



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y
PESCA, ALIMENTACIÓN Y
MEDIO AMBIENTE

aecosan
agencia española
de consumo,
seguridad alimentaria y nutrición

PATUBES

Plan de Actuación sobre TUBerculosis en Especies Silvestres

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD E HIGIENE ANIMAL Y
TRAZABILIDAD (MAPAMA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO NATURAL (MAPAMA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE SILVICULTURA Y MONTES
(MAPAMA)

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PROMOCIÓN DE LA SEGURIDAD
ALIMENTARIA (AECOSAN)

ÍNDICE	Páginas
INTRODUCCIÓN	1
1.- TRANSMISIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA TUBERCULOSIS ANIMAL EN LA PENÍNSULA IBÉRICA	2
1.1.- Contexto y objetivos	2
1.2.- TB animal en Iberia – importancia de la fauna silvestre	3
1.2.1.- <u>Regiones insulares</u>	3
1.2.2.- <u>Costa norte</u>	3
1.2.3.- <u>Provincias de clima mediterráneo que detectan poca TB en fauna silvestre</u>	4
1.2.4.- <u>Provincias de clima mediterráneo con mayor riesgo de TB en fauna silvestre</u>	5
1.2.5.- <u>Portugal</u>	6
1.2.6.- <u>Aspectos insuficientemente conocidos</u>	7
1.3.- Hospedadores con relevancia epidemiológica	7
1.3.1.- <u>Ganado bovino</u>	7
1.3.2.- <u>Otros hospedadores domésticos: cabra, oveja, cerdo</u>	8
1.3.3.- <u>Jabalí</u>	9
1.3.4.- <u>Ciervo y gamo</u>	11
1.3.5.- <u>Tejón</u>	13
1.3.6.- <u>Hospedadores accidentales (baja relevancia epidemiológica)</u>	13
1.3.7.- <u>Aspectos insuficientemente conocidos</u>	14
1.4.- Tendencias temporales de TB en fauna silvestre	15
1.4.1.- <u>Evidencia científica en jabalí y ciervo</u>	15
1.4.2.- <u>Aspectos insuficientemente conocidos - prioridades de investigación</u>	16
1.5.- Presencia y supervivencia de Mycobacterium bovis en el medio	16
1.6.- Transmisión entre especies	17
1.6.1.- <u>Contactos inter-especie directos</u>	17
1.6.2.- <u>Contactos inter-especie indirectos</u>	18
1.6.3.- <u>¿Dónde y cuándo tienen lugar los contactos inter-especie?</u>	18
1.6.4.- <u>Aspectos insuficientemente conocidos</u>	20
1.7.- Factores de riesgo para los hospedadores silvestres	21
1.7.1.- <u>Riesgos para el jabalí</u>	21
1.7.2.- <u>Riesgos para ciervo y gamo</u>	21
1.7.3.- <u>Riesgos para el tejón</u>	22
1.7.4.- <u>Aspectos insuficientemente conocidos</u>	22
1.8.- La fauna silvestre como factor de riesgo para la TB bovina	23
1.8.1.- <u>Riesgos en zonas de baja prevalencia</u>	23
1.8.2.- <u>Riesgos en zonas de alta prevalencia</u>	24
1.8.3.- <u>Aspectos insuficientemente conocidos</u>	25
1.9.- Herramientas de diagnóstico	26
1.10.- Posibilidades de intervención	27
1.10.1.- <u>Bioseguridad y medidas preventivas</u>	28
1.10.2.- <u>Control poblacional</u>	30
1.10.3.- <u>Inmunización de reservorios</u>	33
1.11.- Resumen en 10 puntos	35
1.12.- Referencias	36
2.-ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA EN FAUNA SILVESTRE	47
2.1.- Especies de fauna Silvestre de especial Interés (ESI) para la vigilancia de TB	47
2.2.- Estratificación y coordinación de los muestreos y las estimas de abundancia de ESI	48

2.2.1.- <u>Estratificación por riesgo</u>	49
2.2.2.- <u>Estratificación geográfica</u>	51
2.2.3.- <u>Coordinación de los muestreos</u>	57
2.3.- Protocolos para la toma de muestras en EEI	57
2.3.1.- <u>Jabalí</u>	57
2.3.2.- <u>Ciervo y gamo</u>	59
2.3.3.- <u>Tejón</u>	61
2.3.4.- <u>Actuación ante el hallazgo de animales muertos o enfermos</u>	62
2.4.- Metodologías para el diagnóstico de TB en ESI	62
2.4.1.- <u>Jabalí</u>	62
2.4.2.- <u>Ciervo y gamo</u>	64
2.4.3.- <u>Tejón</u>	64
2.4.4.- <u>Monitorización ambiental</u>	65
2.5.- Metodologías aplicables a la estima de abundancias	65
2.5.1.- <u>Jabalí</u>	65
2.5.2.- <u>Ciervo y gamo</u>	66
2.5.3.- <u>Tejón</u>	66
2.6.- Formación	66
2.6.1.- <u>Formación en inspección de carne de caza y tratamiento de residuos de caza</u>	66
2.6.2. <u>Formación técnica en muestreos, estimas de abundancia, técnicas de laboratorio y epidemiología</u>	67
3.- OPCIONES DE INTERVENCIÓN EN TB EN RELACIÓN CON LA FAUNA SILVESTRE	69
3.1.- Control sanitario en infecciones compartidas con fauna silvestre	69
3.1.1.- <u>Diagnóstico epidemiológico</u>	69
3.1.2.- <u>Principales opciones de control sanitario</u>	70
3.2.- Acciones preventivas y de bioseguridad	70
3.2.1.- <u>Prevención de la introducción</u>	71
3.2.2.- <u>Mejora de la bioseguridad en explotaciones ganaderas</u>	71
3.2.3.- <u>Gestión cinegética responsable</u>	72
3.2.4.- <u>Tratamiento de los residuos de caza</u>	74
3.3.- Actuaciones sobre las poblaciones de hospedadores	77
3.3.1.- <u>Granjas cinegéticas</u>	78
3.3.2.- <u>Vallados cinegéticos con uso exclusivo para caza mayor con aporte de concentrados</u>	78
3.3.3.- <u>Vallados cinegéticos con uso exclusivo para caza mayor sin aporte de concentrados</u>	78
3.3.4.- <u>Explotaciones ganaderas extensivas que aprovechan caza mayor</u>	79
3.3.5.- <u>Explotaciones ganaderas extensivas con pastos en reservas de caza o cotos de caza mayor</u>	79
3.3.6.- <u>Terrenos abiertos de uso ganadero que no son coto de caza mayor</u>	79
3.3.7.- <u>Espacios naturales protegidos con elevadas prevalencias en fauna o en bovino</u>	80
3.3.8.- <u>Entornos urbanos y situaciones afines</u>	80
3.4.- Vacunación de reservorios silvestres	80
3.5.- Consideraciones finales	81
4.- COMUNICACIÓN E INTERACCIÓN CON LOS SECTORES	85
4.1.- Objetivo	85
4.2.- Público diana	85
4.2.1.- <u>Comunicación interna</u>	85
4.2.2.- <u>Comunicación externa</u>	86
4.3.- Estrategia	86

PATUBES

INTRODUCCIÓN

La ganadería, y particularmente la ganadería bovina extensiva, generan actividad económica en comarcas poco industrializadas produciendo beneficios paisajísticos y de conservación al contribuir al aprovechamiento sostenible del medio. La tuberculosis animal (TB) es uno de los principales retos sanitarios a los que se enfrenta el sector ganadero español. Esta enfermedad crónica, transmisible al hombre, causa pérdidas económicas por disminución de la producción, decomisos en matadero y restricciones al movimiento de animales vivos de los rebaños infectados. Además, la TB tiene efectos negativos sobre la conservación y sobre la producción cinegética. En consecuencia, todos los actores deben contribuir al control de TB.

El programa español de erradicación de tuberculosis bovina (http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/pnetb2017_tcm7-443753.pdf) ha permitido reducir la proporción de rebaños bovinos positivos de cerca del 20% en los años 70 a menos del 2% en la última década. Sin embargo, en algunas comarcas del centro-sur-oeste peninsular se viene observando un estancamiento en los indicadores del programa de control, al que contribuyen los reservorios silvestres. Además, la Comisión Europea y sus grupos de expertos vienen recomendando una mayor atención al papel de la fauna silvestre en el mantenimiento de la TB, incluyendo la evaluación de las opciones para su control.

Las micobacterias causantes de la TB son capaces de sobrevivir durante algún tiempo en el medio ambiente, pero sólo se multiplican con éxito cuando infectan a los mamíferos. Los ungulados domésticos, principalmente bovinos y caprinos, así como jabalíes, ciervos, gamos y tejones son hospedadores preferentes para este bacilo. La TB es, por tanto, una enfermedad multi-hospedador. Por ello, resulta fundamental entender que la TB debe controlarse en todas las especies animales implicadas, domésticas y silvestres.

Este documento aporta información y propuestas para contribuir, desde el campo de la fauna silvestre, al objetivo general del control de la TB. Se estructura en los siguientes apartados:

- 1.- **Revisión** de la información sobre el papel de la fauna silvestre española en la transmisión y mantenimiento de TB animal
- 2.- Actualización del programa nacional de **vigilancia** sanitaria en fauna silvestre
- 3.- Opciones de **intervención** en TB en relación con la fauna silvestre
 - Medidas preventivas y de bioseguridad e higiene
 - Actuaciones sobre las especies reservorio
 - Vacunación oral

1.- TRANSMISIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA TUBERCULOSIS ANIMAL EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

1.1.- Contexto y objetivos

La tuberculosis animal (TB) es la enfermedad crónica de los mamíferos causada por la infección con *Mycobacterium bovis* y otros miembros del complejo *M. tuberculosis* (CMT) como *M. caprae*. Esta infección transmisible al hombre causa pérdidas económicas a la ganadería por disminución de la producción, decomisos en matadero y restricciones al movimiento de animales vivos. La TB también merma la producción de caza mayor y supone una amenaza para la conservación de especies amenazadas como el lince ibérico. En consecuencia, el problema de la TB debe abordarse por todos los actores implicados (administración, ganaderos, cazadores, conservacionistas y científicos) de manera conjunta y abarcando a todas las especies animales implicadas, domésticas y silvestres.

