 6 meses. De forma rutinaria se realizará la IDTB simple, aunque en algunos casos podrá usarse la comparada, pudiéndose complementar estas con el gamma-interferón en los rebaños positivos o si la autoridad competente así lo dictamina.
- Sacrificio obligatorio de animales positivos y de toda la explotación si las autoridades lo consideran necesario, y así realizar un vacío sanitario, por temas de Salud Pública.
- Medidas profilácticas en explotaciones en las que se han detectado animales positivos. En éstas se mantendrá un mayor control de los movimientos (todos los animales mayores de 6 semanas) y de la reposición, con la expedición por parte de los servicios veterinarios oficiales de la “Guía de Origen y Sanidad Pecuaria”, e incluso la

intensificación de la vigilancia diagnóstica mediante un aumento del número de pruebas en el tiempo.

- Chequeos previos a los movimientos de animales para evitar con ello el traslado de animales positivos a rebaños indemnes y realizar el sacrificio de estos evitando la propagación.
- Medidas de control sobre posibles reservorios silvestres de acuerdo con el Plan de Actuación sobre Tuberculosis en Especies Silvestres (PATUBES: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/patubes2017_3_tcm30-378321.pdf).
- Formación de los veterinarios para la realización de pruebas diagnósticas.
- Vigilancia en matadero decomisando los animales positivos y notificando de ello a la granja de origen y a la autoridad competente.

En explotaciones semi-intensivas y extensivas debe seguirse de forma complementaria una normativa con respecto al uso de pastos comunales. Para evitar la diseminación de la enfermedad las Comunidades Autónomas deberán instaurar un mayor número de medidas en el control de estos:

- Aquellos pastos en los que aparecen animales positivos estos no podrán ser utilizados en un periodo mínimo de 60 días.
- Solo podrán acceder a pastos calificados sanitariamente aquellos rebaños que pertenezcan a granjas calificadas como sanas.

Pese a todas las medidas que se realizan en el campo también se requiere un sistema de vigilancia y control en matadero complementario. En él se realizarán inspecciones de todos los animales post-mortem independientemente de la calificación sanitaria del rebaño.

Con los últimos datos estudiados en el “Programa Nacional de Erradicación de Tuberculosis Bovina 2020” y gracias a la ejecución de este en los años precedentes, la prevalencia en los rebaños en el año 2018 ha sufrido un descenso (poco significativo), la incidencia de rebaños positivos ha sufrido un ascenso (igual que años anteriores) y también se ha producido un ascenso de la incidencia en animales.

Por otro lado PATUBES contempla el mantenimiento de una vigilancia poblacional y sanitaria de las distintas especies de vida silvestre. Sumado un control de movimientos de la caza, la mejora de la bioseguridad en las explotaciones ganaderas, los tratamientos de residuos cinegéticos y actuaciones sobre las especies reservorios.

Programa de control de TBC en humana

El programa de control no solo se ha establecido a nivel animal. España cuenta con un programa aprobado por la Comisión de Salud Pública en 2007 para la prevención y el control de esta enfermedad en personas. Este plan incluye por ahora metas hasta el 2020, pero con los resultados de la próxima evaluación se implementaran medidas para los próximos 5 años.

Como objetivo final tiene detener la transmisión de la TB en España, para el año 2030, a través de:

- La utilización de la prevención y el diagnóstico.
- La mejorar de la tasa de éxito del tratamiento, debido a las cepas multirresistentes a fármacos.
- Mantener una baja incidencia entorno al 4%
- Mejorar el conocimiento sobre la enfermedad, tanto en el ámbito científico como en el ciudadano de a pie, y la correcta transmisión de información sobre casos.

La vigilancia se realiza a través del Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica (RENAVE), integrando la información epidemiológica y microbiológica de cada caso y cada CCAA a una plataforma informática de salud pública. Desde principios del siglo XX la tuberculosis pulmonar es de declaración obligatoria, pero no permitía diferenciar entre caso sospechoso o confirmado ni disponer de información epidemiológica básica. En 1995 gracias a la creación de RENAVE se amplió la vigilancia a meningitis tuberculosa y se estableció la declaración individualizada junto a una encuesta epidemiológica específica. Hoy en día y desde 2004 se amplía esta declaración a todas las formas de TBC. (Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social: *Plan para la prevención y control de la tuberculosis en España*: <https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/PlanTuberculosis/docs/PlanTB2019.pdf>).

JUSTIFICACION Y OBJETIVOS

Partiendo de la premisa de que la TBC bovina es un problema en sanidad animal que puede involucrar (como hospedadores, reservorios o vehículos) a múltiples especies animales, teniendo detrás un componente etiológico muy complejo, donde las interacciones entre los hospedadores el microorganismo y el entorno son determinantes en la propagación de la enfermedad, y que al final de la cadena puede acabar saltando al hombre y por tanto terminar

siendo un problema no solo de sanidad animal sino de salud pública, resulta evidente que su abordaje debe ser multidisciplinar basado en una estrategia One Health.

En ese contexto, el conocimiento de uno de los aspectos mencionados, la interacción entre hospedadores, microorganismo y entorno, será una de las piezas clave para desarrollar y mejorar las estrategias de prevención y control o erradicación de la enfermedad.

Especial interés se presenta en el abordaje de este punto desde la perspectiva de la salud pública, y a este nivel, el estudio de la interacción entre el hombre y los animales puede contribuir a mejorar la comprensión de por qué la enfermedad está reemergiendo de forma importante en algunas poblaciones humanas. En este sentido la interacción con los animales domésticos y silvestres o la actitud del hombre en esa interacción (antropología de la enfermedad) pueden estar jugando un papel fundamental.

Con esas premisas, el trabajo se plantea profundizar en algunos aspectos concretos del entorno de la interacción animal-hombre y especialmente el componente antropogénico de la misma, de tal modo que los objetivos establecidos son:

- 1- Valorar el paralelismo existente entre la situación y evolución de la tuberculosis humana y la tuberculosis bovina en España.
- 2- Identificar características propias de las poblaciones de rumiantes domésticos en las diferentes zonas geográficas del país como potenciales factores de riesgo para las personas
- 3- Determinar la posible implicación de las poblaciones de rumiantes silvestres en la evolución de la TBC en animales domésticos y en el hombre.
- 4- Valorar desde una perspectiva antropológica, la contribución del comportamiento y los conocimientos del hombre sobre la enfermedad en el riesgo de transmisión de la misma como zoonosis.

METODOLOGÍA

1. Revisión bibliográfica

Toda la información utilizada en este trabajo ha sido seleccionada bajo un filtro de antigüedad, es decir, se ha seleccionado información publicada en los últimos 10 años, exceptuando algunas referencias que, dada su fiabilidad, se ha permitido su uso.

A la hora de obtener información para esta enfermedad se ha procedido al uso de la Biblioteca de la Universidad de Zaragoza y de buscadores especializados; *Pubmed*, Google Chrome y Google Académico, todo ello utilizando una serie de palabras clave las cuales han sido: Tuberculose, *Mycobacterium bovis*, transmission, prevention, control *Mycobacterium tuberculosis complex*, epidemiological situation.