El programa español de erradicación de TB bovina (http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/pnetb2017_tcm7-443753.pdf) ha

La tuberculosis debe abordarse por todos los actores implicados (administración, ganaderos, cazadores, conservacionistas, científicos) de manera conjunta, abarcando a todas las especies animales implicadas, domésticas y silvestres.

A mayor complejidad de esta red de hospedadores, mayor estabilidad del sistema.

permitido reducir la proporción de rebaños bovinos positivos de cerca del 20% en los años 70 a menos del 2% en las últimas décadas. Sin embargo, España es todavía el tercer país de la UE en porcentaje de rebaños bovinos positivos a TB, por detrás de Reino Unido e Irlanda. En Iberia, la TB se mantiene sobre todo en ambientes de dehesa mediterránea donde existen sistemas multi-hospedador con la posible participación de actores domésticos (bovino y caprino, localmente también ovino y porcino) y al menos tres actores silvestres (jabalí, ciervo y gamo, localmente tejón). A mayor complejidad de esta red de hospedadores, mayor estabilidad del sistema. La importancia relativa de cada actor varía en función de la región geográfica y las características de las explotaciones, siendo el propio bovino seguido del

jabalí los más relevantes en zonas de alta prevalencia de la Península Ibérica (Gortázar et al. 2015). En regiones de baja prevalencia la situación está menos definida, seguramente por estar menos estudiada pero también por el tipo de sistema de producción. El ganado bovino actuaría como principal reservorio y otras especies como la cabra, especialmente en zonas de alta densidad de esta especie, la oveja en situaciones muy concretas, el jabalí, el ciervo y el tejón tendrían cierto papel epidemiológico, a valorar en cada situación.

España se encuentra entre los países que lideran la I+D internacional para el control de la TB (Balseiro y Gortázar 2015). Gracias a la intensa actividad investigadora desarrollada en las últimas décadas por el propio MAPAMA, por las autoridades competentes de las Comunidades Autónomas y por los grupos de investigación españoles e internacionales, se han cambiado

dogmas y generado herramientas innovadoras. En este contexto, parece oportuno revisar los conocimientos científicos actuales sobre transmisión y mantenimiento de la tuberculosis animal en la Península Ibérica, y sobre las oportunidades para su control en ambientes de alta prevalencia, en situaciones epidemiológicas complejas. Se pretende además identificar las áreas todavía desconocidas para contribuir a la priorización de futuros esfuerzos de investigación. Esta revisión forma parte del Plan de Actuación sobre TUBerculosis en Especies Silvestres (PATUBES).

1.2.- TB animal en Iberia – importancia de la fauna silvestre

La situación de TB en España varía por grandes zonas: regiones insulares prácticamente libres de TB, norte y este con prevalencia generalmente baja, suroeste con alta prevalencia coincidiendo con las áreas de mayor densidad de fauna silvestre y con fuerte presencia de otros hospedadores domésticos infectados. El conocimiento sobre la situación epidemiológica, los factores de riesgo, y la importancia relativa de la contribución de distintas medidas de intervención, varían entre regiones biogeográficas y entre sistemas de manejo del ganado. Por consiguiente, el PATUBES debe adaptarse a las circunstancias regionales.

1.2.1.- Regiones insulares

Un estudio sobre la TB bovina en islas y archipiélagos del “viejo mundo” reveló que el riesgo de TB para el bovino es mayor a mayor número de cabezas de ganado importadas desde el continente, a mayor superficie de la isla, y también aumenta con la presencia de hospedadores silvestres del CMT (Acevedo et al. 2013). Los archipiélagos españoles y portugueses no cuentan con presencia significativa de jabalíes, cévidos o tejones. En consecuencia, no es de sorprender que todos los archipiélagos que tienen sus principales vínculos comerciales y políticos con la Península Ibérica, es decir Canarias, Madeira y Azores en el Atlántico y Baleares en el Mediterráneo, se encuentren prácticamente libres de TB.

1.2.2.- Costa norte

Consideramos costa norte a Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco, aunque no todas las provincias gallegas y vascas sean costeras. En general, se caracterizan por un clima atlántico templado y lluvioso y un medio natural en mosaico caracterizado por pastos, pequeños cultivos y bosques. Se trata de un ambiente particularmente apropiado para el tejón, que alcanza densidades de población de hasta 5 individuos/km² en las zonas de pasto para el ganado bovino (Acevedo et al. 2014). En esta región, la mayor parte de las Comunidades Autónomas son de baja prevalencia de TB bovina. Coincide, además, que los censos de ovino-caprino no son elevados y que el porcino es comparativamente escaso. Por otro lado, se trata de sistemas de producción semi-extensivos constituidos normalmente por rebaños de pequeño tamaño en los que conviven diferentes especies domésticas (bovino, caprino y ovino). A esto se suma la práctica habitual de uso de pastos comunales que hace que los factores de riesgo sean diferentes a los definidos en las comunidades de alta prevalencia. En Galicia se han confirmado casos de TB ovina en 23 rebaños ovinos que convivían con bovinos o caprinos positivos (Muñoz et al. 2015).

En cuanto a los reservorios silvestres, tanto el jabalí como el tejón han sido identificados como hospedadores de CMT en la España atlántica. Respecto al jabalí, en Asturias y Galicia se han

dado al menos 4 casos en los que jabalíes positivos fueron abatidos en las proximidades de ganaderías bovinas presentando el mismo tipo molecular de CMT. A pesar de esto, la situación en la España atlántica es muy diferente a la de la España mediterránea, con una prevalencia de TB en jabalí muy baja (2.6%; frente a las prevalencias >50% típicas de ambientes mediterráneos) y una proporción de animales con lesiones tuberculosas generalizadas -los transmisores más peligrosos- inferior al 20%, a diferencia del 60% típico de ambientes mediterráneos (Vicente et al. 2013). Por consiguiente no se puede considerar todavía al jabalí como reservorio de TB en los ambientes atlánticos, si bien es aconsejable mantener la vigilancia epidemiológica (Muñoz-Mendoza et al. 2013). En Francia, con ecosistemas eminentemente atlánticos, un estudio a gran escala detectó anticuerpos específicos frente a CMT en entre 2-6% de los jabalíes investigados y demostró asociación espacial entre jabalíes seropositivos y explotaciones bovinas con casos recientes de TB (Richomme et al. 2013).

El tejón, por su parte, tampoco está definitivamente confirmado como reservorio de MTC en el norte de España, pero existen evidencias en ese sentido: por un lado, la prevalencia de infección por MTC en Asturias fue del 8%. Por otro, existen en Asturias casos de asociación espacial entre

En el norte de España, la mayor prevalencia de TB en tejón y en jabalí se encuentra en unidades veterinarias locales con mayor prevalencia de TB en ganado bovino. A mayor prevalencia en bovino, mayor prevalencia en la fauna silvestre, y viceversa.

tejones positivos y bovinos positivos con el mismo tipo molecular de CMT (Balseiro et al. 2013). Si se compara nuevamente la situación francesa, las prevalencias en tejón son similares a las del norte de España y, al igual que en el caso del jabalí, se observan asociaciones entre la presencia de tejones positivos y la existencia de explotaciones bovinas con TB (Payne et al. 2013). En el norte de España, la mayor prevalencia de TB en tejón y en jabalí se encuentra en unidades veterinarias locales con mayor prevalencia de TB en ganado bovino (de hasta el 4%). A mayor prevalencia en bovino, mayor prevalencia en la fauna silvestre, y viceversa.

Resulta de interés que algunas especies como el ciervo y el gamo, de distribución más restringida pero localmente numerosas, no han sido implicadas todavía de forma clara en la epidemiología de TB en la España atlántica. En conclusión, parece importante continuar las investigaciones epidemiológicas extendiéndolas a las CCAA menos estudiadas, y mantener una correcta vigilancia epidemiológica de jabalí y tejón en los ambientes atlánticos de la Península.

1.2.3.- Provincias de clima mediterráneo que detectan poca TB en fauna silvestre

Esta definición incluye a Castilla y León, La Rioja, Navarra, Aragón, Cataluña, Valencia, Murcia, las provincias del este de Castilla – La Mancha (Guadalajara, Cuenca, Albacete) y las del sureste de Andalucía (Granada y Almería). Se trata de la mayor zona en cuanto a superficie, y abarca tanto CCAA de moderada-baja (Castilla y León, Valencia y las compartidas Andalucía y Castilla – La Mancha) como de baja prevalencia de TB bovina (las restantes). Es difícil generalizar en cuanto al medio natural y los sistemas de explotación ganadera, pero cabe señalar que se trata de una zona donde el ganado bovino extensivo es numéricamente importante y donde con frecuencia existe contacto con ganado caprino u ovino, especie esta última cuya implicación en

la transmisión aún no ha sido demostrada en la región. El porcino, muy importante numéricamente, se explota principalmente en régimen intensivo por lo que no constituye un riesgo epidemiológico significativo. Aunque localmente existen áreas muy ricas en fauna, particularmente jabalí en el noreste y localmente ciervo, no suelen darse con tanta frecuencia las situaciones de sobreabundancia de ungulados silvestres tan características de las regiones de alto riesgo.

Estas provincias se caracterizan por prevalencias de TB generalmente bajas en fauna silvestre. De acuerdo con los datos facilitados por las CCAA al MAPAMA en 2013 dentro del Programa Nacional de Vigilancia Sanitaria en Fauna Silvestre, se detectaron jabalíes positivos en Castilla y León, La Rioja, Aragón, Cataluña y Murcia, y ciervos positivos en Navarra y La Rioja. En relación con las CCAA del norte-noreste de España, particularmente Navarra, es importante señalar que en el Departamento de Pirineos Atlánticos de la vecina Francia se han detectado jabalíes

Las provincias que detectan poca tuberculosis en fauna silvestre sí cuentan con casuística más o menos esporádica y deben, por tanto, mantener una correcta vigilancia sanitaria de las especies hospedadoras más relevantes, particularmente del jabalí como mejor especie indicadora.

seropositivos en áreas próximas a nuestro país (Richomme et al. 2013). En el caso del jabalí se llevó a cabo un estudio de seroprevalencia a escala nacional en 2011 (Boadella et al. 2011a). Ese estudio permitió confirmar que las prevalencias de seropositividad eran consistentemente menores en el norte y este de la Península que en el suroeste, pero detectó animales seropositivos en 9 provincias. Existe un caso singular, en el que la TB, presuntamente introducida a partir de ganado bovino, se extendió al jabalí en la Reserva de Caza de los Puertos de Tortosa y Beceite (Mentaberre et al. 2014). En cuanto al ciervo, en Aragón, donde se han realizado cientos de tomas de muestras en las reservas de caza, sólo se detectan casos esporádicos en ciervo (en Montes Universales, Teruel; Luco & Arnal, com. pers.). Los casos de TB en

tejones de esta zona son, por el momento, esporádicos. Uno de ellos se cita en León (Sobrino et al. 2008).

En conclusión, las provincias que detectan poca TB en fauna silvestre sí cuentan con casuística más o menos esporádica y deben, por tanto, mantener una correcta vigilancia sanitaria de las especies hospedadoras más relevantes, particularmente del jabalí como mejor especie indicadora.

1.2.4.- Provincias de clima mediterráneo con mayor riesgo de TB en fauna silvestre

Son todas las restantes: Madrid, Cáceres y Badajoz en Extremadura, Toledo y Ciudad Real en Castilla – La Mancha y Jaén, Córdoba, Sevilla, Huelva, Cádiz y Málaga en Andalucía. A grandes rasgos, se trata de la región donde se mantienen los ecosistemas de bosque mediterráneo y de dehesa mejor conservados. En general, son provincias con importante presencia de ganadería bovina extensiva, cierta presencia del bovino de lidia, ganado caprino (con implicación demostrada en el mantenimiento de CMT), y abundante ganadería ovina (sin implicación

demostrada en la región). La mitad oeste cuenta además con una importante población de porcino en extensivo, de posible relevancia epidemiológica. A esta riqueza de hospedadores domésticos se une una gran abundancia de hospedadores silvestres, tanto jabalí como ciervo y localmente gamo. Además, el tejón está presente aunque su relevancia epidemiológica está todavía por evaluar en esta zona: Andalucía, Castilla – La Mancha y Extremadura cuentan con casos esporádicos de TB en esta especie.

En esta región, el jabalí alcanza niveles muy altos de infección en algunas zonas, y un máximo superior al 90% en el tercio norte del Parque Nacional de Doñana, en Huelva (Gortázar et al. 2008). Aunque el área de distribución del jabalí es mayor al del ciervo, éste último puede contribuir igualmente a la comunidad de hospedadores silvestres, con prevalencias que localmente alcanzan el 50% aunque el promedio en poblaciones de Montes de Toledo o de Sierra Morena se encuentra próximo al 15% (Vicente et al. 2006, 2013). La presencia del gamo, y en consecuencia su participación en el mantenimiento de CMT, es más restringida. En Extremadura, en la temporada cinegética 2014-2015, las prevalencias regionales fueron del 14% en jabalíes y 2% en ciervos, con máximos del 25% en jabalíes del área de Tajo Internacional (temporada 2011-2012) y hasta un 11% en ciervos en La Vera-Jerte (temporada 2013-2014; fuente: GOBEX-UEX, 2015).



Figura 1.- Mapa de España señalando las cuatro regiones diferenciadas en el PATUBES. De menos a más color: (1) Regiones insulares; (2) Costa norte (con mayor abundancia de tejón); (3) Provincias de clima mediterráneo o continental que detectan poca TB en fauna silvestre; y (4) Provincias de clima mediterráneo con mayor riesgo de TB en fauna silvestre y altas densidades de ciervo y jabalí.

1.2.5.- Portugal

En Portugal, las zonas con mayor prevalencia de TB en ciervo (7-10%) y jabalí (16-35%) son Idanha-a-Nova en el centro-este del país, lindando con Cáceres, y Barrancos más al sur, limítrofe con Huelva. En ambas zonas, las tendencias temporales de prevalencia son crecientes tanto en bovino como en ungulados silvestres (Vieira-Pinto et al. 2011, Cunha et al. 2012).

Ambos son ecosistemas de dehesa mediterránea similares a sus equivalentes al otro lado de la frontera, con presencia de diversas especies ganaderas y abundancia de cérvidos y jabalí. Fuera de esas zonas, en el resto de Portugal, apenas se detecta TB en el jabalí (Santos, en preparación).

1.2.6.- Aspectos insuficientemente conocidos

En relación con la distribución de la TB animal en las distintas regiones, así como en relación con la participación de hospedadores silvestres en el mantenimiento de la infección, son dos los aspectos a considerar como prioridades de investigación: (1) la investigación en busca de formas para mejorar la vigilancia epidemiológica y aumentar la cobertura geográfica y la sensibilidad, así como para asegurar la evaluación de posibles tendencias temporales, particularmente en tejón y jabalí; y (2) la investigación de las interacciones entre especies (silvestres y domésticas) en ambientes distintos a los actualmente mejor conocidos del centro-sur peninsular o de Asturias. Dadas las peculiaridades de cada CCAA, parece oportuno que estas líneas de investigación se extiendan a las CCAA menos estudiadas.

1.3.- Hospedadores con relevancia epidemiológica

La erradicación de la TB de una comunidad multi-hospedador requiere manejar la infección en todos los hospedadores que contribuyen significativamente a su mantenimiento (reservorios, en inglés “maintenance hosts”). Por definición, los reservorios son capaces de mantener la infección de forma independiente a otras especies. Por el contrario, los hospedadores accidentales (en inglés “spillover hosts”) no tienen esta capacidad. Sin embargo, la capacidad para actuar como reservorio o como hospedador accidental no depende solamente de la especie animal, sino también de las circunstancias ambientales, fundamentalmente de su densidad poblacional, de los mecanismos de transmisión, del hábitat y de su interacción con el conjunto de otros hospedadores presentes. En consecuencia, una misma especie puede actuar como reservorio en determinadas circunstancias, y como hospedador accidental en otras (Nugent 2011).

1.3.1.- Ganado bovino

Aunque parezca una obviedad, es importante señalar que el ganado bovino es el principal reservorio de CMT. Otra observación obvia es que en ausencia de saneamiento (por ejemplo en países sin programa de erradicación) existen situaciones en las que el ganado bovino es perfectamente capaz de mantener la enfermedad sin la participación de otras especies en su ciclo. En el conjunto de España, la prevalencia de TB es mayor en los sistemas de explotación de más difícil saneamiento, como la lidia, seguida de las explotaciones de vacas nodrizas en extensivo y finalmente las explotaciones lecheras, con mejor bioseguridad y animales más accesibles y manejables. Ciertamente, veterinarios de campo y ganaderos deben hacer

esfuerzos para garantizar el cumplimiento del programa de erradicación (Guta et al. 2014b). Las zonas geográficas con mayor prevalencia de TB bovina se encuentran en el cuadrante suroeste, como puede verse en la Figura 2.

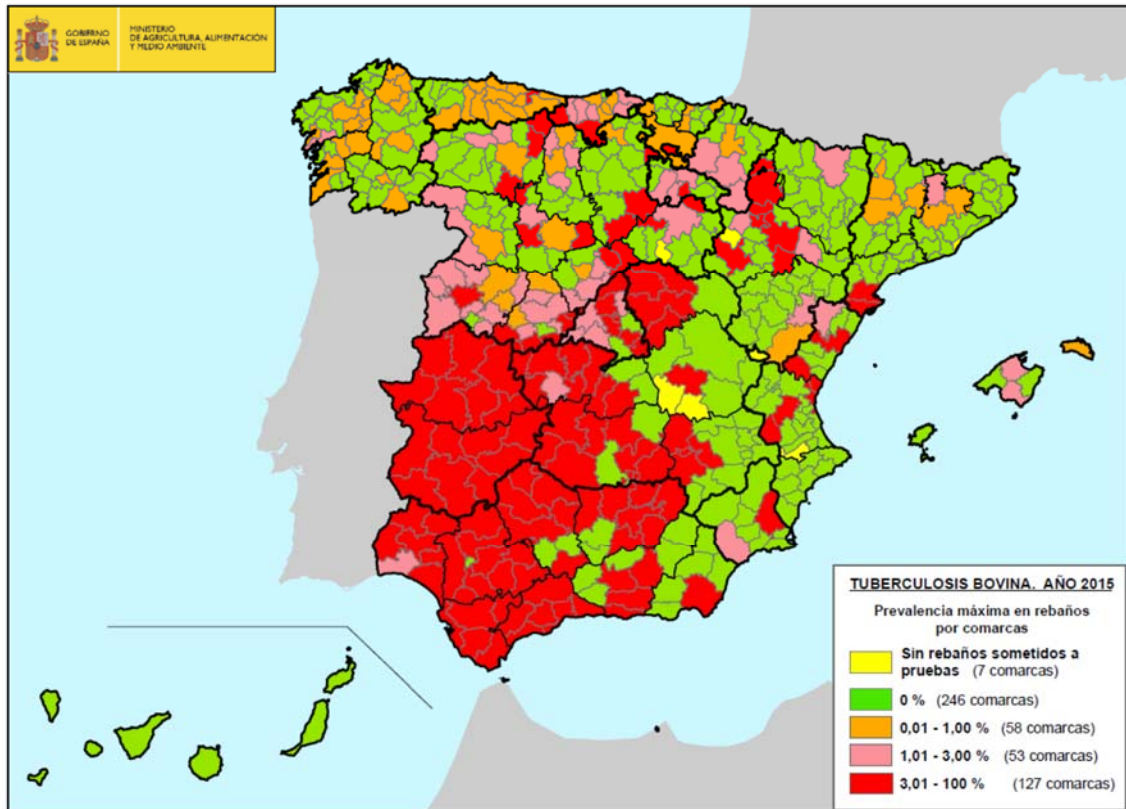


Figura 2.- Mapa de la prevalencia de TB en rebaños bovinos para el año 2015. Nótese cómo las provincias de clima mediterráneo del centro-sur-oeste soportan mucha mayor prevalencia.