Mientras, los programas sanitarios, las medidas de prevención, control y erradicación y la situación epidemiológica en las distintas partes del mundo se ha recopilado de la información puesta a disposición del público por los organismo internacionales de salud; Organización Mundial de la Salud (OMS) (<https://www.who.int/es>), la Organización Mundial de la Salud Animal (OIE) (<https://www.oie.int/es/>), utilizando su base de datos Wahis en el caso de esta última. Para estas referencias a nivel nacionales se ha recurrido al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) (<https://www.mapa.gob.es/es/>).

2. Recopilación de datos para el estudio de riesgo

La información epidemiológica escogida relativa a la situación sanitaria de la enfermedad en las diferentes poblaciones de trabajo se ha obtenido a partir de documentos oficiales. Usando para la TBC humana los dos últimos años y para los rumiantes domésticos la información de los últimos 5 años.

- TBC humana- BOLETIN EPIDEMIO nacional y de las diferentes CCAA (<http://www.isciii.es/>)
- TBC Bovino doméstico- MAPA (<https://www.mapa.gob.es/es/>)
- TBC Rumiantes silvestres- PATUBES (https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/patubes2017_3_tcm30-378321.pdf)

Se ha completado esta información con datos de censos de población rumiante doméstica y algunos datos de censos de población de rumiantes silvestres. Esta información se ha obtenido en (<https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/encuestas-ganaderas/>)

3. Organización de la información y su análisis

La forma de gestionar toda la información obtenida ha sido mediante la utilización de una hoja de cálculo en el programa informático Excel, como base de datos. Posteriormente, para llevar a cabo el análisis de datos se han tratado las variables de la siguiente forma: Por un lado,

aquellas variables que tenían un valor continuo se han transformado en valores discontinuos mediante la creación de rangos. Los rangos se ha determinado utilizando la media, la mediana, los cuartiles y los percentiles y en función de su distribución se han establecido los puntos de corte para cada rango, y sobre ellos se han creado los rangos (generalmente 4 diferentes). Por otro lado, las variables que inicialmente eran discontinuas se mantienen como tal.

La base de datos final contenía todas las variables con formato discontinuo, con cuatro posibles valores correspondientes a cada uno de los rangos creados anteriormente, manteniendo también los datos continuos para su valoración posterior en el análisis estadístico. A partir de la bases de datos se ha realizado el análisis estadístico utilizando el programa informático, de dominio público, EpiInfo 7® (<http://www.cdc.gov>).

Las pruebas estadísticas utilizadas dependieron del tipo de variable, siendo estas continua o discontinua, y de que siguiesen una distribución normal o no. Para todas las variables se estableció su distribución de frecuencias mediante una análisis univariante, es decir, porcentajes para las discontinuas y media y mediana para las continuas.

Posteriormente, se ha realizado el análisis bivalente para determinar la asociación estadística entre variables. Esto se ha llevado a cabo utilizando diferentes tipos de pruebas según el tipo de variables relacionadas entre sí. La significación estadística se determinó mediante el valor estadístico “p” considerando una significación estadística cuando el valor era $\leq 0,25$; o bien mediante el coeficiente de correlación r^2 cuando las variables eran continuas, considerando significativa la relación si el valor era superior a 0,5 e interpretando el sentido de la asociación según el signo de r^2 .

El valor r^2 se ha utilizado para interpretar el grado de asociación entre dos factores (variables continuas de tipo cuantitativo), siendo este máximo cuando su valor sea 1 ó -1, disminuyendo cuando se acerca a 0. Si el valor es positivo nos indica una relación positiva, es decir, un aumento de un factor provoca el aumento del otro, mientras que si este valor es negativo se da la situación inversa en la cual el aumento de un factor genera la disminución del correlacionado.

4. Encuesta de conocimientos sobre riesgos de TBC

La encuesta epidemiológica fue realiza en el diferentes áreas del centro-norte de España, entre las que se encuentran Castilla y León, Madrid, Navarra, La Rioja, País Vasco, Cantabria y Aragón. Atendiendo al tamaño de la población del área geográfica, se estimó un tamaño de muestra utilizando: 50% de frecuencia esperada, 10% de error aceptable, 1.0 efecto de diseño

y 95% de nivel de confianza (Epi-info 7, www.cdc.gov), llegando a un tamaño mínimo de muestra entre 45 y 96 personas.

Para seleccionar a cada persona, se utilizó la lista de contactos del investigador como punto de partida y a dichas personas se les pidió que redirigieran la encuesta a sus contactos, utilizando así los resultados obtenidos de estos contactos secundarios.

La encuesta incluyó en un primer bloque una serie de preguntas para caracterizar a la población y en segundo lugar las preguntas específicas relacionadas con los conceptos de zoonosis, transmisión y los programas de control de la tuberculosis. Estas se diferenciaban en dos tipos, unas de opción de respuesta cerrada, con una elección entre dos o cuatro posibles respuestas, y por otro lado una serie de preguntas de respuesta abierta.

Para hacer posible esto se recurrió a la utilización de cuestionarios Google y las redes sociales como herramientas de trabajo para difundir y recopilar la información. Las respuestas a cada pregunta se introdujeron en una base de datos Excel para su posterior análisis.

Los datos se analizaron estadísticamente con el mismo programa informático y fueron interpretados con el mismo criterio que el punto anterior, pero en este caso se consideró significación estadística la obtención de un valor “p” menor o igual a 0.05.

5. Diseño final y redacción del trabajo

Obtenida toda la información de las distintas plataformas, los resultados de los análisis estadísticos y la encuesta, se ha procedido a redactar el trabajo dividiéndolo en los distintos bloques que lo estructuran. Así como también se ha procedido a la realización de la bibliografía y el referenciado según el estilo Harvard.

RESULTADOS

1-LA TBC EN PERSONAS Y EN RUMIANTES DOMÉSTICOS (Análisis de datos)

1.1. Distribución de casos de TBC humana y su posible relación con la TBC de rumiantes domésticos

A- PREVALENCIA anual de casos de TBC HUMANA por CCAA

Tabla 1: Prevalencia anual TBC humana 2017 y 2018.