En Extremadura, las zonas donde hay mayor prevalencia de TB en ungulados silvestres (declaradas como “áreas de emergencia sanitaria cinegética”) tienen una proporción de rebaños bovinos positivos cuatro veces mayor que en otras zonas (en 2014, 11,6% vs. 2,5%; fuente: GOBEX-UEX, 2015).

Los estudios sobre encuestas epidemiológicas sugieren que serían necesarios más estudios sobre el papel de cabras, especialmente en zonas de elevada prevalencia, y cerdos en la transmisión de CMT al bovino (Guta et al. 2014a). Este aspecto se aborda muy brevemente en el siguiente apartado.

1.3.2.- Otros hospedadores domésticos:

A diferencia de cuanto ocurre con el ganado bovino, y a pesar de primeras indicaciones sobre la importancia potencial de las infecciones en caprino y porcino (Parra et al. 2005), el papel de otras especies ganaderas como reservorios de CMT se ha asumido de forma bastante reciente: los trabajos de referencia son DiMarco et al. (2012) para el cerdo, Napp et al. (2013) y Bezos et

A diferencia del ganado bovino, el papel de otras especies ganaderas como reservorios de CMT se ha evidenciado de forma bastante reciente, desde 2013.

al. (2015) para la cabra, y Muñoz-Mendoza et al. (2016) para la oveja. Por consiguiente, cabra, oveja y cerdo merecen consideración, al menos en situaciones concretas.

En el caso de la cabra, los programas ya prevén la posibilidad de incluir a aquéllos rebaños en contacto directo con rebaños bovinos. Esta medida se ve reforzada por las evidencias halladas en estudios como los llevados a cabo por Bezos et al. (2015) en Castilla y León donde se determinó una elevada correlación entre el censo de cabras existente y el

número de aislamientos de tuberculosis de origen caprino en el ganado bovino. En Extremadura, en 2014 se analizaron 769 rebaños caprinos, de los que 28 resultaron positivos a TB, arrojando una prevalencia media de TB entre los rebaños analizados del 3,64 %, con una prevalencia individual del 1,49% sobre un total de 50.946 caprinos controlados (Fuente: GOBEX).

1.3.3.- Jabalí

El jabalí está presente en la práctica totalidad de la Península Ibérica, incluso en alta montaña, zonas áridas y ambientes periurbanos. Prefiere los ambientes forestales donde alcanza densidades poblacionales superiores a los 10 individuos por km² en varias regiones del suroeste y del norte y noreste. Se trata del ancestro silvestre del cerdo, un suido gregario y muy adaptable cuyo alimento está compuesto principalmente por materia vegetal aunque no desdeña la carroña. El jabalí es muy capaz de cruzar infraestructuras como autovías y vallados, y puede superar grandes ríos como el Ebro a nado. Un estudio en Doñana (Huelva) estableció que la superficie media del área de campeo del jabalí era de tan solo 500 ha, un tercio de la superficie de campeo media de los bovinos del parque. El mayor solapamiento entre áreas de campeo de jabalí y de vacas se observó en la estación seca, particularmente en torno a puntos de agua (Barasona et al. 2014a; Figura 3). Sin embargo, algunos jabalíes pueden desplazarse excepcionalmente en distancias superiores a los 100 km lineales (Jerina et al. 2014).

Los jabalíes alcanzan la madurez sexual antes de cumplir un año y suelen tener 3-5 rayones al año, aunque pueden ser más prolíficos en situaciones de abundancia de recursos, particularmente cuando reciben alimentación suplementaria (Ruiz-Fons et al. 2006). Por tanto, su población tiende a crecer ante una presión cinegética generalmente insuficiente (Massei et al. 2014). De hecho, el número de jabalíes se ha duplicado en la última década en la provincia de Ciudad Real (Vicente et al. 2013), y es probable que presente tendencias similares en otras provincias españolas. El número de jabalíes cazados en España ha aumentado un 700% en los últimos 30 años (Fuente: J.L. Garrido/FEDENCA). Al margen de la caza, otras causas significativas de mortalidad incluyen enfermedades como el complejo respiratorio porcino, particularmente en rayones durante el verano (Risco et al. 2015), y la propia TB, que puede causar un tercio de la mortalidad en adultos (SaBio-IREC, en preparación).

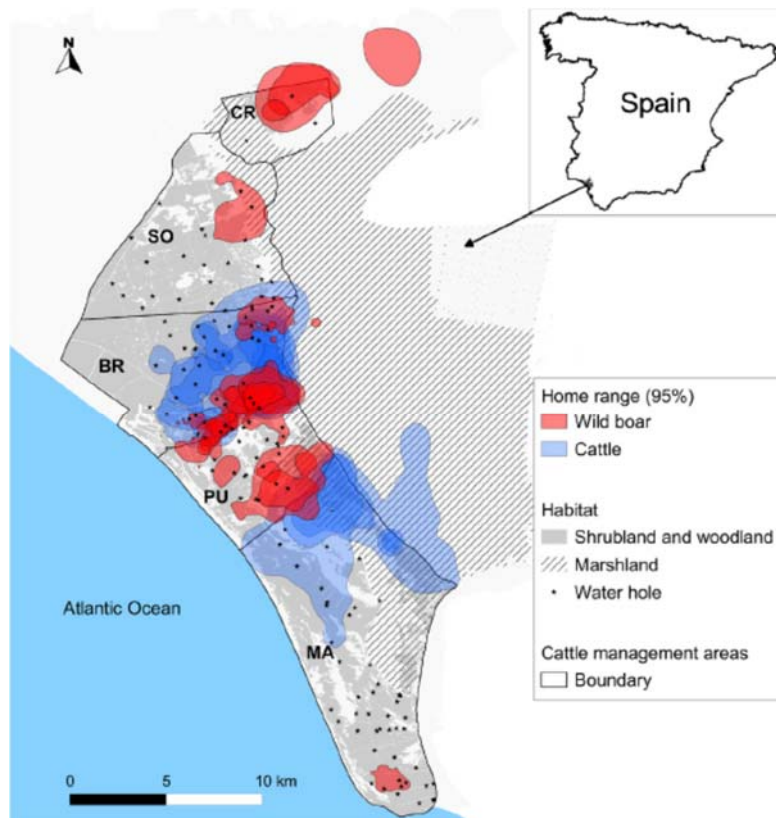


Figura 3.- Áreas de campeo de vacas (azul) y jabalíes (rojo) con collar GPS-GSM en el Parque Nacional de Doñana (Huelva). Los puntos indican charcas o “zacallones”, donde se produce la mayor interacción. Fuente: Barasona et al. (2014a).

El jabalí es un excelente indicador de la presencia de CMT en su entorno, dado que es altamente susceptible a la infección (Nugent et al. 2015) y dado que existen técnicas sencillas y accesibles para el diagnóstico de TB en esta especie (Santos et al. 2010). En ambientes mediterráneos de España y Portugal, el jabalí constituye además un importante reservorio de CMT. Esto queda demostrado de forma muy especial en granjas y cercones, donde el jabalí mantiene altas prevalencias en ausencia de contacto con otros hospedadores (Naranjo et al. 2008). La infección puede tener lugar a edades muy tempranas, durante el primer verano de vida (Che-Amat et al. 2015), y tiende a producir lesiones generalizadas con afección del pulmón en la mitad de los individuos infectados, principalmente a partir del primer año de vida (Martín-Hernando et al. 2007; Vicente et al. 2013). Los jabalíes con infección confirmada presentan ADN del complejo en el 18-54% de los hisopos oronales y el 5-26% de las muestras fecales. Se han encontrado además casos de excreción de ADN por vía urinaria. Un tercio de los jabalíes infectados presenta cantidades importantes de ADN (concentraciones $>10^3$ ucf por g o ml), pudiendo ser considerados “superexcretadores” (Santos et al. 2015; Barasona et al. 2016). Estos “superexcretadores” con TB generalizada son probablemente los principales diseminadores de CMT en espacios naturales y explotaciones ganaderas vecinas. No obstante, el papel del jabalí como hospedador del CMT fuera de las regiones mediterráneas de alta prevalencia está aún por definir. En la España atlántica se encuentran prevalencias superiores al 2% por cultivo y serología. Recordando la reflexión con la que comienza esta sección (1.3), esta situación puede cambiar con el tiempo, teniendo en cuenta las crecientes densidades poblacionales y diversos cambios en el entorno que dan lugar a una mayor disponibilidad de recursos.

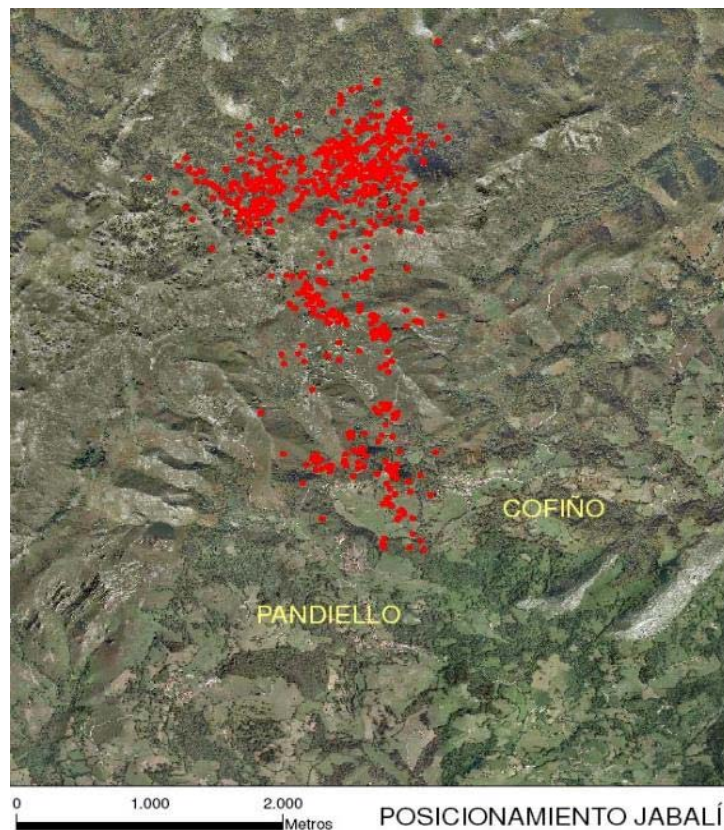


Figura 4.- Posicionamiento de un jabalí marcado con collar GPS en un área de (relativamente) elevada prevalencia de TB bovina en Asturias. Se ha estimado un diámetro máximo de área de campeo de 4 km (Fuente: A. Balseiro, SERIDA).

1.3.4.- Ciervo y gamo

El ciervo y el gamo son cérvidos pertenecientes a la misma subfamilia (cervinae). Aunque ambas especies se encuentran en expansión geográfica, el ciervo está mucho más extendido que el gamo, ocupando buena parte de los ambientes forestales del centro-sur-oeste peninsular, de la Cordillera Cantábrica, del Pirineo y del Sistema Ibérico, entre otros. En Sierra Morena y Montes de Toledo se han encontrado densidades medias de 21 ciervos por km², con máximos próximos a los 100 individuos por km² (Acevedo et al. 2008). En Sierra de San Pedro, Extremadura, se registran densidades medias entre 25 y 40 ciervos por km² (Hermoso de Mendoza et al. 2006). En el norte de España las densidades son generalmente menores, situándose entre 5 y 10 ciervos por km² en reservas de caza (Marco et al. 2011). En Asturias se calculan 500 gamos en libertad en la Sierra del Suevo, un área de 8.110 Ha (6/km²). Los vallados de ≥ 2 m de altura impiden la mayor parte de los desplazamientos, lo que posibilita eventualmente la exclusión de cérvidos de las zonas de riesgo.

Son herbívoros pastadores y ramoneadores cuya estación limitante es el invierno en zonas de montaña de influencia atlántica y el verano en ambientes mediterráneos. Las ciervas alcanzan la madurez sexual en su segundo otoño de vida. Estas ciervas de 1,5 años (“primalas”) pueden no reproducirse apenas cuando los recursos escasean, o pueden quedar gestantes en más del

85% de los casos cuando los recursos naturales son abundantes o cuando se aporta alimentación suplementaria. El 90% de las ciervas adultas de más de dos años tiene una cría (“gabato”) al año. Por tanto, la proporción de primíparas gestantes, que está en función de los recursos tróficos disponibles, marca la tendencia demográfica (Rodríguez-Hidalgo et al. 2010). Actualmente, esta tendencia es al crecimiento, sobre todo en la mitad norte peninsular (Marco et al. 2011). Esto es debido a la progresiva expansión geográfica, pero también al hecho de que en España se caza menos del 20% anual de los efectivos, cuando una población estable requiere extraer entre 25 y 30% anualmente (SaBio IREC, datos no publicados).

En España existen más de 80 granjas de ciervo registradas en REGA. La TB es uno de los principales problemas de la producción de ciervos y gamos de granja (Fernández de Mera et al. 2011, Boadella et al. 2012a). El hecho de que CMT se mantenga en condiciones de granja, es decir en ausencia de contacto con otros hospedadores relevantes, pone de manifiesto que estos cérvidos, al igual que el jabalí, pueden constituir verdaderos reservorios. En condiciones naturales sin embargo, es difícil encontrar situaciones en las que sólo haya ciervos, sin presencia significativa de jabalíes o tejones (p. ej. Tirol en Austria; Schoepf et al. 2012). En la Península Ibérica la detección de ciervos y gamos infectados es frecuente, particularmente en el cuadrante suroeste (Vicente et al. 2006), y su participación en el conjunto del reservorio silvestre está confirmada en esta región (Hermoso de Mendoza et al., 2006, Gortázar et al. 2008; García-Jimenez et al., 2013, Santos et al. 2015a).

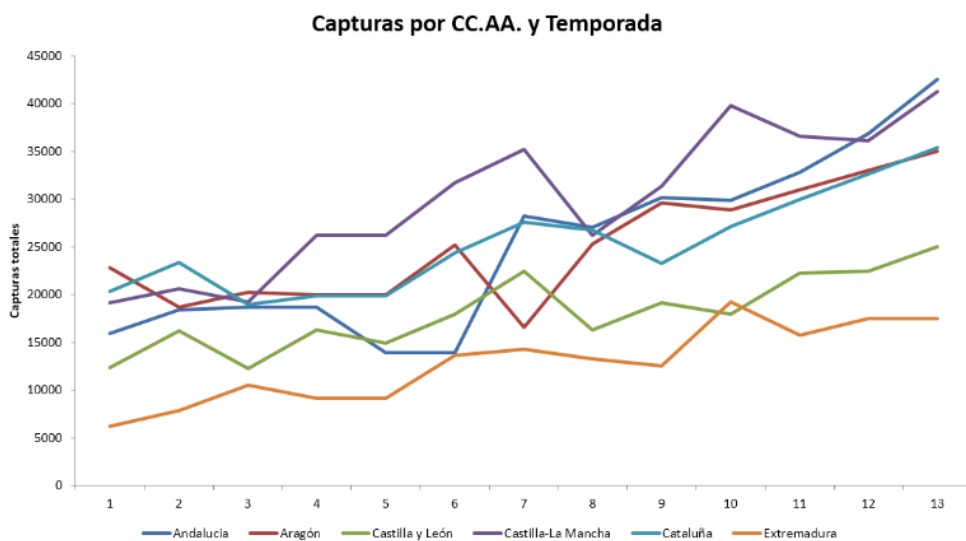


Figura 5.- Resultados de caza de jabalí en seis CCAA. Obsérvese cómo a lo largo de una década se mantienen tasas anuales de crecimiento próximas al 10% (Fuente: GOBEX-UEX).

En ambientes mediterráneos, un tercio de los ciervos con infección confirmada por cultivo presenta TB generalizada (Vicente et al. 2013). Las lesiones pulmonares, indicativas de capacidad para excretar micobacterias, aparecen en el 21% de los ciervos y 50% de los gamos con infección confirmada por cultivo (Martín-Hernando et al. 2010). En el ciervo, los individuos con infección confirmada presentan ADN del CMT en el 45% de los hisopos oronasales y en el

29% de las muestras fecales, presentando un tercio de casos con excreción masiva (“superexcretores” - con ADN equivalente a $>10^3$ ufc/gramo de heces o ml de secreción oronasal). Igual que en el jabalí, se han encontrado casos de excreción urinaria (Santos et al. 2015).

1.3.5.- Tejón

El tejón es un carnívoro social de hábitos nocturnos y discretos que basa su alimentación en invertebrados (lombrices, larvas de tígula) y vegetales (maíz, frutos) sin desdeñar pequeños mamíferos o carroña. Aunque el tejón está ampliamente distribuido por la Península Ibérica, su abundancia es mayor en la España atlántica que en los ambientes mediterráneos, donde se calculan densidades que oscilan entre 0,23 y 1,98 individuos/km² (Revilla et al. 1999; Lara-Romero et al. 2011). Aun así, la densidad media estimada para Asturias (3,81 adultos/km² y 3 adultos/grupo), es menor que las que permiten el mantenimiento de CMT en el sur de Inglaterra, donde llegan a alcanzarse densidades superiores a los 20/km² (Acevedo et al. 2014). Se estima que para mantener la tuberculosis en una población de tejón, en ausencia de una fuente externa como el ganado bovino u otras especies silvestres infectadas, deben existir al menos 6-8 tejones/grupo (Woodroffe et al 2009). Al no tratarse de una especie cinegética, no hay mucha información sobre tendencias poblacionales del tejón. Un estudio a escala regional en Aragón permitió observar un incremento de abundancias relativas del 300% entre 1992 y 2006 (Sobrino et al. 2008). Por tanto, es posible que se trate de otra especie en expansión demográfica que, al menos localmente, podría alcanzar densidades significativas.

En Gran Bretaña e Irlanda, el tejón es el principal reservorio silvestre de CMT. Además, la infección se ha diagnosticado en tejones en varios otros países europeos, principalmente en Francia (Gortázar et al. 2012; Payne et al. 2013). Los tejones presentan frecuentemente lesiones tuberculosas externas, por drenaje desde linfonodos subcutáneos o por contaminación de heridas por mordedura (Jenkins et al 2012). También pueden presentar lesiones pulmonares y lesiones renales, ambas igualmente compatibles con la excreción de micobacterias (Sobrino et al. 2009). En España el papel del tejón en el mantenimiento de CMT está todavía por confirmar, aunque es probable su implicación al menos local (Balseiro et al. 2011). En los próximos años no sólo conviene ampliar los conocimientos sobre el papel del tejón en la epidemiología de CMT en la región atlántica, sino también investigar las densidades, tendencias poblacionales y posible papel epidemiológico del tejón en los ambientes mediterráneos ibéricos.

1.3.6.- Hospedadores accidentales (baja relevancia epidemiológica)

Tanto para el corzo como para la cabra montés existe suficiente evidencia científica para afirmar que no resultan buenos hospedadores para CMT.

Muchas especies de mamífero pueden infectarse con CMT, pero son pocas las que realmente desarrollan lesiones generalizadas con la frecuencia necesaria para actuar como hospedadores con verdadera relevancia epidemiológica. Entre las especies cuyo papel como hospedadores de CMT se discute ocasionalmente se encuentra un cérvido (el corzo), dos bóvidos silvestres (el muflón y la cabra montés), y un carnívoro (el zorro). Además, es interesante

comentar brevemente la relación de la TB con los grandes carnívoros oso, lobo y lince ibérico.

En cuanto a las primeras, tanto para el corzo como para la cabra montés existe suficiente evidencia científica para afirmar que no resultan buenos hospedadores para CMT: en el primer caso no se detectaron bacterias viables en un único caso confirmado en España (Balseiro et al. 2009), mientras que ninguno de otros 350 corzos analizados en Asturias y Galicia resultó positivo (Muñoz-Mendoza et al. 2013). En el caso de la cabra montés no se detectaron evidencias de infección pese a investigar una muestra igualmente representativa de cabras de una zona con presencia conocida de TB en bovinos y jabalíes (Mentaberre et al. 2010). En cuanto al muflón, se trata de la misma especie que la oveja (*Ovis aries*) y por tanto, no puede descartarse una participación local en el reservorio silvestre de CMT, aunque la escasez de evidencias y su población comparativamente escasa le confieran una relevancia limitada.