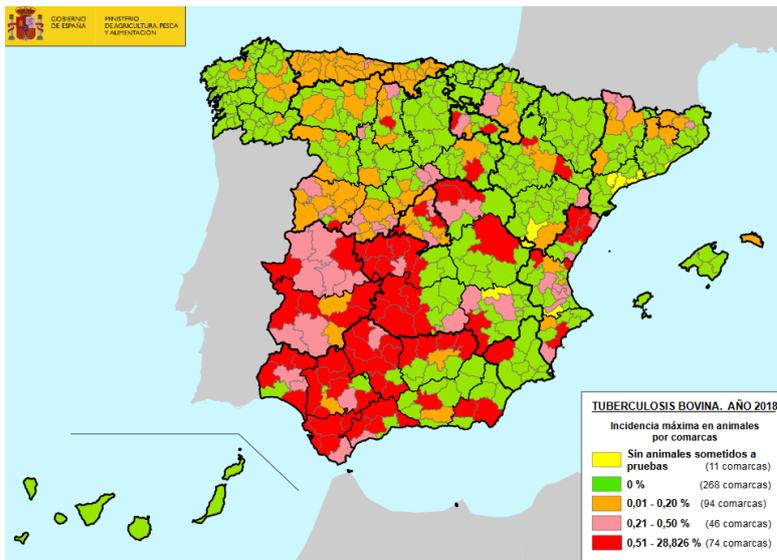
CCAA	HUMAN 2017	HUMAN 2018
GALICIA	529	529
ASTURIAS	86	104
CANTABRIA	57	76
P. VASCO	227	217
NAVARRA	26	34
RIOJA	29	28
ARAGÓN	134	113
CATALUÑA	963	944
BALEARES	104	135
CAST. LEON	209	205
MADRID	604	574
CAST LAMANCHA	139	149
VALENCIA	414	315
MURCIA	118	117
EXTREMADURA	55	71
ANDALUCIA	554	604
CANARIAS	111	154

Entre el año 2017 y 2018 los casos de TBC en la mayoría del país han aumentado (ver tabla 1), a excepción de ciertas comunidades en las cuales el descenso ha sido mínimo. Comunidades como Cataluña, Madrid, Andalucía o Galicia tiene una densidad poblacional elevada y corresponden a su vez con las regiones que más casos acumulan. A diferencia de Navarra, La Rioja o Extremadura en las que el número contabilizado de casos es bajo, pero en las que la densidad de población es baja.

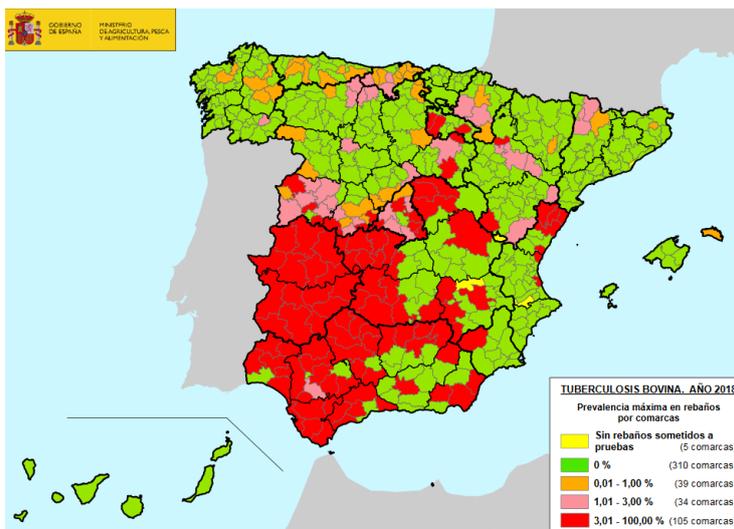
Tabla 2: Distribución de frecuencias de TBC humana.

Variable	Media	Mediana	Moda	25%	75%
Casos Humana 2017	256,4118	134,0000	26,0000	86,0000	414,0000
Casos Humana 2018	257,0000	149,0000	28,0000	104,0000	315,0000

1.2. Distribución de la TBC en las poblaciones de rumiantes domésticos



Mapa 1: MAPA, Incidencia en animales. Tuberculosis bovina 2018.



Mapa 2: MAPA, Prevalencia en rebaños. Tuberculosis bovina 2018.

A partir de la información obtenida en los mapas de incidencia en animales y prevalencia en rebaños se han creado los rangos para clasificar a las diferentes comunidades autónomas. De esta forma se facilita el estudio de las diferentes regiones del país (ver tablas 3 y 4). Estos rangos se han planteado para aproximar, de algún modo, una valoración de la situación de mayor o menor riesgo potencial de infección para las personas en contacto con animales, según el nivel que tenga asignado una zona concreta.

De ellos se han obtenido las categorías en las que se clasifican las provincias según sus porcentajes de incidencia o prevalencia. En el caso del mapa de incidencia (ver mapa 1) se

establece como categoría A si tiene 0% de incidencia, B si tiene 0,01% a 0,20%, C de 0,21% a 0,50% y D >0,51%. Y en el caso de la prevalencia en rebaños (ver mapa 2) la zona será A si tiene un 0% de prevalencia, B si tiene entre 0,01% a 1%, C de 1,01% a 3% y por último D si tiene más del 3% de prevalencia.

Tabla 3: Rangos incidencia de animales.

TRANSFORMACIÓN.(nivel)	
0	todo son A
1	predomina A y algún B
2	predomina A y algún C
	predomina B con algún A
3	predomina A con algún C y D
	predomina B con algún A y algún C
4	predomina B con algún C
	predomina C con algún A y B
5	predomina B con algún C y D
	predomina C con algún B y A
6	predomina C con algún D y A
	predomina C con algún D y B
7	predomina C con algún D
	predomina D con algún A
8	predomina D con algún C y A
	predomina D con algún C y B
9	predomina D con C
10	todo son D

Tabla 4: Rangos prevalencia en rebaños.

TRANSFORMACIÓN.(nivel)	
0	todo son A
1	predomina A y algún B
2	predomina A y algún C
	predomina B con algún A
3	predomina A con algún C y D
	predomina B con algún A y algún C

4	predomina B con algún C
	predomina C con algún A y B
5	predomina B con algún C y D
	predomina C con algún B y A
6	predomina C con algún D y A
	predomina C con algún D y B
7	predomina C con algún D
	predomina D con algún A
8	predomina D con algún C y A
	predomina D con algún C y B
9	predomina D con C
10	todo son D

A- DISTRIBUCIÓN DE LA INCIDENCIA DE ANIMALES POSITIVOS y DE LA PREVALENCIA DE REBAÑOS POSITIVOS A TBC.

Tabla 5: Equivalencia aproximada a los rangos (definidos en el estudio) de incidencia de animales positivos y prevalencia de rebaños positivos por CCAA.

CCAA	INC ANI TBC	PREV REB TBC
GALICIA	1	1
ASTURIAS	5	2
CANTABRIA	6	3
P. VASCO	1	1
NAVARRA	3	4
RIOJA	3	4
ARAGÓN	2	3
CATALUÑA	2	1
BALEARES	0	0
CAST. LEON	4	4
MADRID	4	7
CAST LAMANCHA	6	8
VALENCIA	5	4
MURCIA	4	3
EXTREMADURA	8	9

ANDALUCIA	8	7
CANARIAS	0	0

En ese contexto, se ha analizado la prevalencia de rebaños positivos y la incidencia de animales también positivos, observándose que las provincias con mayor incidencia de TBC en animales no coinciden con las zonas de mayor densidad de población bovina doméstica (ver tabla 8). El hecho de que no se haya detectado relación entre ambos parámetros podría hallarse en el concepto de que los programas sanitarios generales de cada zona pueden ser muy diferentes unos de otros, independientemente de las densidades de población, lo que no solo afectaría a las poblaciones domésticas sino también a los animales de vida silvestre que tienen un papel fundamental en la transmisión.