El zorro, al igual que los demás carnívoros terrestres a excepción del tejón, es probablemente más un indicador ocasional de la presencia de CMT que un hospedador capaz de contribuir a su mantenimiento. No obstante, existen descripciones esporádicas de casos generalizados de TB en zorro, compatibles con una excreción de micobacterias (Millán et al. 2008). En Galicia se

aislaron de dos zorros sendas cepas de CMT con los mismos tipos moleculares que en ganado bovino y jabalíes de las mismas localidades (Muñoz-Mendoza et al. 2013).

Un aspecto frecuentemente olvidado de la tuberculosis es su posible efecto sobre la conservación de grandes carnívoros. Las tres especies presentes en la Península Ibérica, -lince, oso y lobo- son sensibles a la infección.

Un aspecto frecuentemente olvidado de la TB es su posible efecto sobre la conservación de grandes carnívoros. Las tres especies presentes en la Península Ibérica, -lince, oso y lobo- son sensibles a la infección por CMT, y en el caso del lince ibérico (uno de los felinos más amenazados del mundo), las enfermedades como la TB constituyen un factor de mortalidad considerable (López et al. 2014). Los

riesgos para el oso son poco conocidos, aunque en 2014 se produjo un caso de TB generalizada que causó la muerte de un oso en libertad en Italia. En el lobo se han diagnosticado ocasionalmente casos de TB no generalizada, probablemente sin implicaciones significativas para su conservación. Ninguno de los grandes carnívoros ibéricos es suficientemente abundante como para contribuir de forma significativa al reservorio silvestre de CMT.

1.3.7.- Aspectos insuficientemente conocidos

Resulta fundamental plantear la investigación en epidemiología considerando que MTC se mantiene en un sistema multi-hospedador. Entender el funcionamiento (la estabilidad) de estos sistemas en las distintas regiones es vital para el diseño de las mejores estrategias de intervención. En cada escenario, conviene mejorar el conocimiento sobre tendencias demográficas, densidades poblacionales y papel de reservorio de los tres actores silvestres principales: jabalí, ciervo y tejón, teniendo en cuenta que se trata de una situación dinámica, que cambiará con el tiempo. Por otra parte, todos los posibles actores deben ser investigados. Algunos hospedadores de creciente presencia, como las alpacas, podrían merecer mayor atención en el futuro.

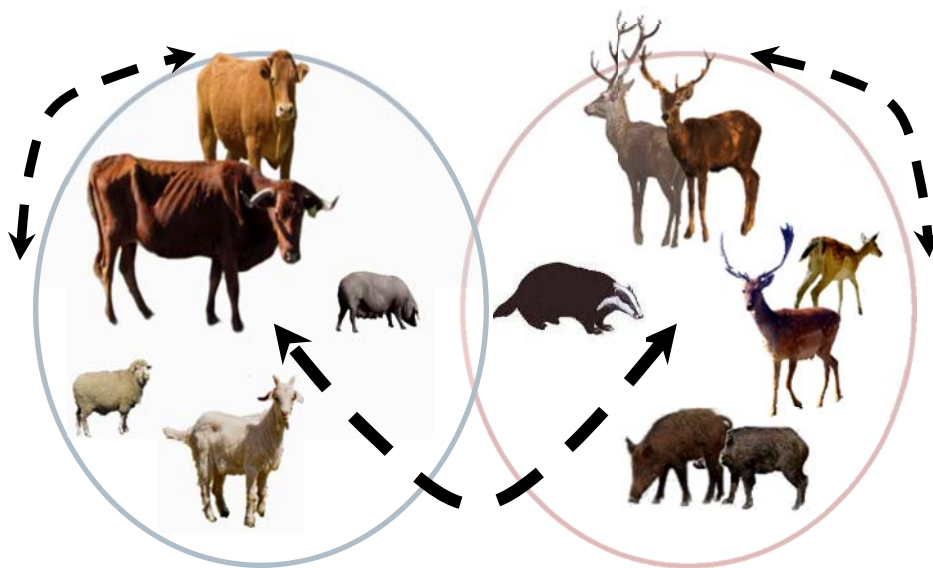


Figura 6.- Hospedadores del complejo *M. tuberculosis* con potencial para contribuir al mantenimiento de la infección en la Península Ibérica. Las flechas indican la transmisión dentro del ciclo doméstico, del ciclo silvestre, o entre ciclos. La estabilidad del sistema es mayor cuando participan más hospedadores.

1.4.- Tendencias temporales de TB en fauna silvestre

1.4.1.- Evidencia científica en jabalí y ciervo

La Figura 7 presenta la prevalencia de lesiones compatibles con TB en jabalíes en ciertas fincas de la provincia de Ciudad Real. Como puede observarse, la prevalencia aumentó un 30% en un periodo de 12 años. Paralelamente el número de jabalíes cazados, un indicador demográfico más que de presión cinegética, se duplicó durante el mismo periodo sugiriendo cierta asociación entre ambas tendencias (Vicente et al. 2013). De forma similar, en el PN Doñana (Huelva) la proporción de jabalíes con infección confirmada por cultivo se duplicó entre 1998-2003 y 2006-2007, si bien los muestreos los realizaron equipos diferentes (Gortázar et al. 2008).

En el caso del ciervo y del gamo, existen resultados en Doñana similares a los referentes al jabalí, en el sentido de un incremento significativo de la prevalencia de infección entre 1998-2003 y 2006-2007 (Gortázar et al. 2008). En la provincia de Ciudad Real sin embargo, no se observa una tendencia temporal significativa para la TB en ciervo durante el periodo 2000-2012 (Vicente et al. 2013).

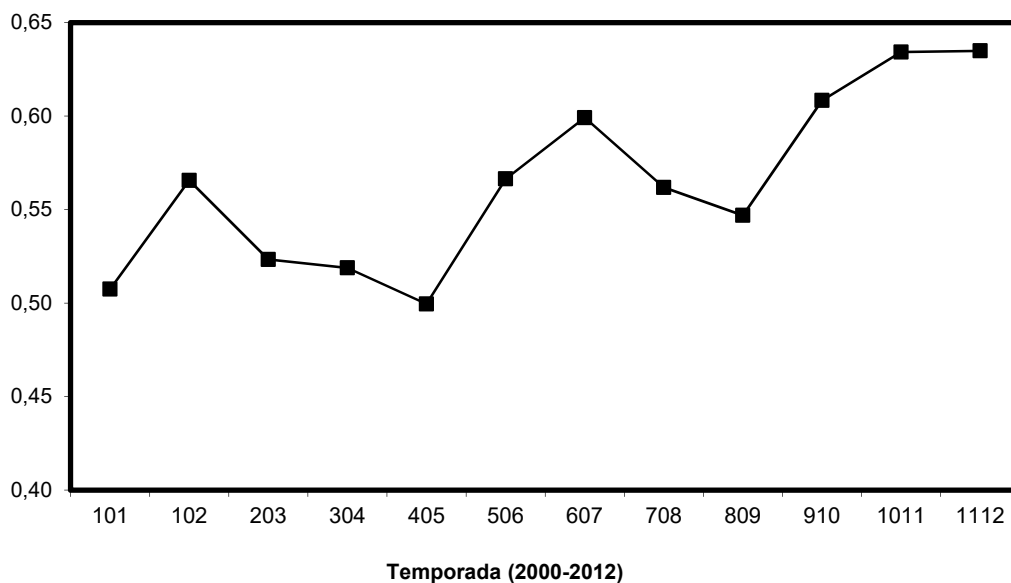


Figura 7.- Tendencias temporales de la prevalencia de lesiones compatibles con TB en jabalíes de ciertas fincas de una provincia de clima mediterráneo con mayor riesgo de TB. La prevalencia pasa en poco más de una década del 50 al 64%, un 28% de incremento. En paralelo, el número de jabalíes cazados se duplicó durante el mismo periodo, sugiriendo cierta asociación entre abundancia y riesgo de TB (Fuente: modificado de Vicente et al. 2013).

En Extremadura, los decomisos realizados por lesiones compatibles con TB en los controles sanitarios de actividades cinegéticas resultaron estables entre las temporadas 2011-2012 y 2014-2015, con un promedio del 14% en jabalíes y 2% en ciervos (Fuente: Sistema Extremeño de Salud y GOBEX-UEx). También en Extremadura, la prevalencia de rebaños bovinos positivos a TB pasó de 2.2% en 2011 a 2.7% en 2014 (23% de incremento) en zonas de poca caza mayor, pero del 8.1% al 11.6% en el mismo periodo (43% de incremento) en zonas de abundante caza mayor (fuente: GOBEX-UEx).

1.4.2.- Aspectos insuficientemente conocidos - prioridades de investigación

Los datos expuestos ponen de manifiesto principalmente que apenas existen series temporales amplias (>10 años) sobre prevalencia de infección por CMT en fauna silvestre española. En el caso del tejón, por ejemplo, no hay datos sobre evolución temporal de las prevalencias en España. De hecho, también a nivel global son muy escasas las series de datos sobre TB en fauna (Gortázar et al. 2015). La generación y análisis de tales series temporales es por tanto una prioridad, dado que resulta imprescindible para evaluar la situación y medir el efecto de cualquier futura intervención. Algunas CCAA, como Castilla y León, cuentan con programas de vigilancia capaces de generar este tipo de información en el futuro.

1.5.- Presencia y supervivencia de *Mycobacterium bovis* en el medio

Aunque las bacterias causantes de la TB sólo se multiplican con éxito cuando infectan a los mamíferos, son capaces de sobrevivir durante algún tiempo en el medio ambiente (revisado en Kukielka et al. 2013 y Santos et al. 2015). Esta observación es clave para entender la transmisión

indirecta y el mantenimiento de la infección en ambientes complejos, con participación de múltiples especies hospedadoras. En áreas mediterráneas de Portugal con alta prevalencia de TB, Santos et al. (2015) detectaron ADN de CMT en muestras de barro (22%) y de agua (5%), pero también en muestras de suelo de comederos (18%) y de hozaduras de jabalí (25%). La presencia de ADN de CMT fue máxima en primavera.

Trabajando en Doñana (Huelva) y en el Valle de Alcudia (Ciudad Real), dos zonas de alta prevalencia, Barasona et al. (2016) encontraron ADN del CMT en muestras de agua y en muestras de barro de la orilla de charcas recogidas en verano, siendo la probabilidad de detección inversamente proporcional al diámetro de la charca. En cambio, no se encontró ADN del CMT en pequeños embalses ni en bebederos tipo pilón para ganado bovino.

La supervivencia de CMT en el medio ambiente, particularmente en ambientes mediterráneos, así como su probabilidad de detección sobre distintas matrices (agua, alimento, suelo, piedras de sal, restos de alimento...) son aspectos todavía insuficientemente conocidos que merecen atención urgente por sus implicaciones para el control de la infección.

1.6.- Transmisión entre especies

La transmisión de MTC entre especies depende primero de la excreción de bacterias por parte del hospedador infectado de la especie A; segundo de la frecuencia y tipo de contactos (directos e indirectos) entre la especie A y la especie B; y tercero de la susceptibilidad a la infección de la especie B. En el apartado anterior se ha visto que jabalí, ciervo y gamo, y tejón son capaces de excretar micobacterias por distintas vías, cumpliendo así la primera de las premisas anteriores. La tercera premisa se cumple para los hospedadores domésticos: bovinos, ovinos, caprinos y porcinos son susceptibles a la infección por MTC. Los siguientes apartados abordan por tanto la segunda premisa, referida al contacto entre especies.

1.6.1.- Contactos inter-especie directos

Como contacto directo puede definirse la coincidencia de individuos de las especies A y B en el tiempo y en un espacio muy próximo (pocos metros). Estos contactos ocurren, pero son sumamente infrecuentes. En ambientes mediterráneos de la Península Ibérica sólo hay un estudio que analice las frecuencias de contacto directo entre hospedadores relevantes: un trabajo en el Valle de Alcudia (Ciudad Real), en el que se marcaron con collares provistos de sensor de contacto tanto vacas y cerdos ibéricos, como jabalíes y ciervos. El trabajo, llevado a cabo en una explotación ganadera con densidades relativamente bajas de jabalí y ciervo, de 57000 interacciones entre especies registradas en total, sólo 216 (0.38%) correspondieron a contactos directos entre fauna silvestre y especies ganaderas (Cowie et al. 2016; Figura 8). Los estudios de fototrampeo, en los que se utilizan cámaras-trampa para registrar los contactos entre especies en puntos concretos tales como charcas o comederos, coinciden igualmente en señalar que los contactos directos entre especies son sumamente infrecuentes (Kukielka et al. 2013).

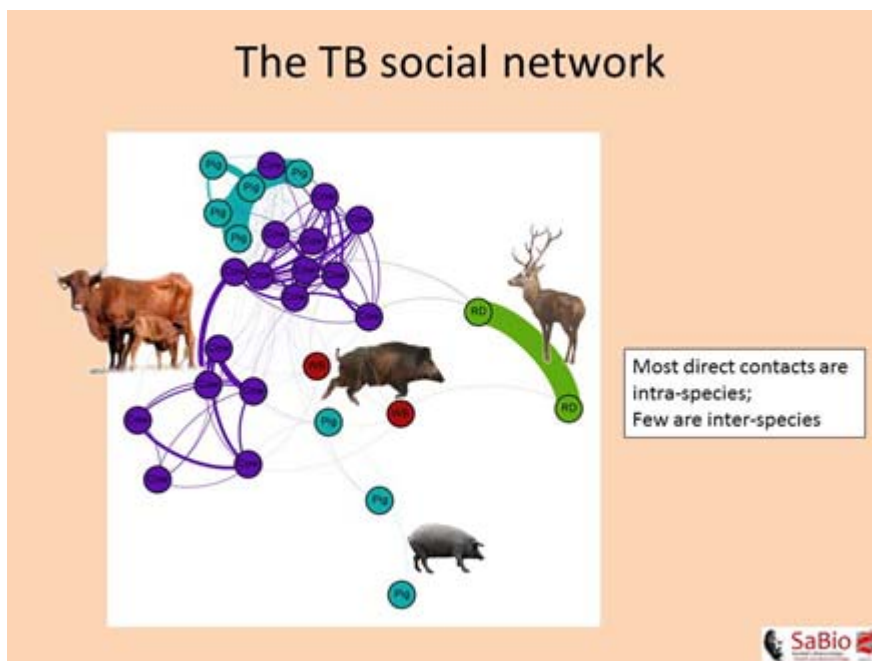


Figura 8.- Red de contactos directos entre hospedadores de TB en una finca ganadera del Valle de Alcudia en Ciudad Real, establecida a partir de marcajes con microchip que registran proximidad. Se observa cómo la mayoría de contactos son con la misma especie, mientras que las conexiones entre especies, particularmente aquellas entre fauna y ganado, son mínimas.
Fuente: modificado de Cowie et al. (2016).

Una excepción la constituye el jabalí, que además de lo anterior puede contaminarse por una forma especial de contacto directo, al consumir cadáveres o restos de animales infectados. Por ejemplo, el jabalí consume carroñas de ciervo y jabalí, así como restos producidos durante las cacerías.

1.6.2.- Contactos inter-especie indirectos

La transmisión entre especies de CMT depende principalmente de contactos indirectos. En ambientes mediterráneos, existe un elevado riesgo de estos contactos en charcas y otros puntos de agua durante la estación seca, así como en lugares estacionalmente ricos en alimento, como los ecotonos y las dehesas en época de bellota. Ello ofrece oportunidades para la mejora de la bioseguridad de las explotaciones a través de la modificación de los puntos de agua y de la rotación de pastos.

1.6.3.- Dnde y cuándo tienen lugar los contactos inter-especie?

En el Parque Nacional de Doñana (Huelva), posiblemente el espacio natural con mayor prevalencia de TB en fauna silvestre, dos estudios, basados en el uso de drones y de collares GPS-GSM respectivamente, han permitido conocer mejor las interacciones entre cérvidos y bovinos (Barasona et al. 2014b) y entre jabalí y bovinos (Barasona et al. 2014a).

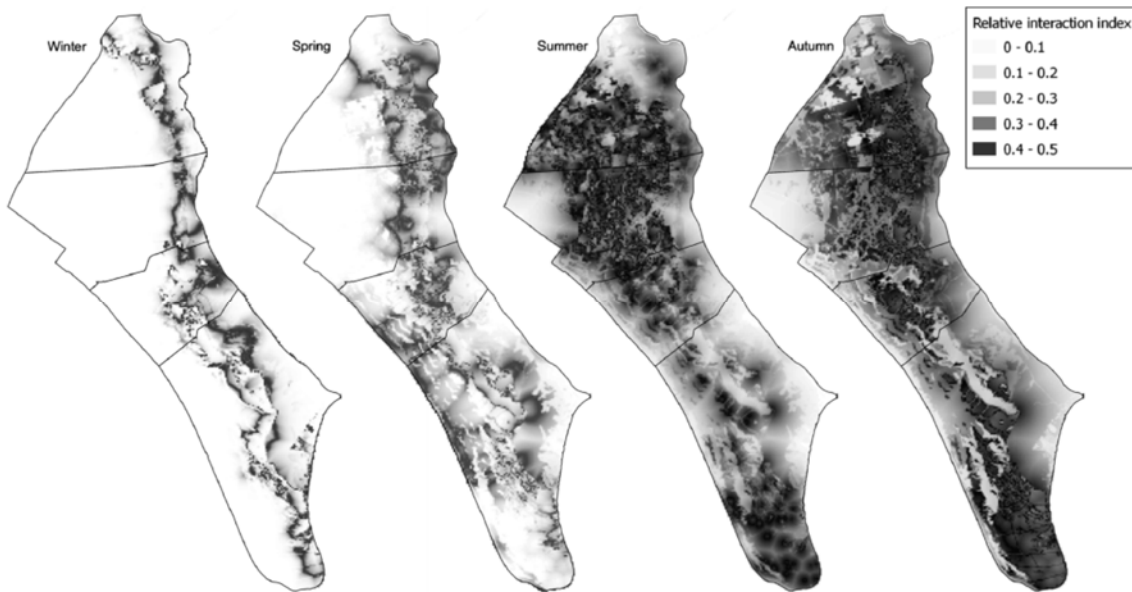


Figura 9.- Mapas predictivos de la interacción jabalí-vaca en el Parque Nacional de Doñana (Huelva), basados en el seguimiento de 18 jabalíes y 12 vacas con collares GPS-GSM entre julio 2011 y octubre 2013. El color oscuro indica mayor interacción, que se produce sobre todo en zonas de ecotono ricas en alimento, en torno a puntos de agua, y más en verano-otoño (estación seca) que en invierno-primavera. Fuente: Barasona et al. (2014a).

En ambos estudios se pone de manifiesto (1) que las prevalencias de TB en los hospedadores silvestres (jabalí, ciervo, gamo) influyen sobre la incidencia de TB en el ganado bovino; (2) que las interacciones ocurren con mayor frecuencia en la estación seca (en Doñana, verano y otoño); y (3) que dichas interacciones ocurren con mayor frecuencia en puntos concretos, como los puntos de agua o el ecotono entre marisma y matorral, particularmente rico en alimento (Barasona et al. 2014 a y b).

Estudios mediante fototrampeo llevados a cabo en explotaciones bovinas del centro-sur de España han permitido confirmar que las interacciones indirectas son mil veces más frecuentes que los contactos inter-especie directos; que los contactos indirectos fauna-seguida-de-ganado son 7 veces más frecuentes que ganado-seguido-de-fauna; y que la mayor parte de los contactos indirectos tienen lugar en torno a puntos de agua (Kukielka et al. 2013).