Por otro lado en las zonas de baja densidad se genera un menor contacto entre animales, habrá un mayor distanciamiento entre individuos, y por ello la incidencia se puede ver reducida, con un menor peso de otros factores. Además de poder añadir a las islas la ventaja de su aislamiento de los peligros peninsulares. No obstante, al igual que antes frente a una densidad baja pero con un mal control nos hallamos con incidencias altas. Otro factor influyente podría ser la tasa de intensificación de cada zona, beneficiando las granjas extensivas el contacto con los animales de vida silvestre.

Respecto a la prevalencia ocurre lo mismo que con la incidencia, donde los argumentos expuestos anteriormente son válidos de igual manera para estas situaciones.

B- DISTRIBUCIÓN de frecuencias de los diferentes rangos de INCIDENCIA en ANIMALES (rumiantes domésticos)

Tabla 6: Distribución de los rangos según la incidencia en animales.

INC ANI TBC	Porcentaje
0	6,00 %
1	20,00 %
2	12,00 %
3	18,00 %
4	6,00 %
5	8,00 %
6	4,00 %
7	8,00 %

8	2,00 %
9	12,00 %
10	4,00 %

C- DISTRIBUCION de frecuencias de los diferentes rangos de PREVALENCIA de REBAÑOS POSITIVOS (rumiantes domésticos)

Tabla 7: Distribución de los rangos según la prevalencia en rebaños.

PREV REB TBC	Porcentaje
0	14,00 %
1	16,00 %
2	4,00 %
3	14,00 %
4	18,00 %
5	4,00 %
6	2,00 %
7	4,00 %
8	16,00 %
9	2,00 %
10	6,00 %

1.3. Censos de población de bovino doméstico en España

Las comunidades con mayor censo son Castilla y León, Galicia y Cataluña, frente a las que presentan menor censo bovino que corresponden a la Comunidad Valenciana, Extremadura, La Rioja y Baleares y Canarias (ver tabla 8). Si bien en algunos casos coinciden las comunidades con mayor prevalencia de TBC humana, Galicia y Cataluña, con las de mayor censo, se observa que no es la norma más habitual (ver tabla 1). Lo mismo ocurre con las comunidades con menor prevalencia humana y menor censo de bovino, caso de La Rioja. La razón radica en que los casos en personas se contabilizan sin hacer una diferenciación entre los producidos por *M. tuberculosis* y *M. bovis*.

Tabla 8: Censo de bovino 2018.

Galicia	Asturias	Cantabria	País Vasco	Navarra	Rioja	Aragón	Cataluña	Baleares	Castilla y León	Madrid	C. La Mancha	Valencia	Murcia	Extremadura	Andalucía	Canarias
934.788	391.087	272.772	134.611	122.566	45.416	384.312	664.825	27.198	1.422.678	101.216	470.155	58.939	84.939	842.255	533.316	19.965

1.4. Relaciones en la situación de la TBC en humana, la TBC en bovino domésticos y las características de estos últimos

A- Relación de la PREVALENCIA de TBC humana en 2017 y 2018 con la DISTRIBUCIÓN de la enfermedad en rumiantes domésticos y con su censo

Tabla 9: Relación de la prevalencia de TBC humana con la distribución de la enfermedad en rumiantes y su censo

Variable	r^2
Prevalencia rebaño TBC 2017	0,05
Incidencia de animales TBC 2017	0,02
Censo CCAA 2017	0,06
Prevalencia rebaño TBC 2018	0,04
Incidencia de animales TBC 2018	0,02
Censo CCAA 2018	0,07

En la relación, entre la prevalencia de la TBC en humana con la distribución de la enfermedad en rumiantes domésticos, se observa que el valor r^2 está muy próximo a 0 indicando que es prácticamente inexistente, es decir, un elemento no tiene la suficiente importancia para influir sobre el otro (ver tabla 9). Este hecho podría explicarse porque al contabilizar la prevalencia en humana (como se ha dicho anteriormente) no se hace una distinción a la hora de registrar los casos producidos por *M. tuberculosis* o *M. bovis*. Sabiendo que en la transmisión de *M. tuberculosis* no hay participación animal, sino que es interhumana, no todos los casos de TBC en personas provendrán de los rumiantes domésticos y serán provocados por *M. bovis*.

En el hipotético caso de poder analizar la distribución de la enfermedad en rumiantes domésticos únicamente con la relación de la prevalencia de TBC humana producida por *M. bovis*, este parámetro estadístico lo más probable es que tuviese un valor mucho más elevado, indicando la existencia de relación entre ambos elementos, y según el carácter que tienen los factores estableciendo un sentido positivo en ella.

B- Relación de la DISTRIBUCIÓN de TBC en rumiantes domésticos con el CENSO de los mismos (absolutos y por rangos):

Tabla 10: Relación de la distribución de TBC en rumiantes domésticos con el censo de los mismos (absolutos y por rangos)

Variable	p	r ²
Incidencia de animales		0,02
Prevalencia de rebaño		0,03

Al igual que en el caso anterior, la relación entre la distribución en rumiantes domésticos con el censo de los mismos, no es suficiente para, por si solos, influir el uno sobre el otro (ver tabla 11). La distribución de TBC en rumiantes domésticos será más dependiente de otros aspectos como pueden ser la entrada de nuevos animales, los movimientos de animales de una granja a otra o incluso de los planes higiénico-sanitarios instaurados en la propia granja.

1.5. Caracterización de las poblaciones de vida silvestre y relación con la TBC de rumiantes domésticos y la TBC humana

A- Caracterización general de la actividad de poblaciones de vida silvestre

Tabla 11: Distribución de frecuencias de las variables relacionadas con poblaciones de vida silvestre.

Variable	Media	Mediana	Moda	25%	75%
COT PRIV 1	1205,7059	468,0000	2,0000	206,0000	972,0000
COT PUB 1	39,5490	2,0000	0,0000	0,0000	9,0000
COT PRIV 2	1.506.166,4706	717.242,0000	686.985,0000	533.751,0000	1.129.243,0000
COT PUB 2	159.543,0000	22.319,0000	0,0000	0,0000	99.899,0000

Sueltas	2881,6667	99,0000	0,0000	0,0000	99,0000
----------------	-----------	---------	--------	--------	---------

Tabla 12: Porcentaje de los rangos de capturas de caza mayor y su distribución de frecuencias.

CAPTURAS Caza Mayor	Porcentaje
1 (≤ 5000)	28,00 %
2 (5001 a 15000)	38,00 %
3 (15001 a 30000)	22,00%
4 (> 30000)	12,00%

La caza mayor es una actividad realizada por todo el país, pero de una a región a otra varía el volumen de capturas. Las regiones con mayor volumen corresponden con las regiones de Andalucía, Extremadura, Castilla La Mancha y Aragón. Mientras en zonas de Castilla y León, Galicia o las Islas Canarias los rangos son bajos variando entre 1 y 2 (ver tabla 12). La diferencia de volumen de unas regiones a otras depende de en primer del tipo de población de vida silvestre establecida en el lugar y sobre todo de las épocas de veda establecidas en cada caso por cada comunidad autónoma.

Tabla 13: Porcentaje de los rangos de superficie cinegética y su distribución de frecuencias.

% SUP CINEGETICA	Probabilidad
1 ($\leq 70\%$)	10,00 %
2 (71 a 85%)	22,00 %
3 (86 a 95%)	56,00 %
4 ($> 95\%$)	12,00 %

Cuando se ponen en conjunto el porcentaje de superficie cinegética con la incidencia o la prevalencia se establece una relación estadística (ver tabla 18). En aquellas zonas donde la superficie cinegética es mayor corresponde con valores bajos de incidencia en animales y prevalencia de rebaños, como es el caso de Galicia. Se podría llegar a la conclusión que esta mayor superficie origina un menor contacto en primer lugar entre los animales de vida silvestre, y en un segundo lugar entre los bovinos y los animales de vida silvestre dando como resultado estos hechos.

Tabla 14: Porcentaje de los rangos de cotos privados y su distribución de frecuencias.

COTOS PRIVADOS	Probabilidad
1 (≤206)	24,00 %
2 (207 a 460)	24,00 %
3 (461 a 970)	26,00 %
4 (>970)	24,00 %
99 (Sin datos)	2,00 %

Los cotos privados juegan un papel importante a la hora de variar la incidencia en los animales (ver tabla 18). En aquellos lugares en los que hay un mayor número de cotos privados como Badajoz, Cáceres, Córdoba o Sevilla corresponde con zonas en las que hay mayor incidencia en los animales. En cambio zonas con un menor número de cotos de privados como son Coruña, Lugo, Orense, Pontevedra, Álava, Vizcaya o las Islas Canarias son las zonas con menor incidencia en España. Solo hay una provincia en la que hay una controversia en este hecho y es Baleares; tiene un gran número de cotos privados 1 (el más alto de España) pero aun así es una de las zonas con menos incidencia de TBC en animales. La clave de este hecho podría ser si situación geográfica, es una isla, lo que debe contribuir de forma que se evite la migración de animales silvestres a ella desde otras comunidades y así no se favorezca difusión de la infección. Pero también se debe tener en cuenta que es una de las comunidades con menor número de cabezas de vacuno (ver tabla 9). De igual manera ocurre al poner en relación la prevalencia con los cotos privados.

Tabla 15: Porcentaje de los rangos de cotos públicos y su distribución de frecuencias.

COTOS PÚBLICOS	Porcentaje
1 (0)	28,00 %
2 (1 ó 2)	28,00%
3 (2 a 9)	22,00 %
4 (>9)	20,00 %
99 (Sin datos)	2,00 %

De los 959 cotos públicos registrados en torno al 80% se encuentran agrupados entre las provincias de Cáceres, Badajoz, Madrid y Baleares, provincias con rango 4 (ver tabla 15).

Tabla 16: Porcentaje de los rangos de sueltas y su distribución de frecuencias.

SUELTA	Probabilidad
1 (No)	40,00 %
2 (Sí)	36,00 %
99 (Sin datos)	24,00 %

Las sueltas de animales de vida silvestre se producen en provincias o comunidades en las que se pone en evidencia una prevalencia e incidencia alta, como es el caso de Andalucía, así como una prevalencia e incidencia baja como es el caso de Galicia, o incluso como ocurre en Castilla La Mancha en la cual encontramos según qué provincia una incidencia y prevalencia medio-alta o medio-baja. Al igual que en correlaciones anteriores (ver tabla 18) la explicación con más peso es el sistema de control de la enfermedad. En aquellos lugares donde tiene más peso, probablemente incluso realicen análisis antes de soltar garantizando así animales libres de TBC, se obtendrán rangos de prevalencia y de incidencia más bajos. Al igual que puede influir el tipo de granja que más encontramos en la zona, llegando a la idea de que en las zonas con mayor número de granjas extensivas si se producen sueltas aumenta el número de animales silvestres, por lo que aumenta la probabilidad de entrada en contactos con los bovinos domésticos. Por el contrario en zonas donde el sistema más común es el intensivo, las propias infraestructuras dificultan este contacto.

B. Relación de las características de actividad de la población de vida silvestre con INCIDENCIA de TBC en animales y la PREVALENCIA de TBC en rebaños

Tabla 17: Relación de características de actividad de población de vida silvestre con incidencia y prevalencia TBC

	Variable	p	r ²
INCIDENCIA	Capturas caza mayor		0,0332
	% superficie cinegética	0,0478	
	Cotos privados 1	0,0166	
	Rangos sueltas	0,0135	
PREVALENCIA	Capturas caza mayor		0,1347
	% superficie cinegética	0,0127	
	Cotos privados 1	0,0056	
	Rangos sueltas	0,0367	

1.6. Factores relacionados

Tabla 18: Relación de factores

FACTOR 1	FACTOR 2	p
incidencias animales	Cotos privados 1	0,0166
incidencias animales	% superficie cinegética	0,0487
incidencias animales	Rangos sueltas	0,0135
prevalencia de rebaños	Rangos censo mediana	0,1407
prevalencia de rebaños	Rangos censo media	0,126
prevalencia de rebaños	% superficie cinegética	0,0127
prevalencia de rebaños	Cotos privados 1	0,0056
prevalencia de rebaños	Rangos sueltas	0,0367

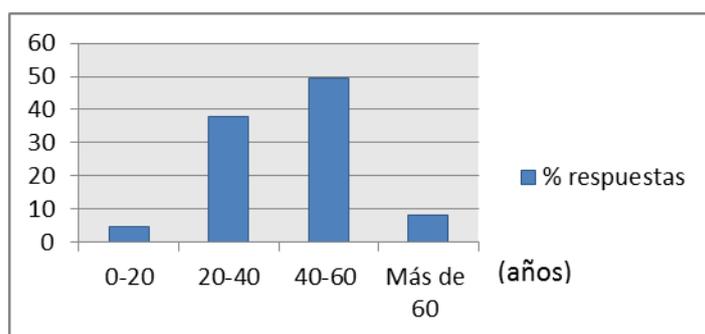
Esta tabla permite visualizar los elementos que han mostrado tener una relación entre ellos (comentado anteriormente), sin llegar a establecer el sentido de esta, pero demostrando que de algún modo uno influye sobre el otro.

2- LA TBC COMO ZONOSIS Y SU CONOCIMIENTO EN LA POBLACIÓN (Encuesta sobre conocimientos y bioseguridad)

2.1. Caracterización de la población estudiada

La encuesta realizada para la obtención de datos de acuerdo al conocimiento de la población sobre TBC bovina tuvo un total de 217 respuestas en la que participó un 31,8% de hombres y un 66,8% de mujeres, siendo el rango de edad de entre 40-60 años el que proporcionó más respuestas (49%), mientras que el menor número de participantes corresponde al rango de entre 0-20 años de edad (5%). Los encuestados relacionados con la sanidad, tanto profesionales como estudiantes, englobaban un total del 26,3% de las respuestas obtenidas, encontrando así un porcentaje bajo de respuesta de aquellas personas que más probablemente tendrían los conocimientos para responder de forma correcta.

Gráfica 1: Distribución de frecuencias de la población muestreada por rangos de edad

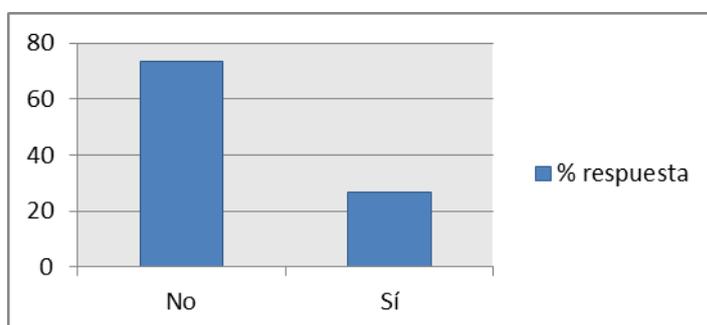


2.2. Conocimientos sobre al TBC en la población estudiada

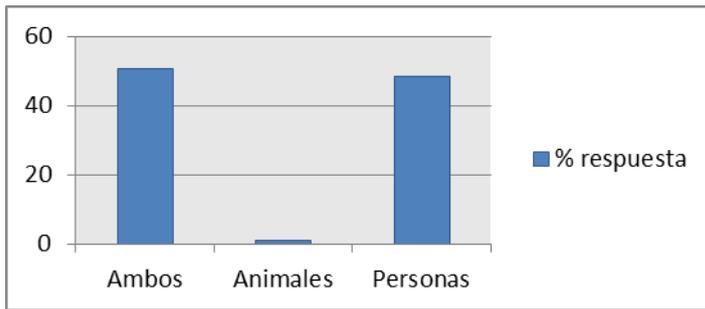
El 91% de los encuestados reconocía saber que hay enfermedades que se transmiten de los animales al hombre, hecho que pudo aumentar por la situación actual del Covid-19, en la cual los expertos afirmaban e informaban a la población de que era una enfermedad que se había originado en animales y había saltado a las personas. Aun así un 9% de los participantes desconocían este hecho.

El 33% no sabía que era la TBC. Pese al desconocimiento de la enfermedad todos los participantes debían responder de igual forma a la pregunta “¿sabe a quién afecta?”, por lo que este porcentaje de personas lo más probable es que respondiesen sin criterio alguno a esta pregunta. De todas formas los resultados obtenidos en esta cuestión albergan unos porcentajes en los cuales el 48% indica que solo afecta a las personas, el 1% que solo afecta a los animales y el 51% que afecta a ambos. Por lo tanto se deduce que solo un 51% de los encuestados sabían la respuesta correcta.

Gráfica 2: Distribución de frecuencias de la población muestreada por rangos de: ¿Sabe qué es la tuberculosis?



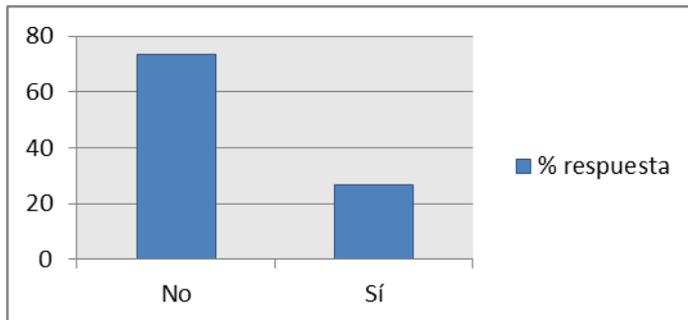
Gráfica 3: Distribución de frecuencias de la población muestreada por rangos de: ¿Sabe a quién afecta?



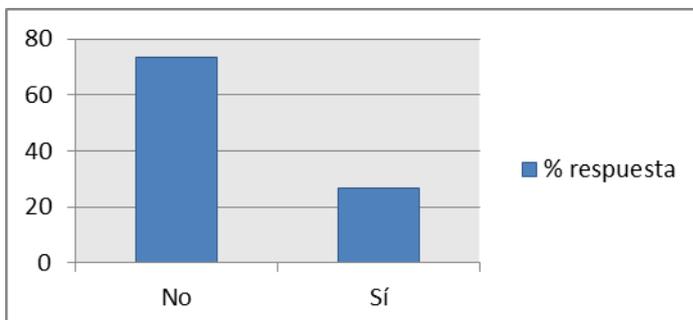
El desconocimiento de casos en España correspondía con un 35%.

Las preguntas relacionadas con la transmisión reflejaban en un primer lugar que un 38% sabía que esta enfermedad se transmite de animales a personas, un 68% que también los animales de vida silvestre la transmiten y solo el 23% conocía los medios de transmisión de esta enfermedad al hombre.

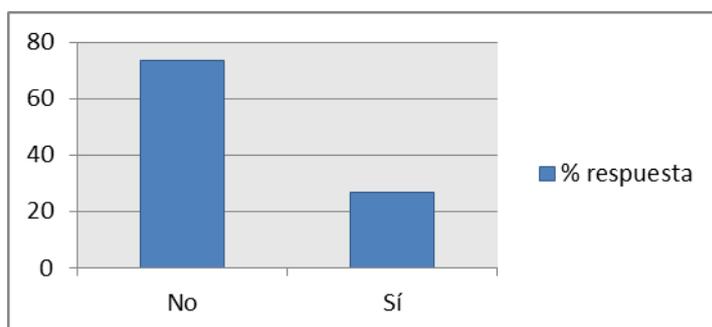
Gráfica 4: Distribución de frecuencias de la población muestreada por rangos de: ¿Sabe que se puede transmitir a personas?



Gráfica 5: Distribución de frecuencias de la población muestreada por rangos de: ¿Sabes si los animales de vida silvestre pueden transmitir esta enfermedad?



Gráfica 6: Distribución de frecuencias de la población muestreada por rangos de: ¿Sabe cómo se transmite la tuberculosis de animales al hombre?



Por último el conocimiento de un programa nacional de control únicamente era del 18%.

Al realizar un análisis estadístico para poner en relación diferentes elementos se han obtenido respecto a la edad, a mayor edad más porcentaje de personas sabe que es la TBC, a más edad hay menor conocimiento de la existencia de un programa nacional de control y las personas de entre 20-40 años eran las que tenían un mayor conocimiento de la presencia de casos en nuestro país. Con respecto al sexo no se obtuvo ninguna diferencia significativa, en cambio en relación con la profesión desempeñada se dedujo que hay un mayor conocimiento en la forma de transmisión en los participantes relacionados con la sanidad, ocurriendo de igual manera con el concepto de TBC. Aunque solo 39% de los sanitarios estudiantes sabían del hecho de la existencia de un programa nacional de control, un porcentaje muy bajo teniendo en cuenta que esta enfermedad tiene gran importancia en la salud pública y siendo ellos los primeros que en un futuro tendrán que luchar contra ella.

CONCLUSIONES

Si bien la prevalencia de TBC humana no ha resultado estar relacionada con la prevalencia e incidencia de TBC en bovinos domésticos, salvo la excepción de alguna CCAA, consideramos que si es esperable que exista esa relación en caso de poderse discriminar en los datos de humana entre casos de TBC de transmisión interhumana (TBC por *M. tuberculosis* en ciclo humano) y casos de transmisión a partir de animales por *M. bovis*.

En el caso concreto de la TBC bovina, la incidencia en animales y prevalencia en rebaño ha presentado relación con características propias de los animales de vida silvestre o de la actividad relacionada con los mismos, como son la cantidad de cotos privados, el porcentaje de superficie cinegética de una región o las sueltas con fines cinegéticos, lo que pone de manifiesto que los animales de vida silvestre junto con las actividades que incumben a la caza

podrían constituir un elemento de riesgo para la salud pública además de tener una repercusión para el control de esta enfermedad.

Pese a la importancia que tiene la TBC bovina en salud pública, el conocimiento sobre ella en la población es mínimo. Las personas relacionadas con la sanidad son las que tienen un cierto conocimiento, e incluso entre ellos algunos conceptos llegan a ser erróneos. Promover la adquisición de estos conocimientos en la población es primordial para evitar que las personas se sigan poniendo en peligro frente a la TBC.

CONCLUSION

Although the prevalence of human TBC has not turned out to be related to the prevalence and incidence of TBC in domestic cattle, with the exception of some Autonomous Communities, we consider that it is expected that such a relationship exists if it is possible to discriminate in human data between TB cases of interhuman transmission (TB by *M. tuberculosis* in the human cycle) and cases of transmission from animals by *M. bovis*.

In the specific case of bovine TB, the incidence in animals and prevalence in herds has been related to characteristics of wildlife animals or the activity related to them, such as the number of private reserves, the percentage of surface hunting of a region or those released for hunting purposes, which shows that wildlife along with hunting activities could constitute an element of risk to public health as well as having an impact on the control of this sickness.

Despite the importance of bovine TB in public health, knowledge about it in the population is minimal. People related to healthcare are those who have a certain knowledge, and even among them some concepts become erroneous. Promoting the acquisition of this knowledge in the population is essential to prevent people from continuing to endanger themselves against TB.

REFLEXIÓN PERSONAL

Para un futuro muy próximo cabe plantear el acercamiento de los animales de vida silvestre, transmisores de TBC bovina, a los núcleos urbanos, originados por el confinamiento que ha sufrido la población española a lo largo de dos meses. Su aproximación constante durante este periodo ha provocado un aumento en su umbral del miedo, frente a los elementos urbanos o frente a las personas, inhibiendo su instinto de huida. Por lo tanto se plantea que un mayor contacto probablemente provoque una mayor transmisión, generando un aumento en la prevalencia humana.

Se debe tener muy en cuenta en esta hipótesis el caso del jabalí. Bien conocido ya como un reservorio de la TBC bovina, su población se haya actualmente fuera de control, en un aumento constante, provocando en último término una mayor densidad. Si le añadimos el contacto ya citado, la suma de todos estos elementos provoca un aumento en la probabilidad de transmisión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Organización Mundial de Sanidad Animal. *¿Qué es la tuberculosis bovina?*. Tuberculosis bovina.
2. Organización Mundial de la Salud. *Informe mundial sobre la tuberculosis 2017*.
3. Chomel, B.B., Belotto, A. y Meslin, F.-X. (2007). "Wildlife, Exotic Pets, and Emerging Zoonoses". *Emerging Infectious Diseases*, 13(1) pp. 6-11.
4. Humblet, M.-F., Gilbert, M., Govaerts, M., Fauville-Dufaux M., Waravens, K. y Saegerman, C. (2010). "New assessment of Bovine Tuberculosis Risk Factors in Belgium Based on Nationwide Molecular Epidemiology". *Journal of Clinical Microbiology*, 48(8), pp. 2802-2808.
5. Humblet, M.-F., Boschiroli, M.L. y Saegerman, C. (2009). "Classification of worldwide bovine tuberculosis risk factors in cattle: a stratified approach". *EDP Sciences*, 40.
6. Etter, E., Donado, P., Jori, F., Caron, A., Goutard, F. y Roger, F. (2006) "Risk Analysis and Bovine Tuberculosis, a Re-emerging Zoonosis". *New York Academy of Science*. 1081, pp. 61-73.
7. Cosivi, O., Grange, J.M., Daborn C.J., Raviglione, M.C., Fujikura, T., Cousins, D. *et al.* (1998). "Zoonotic Tuberculosis due to *Mycobacterium bovis* in Developing Countries". *Emerging Infectious Diseases*, 4(1), pp. 59-70.
8. Abalos, P. y Retamal, P. (2004). "Tuberculosis: ¿una zoonosis re-emergente?". *Sci-tech.*, 23(2), pp. 583-594.
9. Leal-Bohórquez, A.F., Castro-Osorio, C.M., Wintaco-Martínez, L.M., Villalobos, R. y Puerto-Castro, G.M. (2016). "Tuberculosis por *Mycobacterium bovis* en trabajadores de fincas en saneamiento para tuberculosis bovina, de Antioquia, Boyacá y Cundinamarca". *Salud Pública*, 18(5), pp. 727-737.
10. Garro, C., Abdala, A., Garbaccio, S., Späth, E., León, E. y Paolicchi, F. (2010). "Factores de riesgo de tuberculosis bovina en rodeos lecheros de las provincias de Córdoba y Santa Fe". *Argentina de producción Animal* 30(2), pp. 167-178.
11. De Kantor, I.N., Torres, P.M., Morcillo, N., Imaz, M.S. y Sequeira, M.D. (2012). "La tuberculosis zoonótica en la Argentina". *Medicina (Buenos Aires)* 72, pp. 514-520.

12. Gortázar, C., Fernández-Calle, L.M., Collazos-Martínez, J.A., Mínguez-González, O. y Acevedo, P. (2017). "Animal tuberculosis maintenance at low abundance of suitable wildlife reservoir hosts: A case study in northern Spain". *Preventive Veterinary Medicine*, 146, pp. 150-157.
13. Guta, S., Casal, J., Garcia-Sane, A., Saez, J.L., Pacios, A., Garcia, P., *et al.* (2014) "Risk factors for bovine tuberculosis persistence in beef herds of Southern and Central Spain". *Preventive Veterinary Medicine*, 115, pp. 173-180.
14. Michel, A.L., Müller, B. y van Helden, P.D. (2010). "Mycobacterium bovis at the animal-human interface: A problem, or not?". *Veterinary Microbiology*, 140, pp. 371-381.
15. Moutou, F. y Pastoret, P.P. (2015). "Definición de "enfermedad emergente"". *Rev. Science Tech. Off*, 34(1), pp.49-52.
16. Atlas, R. M. y Maloy, S. (2014) *One Health. People, Animals and the Environment*. Washington D.C.: ASM Press.
17. Chaves, D., Sandoval, A., Rodríguez, L., García, J.C., Restrepo, S. y Zambrano, M.M. (2010). "Análisis comparativo de seis genomas del complejo *Mycobacterium tuberculosis*". *Biomédica, Revista del Instituto Nacional de Salud*, 30, pp. 23-31. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/843/84312378004.pdf> [Consultado el 17-10-2019].
18. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2020) *Programa nacional de erradicación de tuberculosis bovina presentado por España para el año 2020*. Madrid: MAPA. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/pnetb_2020final_tcm30-523317.PDF [Consultado el 11-4-2020].
19. Gutiérrez, J.M. (2003). *La tuberculosis bovina como zoonosis en la España contemporánea (1850-1950)*. Trabajo de Grado de Doctor en Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2003/tdx-0123104-155522/jmgg1de2.pdf> [Consultado el 17-10-2019].
20. Ortiz, E.P. (2015). "La Tuberculosis Bovina: un problema aún sin resolver". *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 4(8). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5765872> [Consultado el 17-10-2019].
21. Chamizo Pestana, E.G. (2019) "Tuberculosis Bovina". *Ciencia Universitaria*. 1(1). Disponible en: <https://rcta.unah.edu.cu/index.php/ACUNAH/article/view/1177> [Consultado el 24-10-2019].
22. Nebreda, T., Brezmes, M.F., Gutiérrez, N., García, S., Labayru, C., López, R. *et al.* (2019) "Tuberculosis por *Mycobacterium bovis* en la población de Castilla y León (España), 2006-2015". *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 37, pp. 19-24. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0213005X17303828> [Consultado el 24-10-2019].

23. Cardenal, J.A., Rey, J. y Alonso, J.M. (1992). "Tuberculosis bovina. Clínica y lesiones". Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4369170> [Consultado el 24-10-2019].
24. Evans J.T., Smith, E.G., Banerjee, A., Smith, R.M.M., Dale, J., Innes, J.A., *et al.* (2007) "Cluster of human tuberculosis caused by *Mycobacterium bovis*: Evidence for person-to-person transmission in the UK". *The Lancet*, 369, pp. 1270-1276. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17434402/> [Consultado el 24-10-2019].
25. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017) *Hoja de ruta contra la tuberculosis zoonótica*. Ginebra: FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i7807s.pdf> [Consultado el 24-10-2019].
26. Wirth, T., Hildebrand, F., Alliz-Béguéz, C., Wölbelling, F., Kubica, T., Kremer, K. *et al.* (2008) "Origin, Spread and Demography of the *Mycobacterium tuberculosis* Complex". *Plos Pathogens*, 4(9). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2528947/> [Consultado el 24-10-2019].
27. Mostowy, S., Onipede, A., Gagneux, S., Nienmann, S., kremer, K., Desmond, E.P. *et al.* (2004). "Genomic Analysis Distinguishes *Mycobacterium africanum*". *Journal of Clinical Microbiology*, 42(8), pp. 3594-3599. Disponible en: <https://jcm.asm.org/content/42/8/3594> [Consultado el 21-2-2020].
28. Emmanuel, F.X., Seagar, A.L., Doig, C., Rayner, A., Claxton, P. y Laurenson, I. (2007). "Human and Animal Infections with *Mycobacterium microti*, Scotland". *Emerging Infectious Diseases*, 13(12), pp. 1924-1927. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2876740/> [Consultado el 21-2-2020].
29. Organización Mundial de Sanidad Animal. (2020). *Tuberculosis bovina*. Disponible en: <https://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/enfermedades-de-los-animales/tuberculosis-bovina> [Consultado 9-4-2020].
30. Boldú, J., Cebollero, P., Abu, J., de Prado, A. (2007). "Tratamiento de la tuberculosis pulmonar". *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 30. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272007000400008 [Consultado el 9-4-2020].
31. Bermejo, M. C., Clavera, I., Michel de la Rosa, F. J. y Martín, B. (2007). "Epidemiología de la tuberculosis". *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 30. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272007000400002 [Consultado el 9-4-2020].

32. Golpe, AL., Lado, FL., Cabarcos, A. y Ferreiro, MJ. (2002). "Clínica de la tuberculosis". *Medicina Integral*, 39(5), pp. 181-191. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-clinica-tuberculosis-13029944> [Consultado el 9-4-2020].
33. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. (2019). *Plan para la prevención y control de la tuberculosis en España*. Madrid. Disponible en: <https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/PlanTuberculosis/docs/PlanTB2019.pdf> [Consultado el 11-4-2020].
34. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. *Plan de Actuación sobre TUBerculosis en Especies Silvestres*. Madrid: MAPA. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/patubes2017_3_tcm30-378321.pdf [Consultado 11-4-2020].
35. Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2012). *Mycobacterium bovis (tuberculosis bovina) en seres humanos*. Disponible en: <https://www.cdc.gov/tb/esp/publications/factsheets/general/mycobacterium.htm> [Consultado el 11-4-2020].
36. The Center for Food Security & Public Health. (2009) *Tuberculosis bovina*. Disponible en: http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/bovine_tuberculosis-es.pdf. [Consultado el 11-4-2020].
37. Organización Mundial de la Salud. (2019). *Tuberculosis*. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis> [Consultado el 25-4-2020].
38. Jorge, M.C., Schettino, D.M., Fresneda, K., Mendivil, M., Traversa, M.J. y Sanz, O. (2018). "Tuberculosis en caninos y felinos: Epidemiología y diagnóstico". *Portal Veterinaria*. Disponible en: <https://www.portalveterinaria.com/articoli/articulos/16934/tuberculosis-en-caninos-y-felinos-epidemiologia-y-diagnostico.html> [Consultado el 30-4-2020].
39. Santos, M., Gobernado, M. (sin posibilidad de encontrar fecha de publicación). "Complejo *Mycobacterium avium*: Aspectos microbiológicos" *Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. Disponible en: <https://seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/micobacterias/mac1.pdf> [Consultado el 30-4-2020].
40. Dorronsoro, I. y Torroba, L. (2007). "Microbiología de la tuberculosis". *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 30. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272007000400006 [Consultado el 14-6-2020].

41. Prat, C., Domínguez, B. y Ausina, V. (sin posibilidad de encontrar fecha de publicación). "Mycobacterium bovis". *Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. Disponible en: <https://www.seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/micobacterias/Mbovis.pdf> [Consultado el 14-6-2020].
42. *Tuberculosis*. 3tres3. Disponible en: https://www.3tres3.com/enfermedades/tuberculosis_127 [Consultado el 14-6-2020].
43. González, F., Navarro, M.L., Santos, M., Saavedra, J. y Hernández, T. (2009). "Tuberculosis en gestantes y tuberculosis congénita". *Anales de pediatría*, 70(5), pp. 512-514. Disponible en: <https://www.analesdepediatria.org/es-tuberculosis-gestante-tuberculosis-congenita-articulo-S1695403309002112> [Consultado el 14-6-2020].
44. De Juan, L. (2010). "El Complejo Tuberculoso. Interacción con la Fauna Salvaje". *I Cursos de Enfermedades Emergentes y Fauna Salvaje*. Zamora, 23-25 abril de 2010. Centro de Vigilancia Sanitaria Veterinaria, Universidad Complutense. Disponible en: <https://www.visavet.es/es/el-complejo-tuberculoso-interaccion-con-la-fauna-salvaje/34=550/> [Consultado el 14-6-2020].