En el caso de las zonas de baja prevalencia se está llevando a cabo un estudio, en Asturias, donde se han marcado 6 tejones con collares GPS en un área de aproximadamente 17 km² de alta prevalencia de tuberculosis en ganado bovino (de hasta un 4%). En esta zona se ha observado cómo existe un contacto indirecto entre el ganado bovino y el tejón, principalmente en los pastos y en torno a los ensilados (Figura 10).

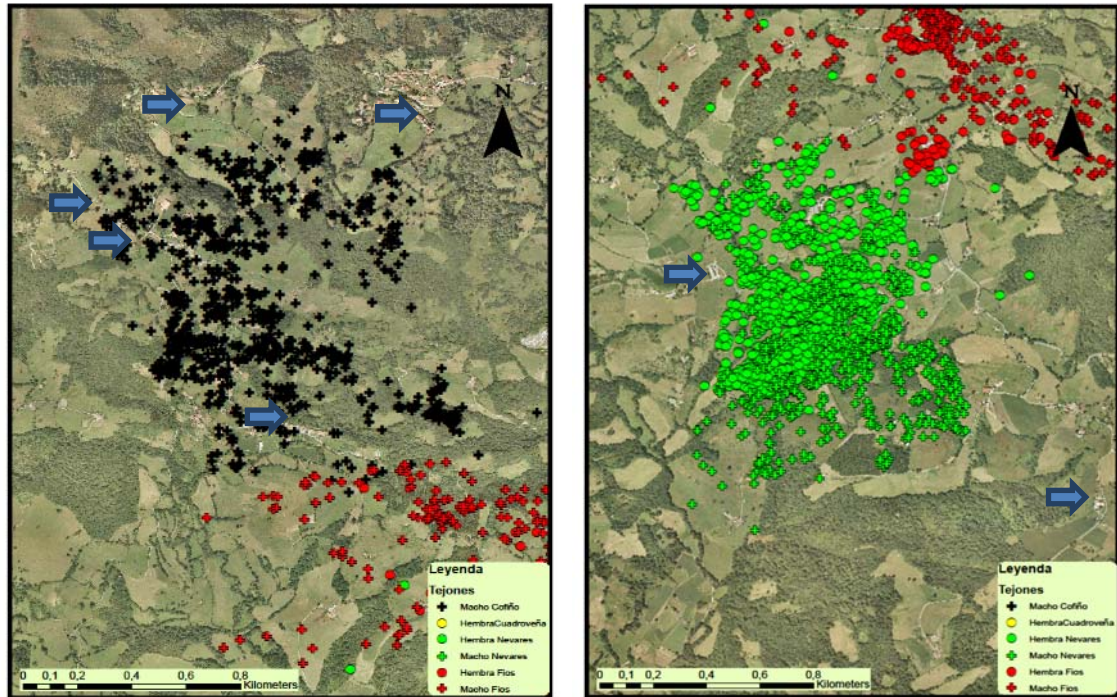


Figura 10.- Posicionamiento de seis tejones (en diferentes colores y formas) en un área de alta prevalencia de TB en ganado bovino en Asturias. Con flecha azul se indica la localización de explotaciones bovinas positivas a TB. En cuatro de ellas se demuestra la existencia de contacto indirecto entre tejón y ganado bovino (Fuente: A. Balseiro, SERIDA).

En Francia, en ambientes relativamente similares a los del norte de España, un estudio basado en fototrampeo en explotaciones bovinas con historial reciente de TB encontró que el jabalí era el visitante más frecuente (5 visitas/100 noches) y que dichas visitas ocurrían más frecuentemente en torno a puntos de agua durante el verano. Los ciervos también resultaron más frecuentes en verano, visitando preferentemente las piedras de sal. Los tejones por el contrario resultaron más frecuentes en invierno, accediendo principalmente a los comederos para el ganado (Payne et al. 2016).

En cualquier caso, la frecuencia de interacción fauna-ganado es seguramente menor en las regiones de baja prevalencia. En Castilla y León, por ejemplo, las autoridades encargadas de la gestión sanitaria en el ámbito veterinario observan las mayores prevalencias de TB en jabalíes en zonas de bajo porcentaje de bovinos positivos (Publicación en preparación).

1.6.4.- Aspectos insuficientemente conocidos

Aunque apenas existen dudas acerca de la naturaleza fundamentalmente indirecta de las oportunidades de transmisión entre especies, queda mucho por conocer acerca de la naturaleza misma de estos eventos. Por ejemplo, se ignora la dosis infecciosa mínima y media necesaria para infectar a las distintas especies hospedadoras (a excepción del bovino, para el que se dispone de información suficiente). Tampoco se conoce la facilidad relativa con la que los distintos sustratos contaminados (agua, barro, suelo, vegetación, otros) pueden dar lugar a infección.

Igualmente, la mayor parte de estudios se vienen desarrollando en regiones de alta prevalencia de TB, por lo que sería deseable conocer mejor el papel del ambiente en la transmisión indirecta de MTC en otras regiones, particularmente en la España atlántica.

1.7.- Factores de riesgo para los hospedadores silvestres

1.7.1.- Riesgos para el jabalí

La Tabla 1 presenta un listado de los factores de riesgo identificados como moduladores de la TB en el jabalí. Algunos de estos factores se tienden a asociar, por ejemplo vallados + predisposición genética, o densidad poblacional + agregación espacial.

Tipo de riesgo	Riesgo	Referencia
Individual	Edad (creciente)	Vicente et al. 2006; Vicente et al. 2007; García-Bocanegra et al. 2012; Garcia-Jimenez et al. 2013; Vicente et al. 2013; Risco et al., 2014
	Mayor predisposición genética	Naranjo et al. 2008
Ambiental/ poblacional	Baja variabilidad genética	Acevedo-Whitehouse et al. 2005
	Mayor prevalencia de TB en ciervos	Vicente et al. 2006
	Vallados cinégenéticos	Boadella et al. 2011a; Vicente et al. 2013
	Densidad poblacional	Acevedo et al. 2007, Boadella et al. 2012b; Garcia-Jimenez et al. 2013
	Agregación espacial de la población	Acevedo et al. 2007
	Agregación de jabalíes en puntos de agua	Vicente et al. 2007
	Contacto con otras especies hospedadoras	Barasona et al. en prep.
	Proximidad a rebaños de lidia	Boadella et al. 2011a
	Tras veranos secos más % de generalizados	Vicente et al. 2013
	Coinfecciones a escala poblacional (% generalizados)	Risco et al. 2014
	Pertenencia a un grupo social infectado	Gortázar et al. 2011
	Comportamiento carroñero oportunista	León-Vizcaino 1990; Tato 1999

Tabla 1.- Principales riesgos individuales y ambientales/poblacionales que modulan la presencia/ausencia o la generalización de la TB en el jabalí, según la literatura científica.

1.7.2.- Riesgos para ciervo y gamo

La Tabla 2 presenta un listado de los factores de riesgo identificados como moduladores de la TB en el ciervo. Igual que en el jabalí, algunos de estos factores pueden estar asociados, por ejemplo vallados + baja variabilidad genética.

Tipo de riesgo	Riesgo	Referencia
Individual	Sexo (machos)	Vicente et al. 2007; Garcia-Jimenez et al., 2013
	Edad (creciente)	Vicente et al. 2006; García-Bocanegra et al. 2012; Vicente et al. 2013
Ambiental / poblacional	Baja variabilidad genética	Queirós et al. 2014 y en prep.
	Mayor prevalencia de TB en jabalíes	Vicente et al. 2006
	Contacto con otras especies hospedadoras	Barasona et al. en prep.
	Escasez de puntos de agua	Barasona et al. 2014b
	Agregación de jabalíes en puntos de agua y comederos	Vicente et al. 2007
	Densidad poblacional	Vicente et al. 2007
	Vallados cinagéticos	Castillo et al. 2011; Vicente et al. 2013
	Pertenencia a un grupo social infectado	Gortázar et al. 2011

Tabla 2.- Principales riesgos individuales y ambientales/poblacionales que modulan la presencia/ausencia o la generalización de la TB en el ciervo, según la literatura científica.

1.7.3.- Riesgos para el tejón

Los riesgos para el tejón se encuentran ampliamente descritos en Europa, particularmente en las Islas Británicas. Un aspecto clave es su abundancia y el tamaño medio de los grupos sociales, así como su agregación espacial (Woodroffe et al 2009). En cambio, no existe información específica para la Península Ibérica, donde el tejón aparece en densidades muy inferiores a las de las citadas islas.

1.7.4.- Aspectos insuficientemente conocidos

Las prevalencias más altas de TB en ciervo y jabalí ocurren en dos situaciones muy dispares, los espacios naturales protegidos (por ejemplo algunos parques nacionales) y las fincas valladas de caza mayor. A pesar del contraste entre los objetivos de gestión faunística, ambas situaciones tienen en común (1) la existencia de altas densidades, (2) la aparición de situaciones de agregación espacial en torno a puntos de agua y comederos o lugares naturalmente ricos en recursos, y (3) la presencia de un clima mediterráneo con veranos cálidos y secos, que favorece una mayor agregación y contacto intra- e inter-específico, al tiempo que puede afectar a la condición física y por tanto a la susceptibilidad de los animales a la infección o a la generalización de las lesiones. Sería muy deseable profundizar de forma experimental en esta tríada de causas, a fin de discernir la (o las) más importantes de cara a implementar medidas correctoras.

Otro aspecto que requiere investigación son los riesgos específicos para el tejón en la Península Ibérica, no sólo en su vertiente atlántica, así como los riesgos para el jabalí fuera de las provincias de alto riesgo del cuadrante suroccidental.

1.8.- La fauna silvestre como factor de riesgo para la TB bovina

Un análisis cuantitativo para el conjunto de países europeos concluyó que el mayor riesgo de TB para el ganado bovino lo constituye el propio ganado bovino, seguido por el jabalí entre los reservorios silvestres (Hardstaff et al. 2014). En el análisis de los factores de riesgo para la TB en explotaciones bovinas existe un balance entre la escala y la calidad y detalle de la información: los estudios a escala nacional ofrecen una visión más global pero carecen del detalle de los estudios a escala provincial o comarcal. Por otra parte, los riesgos difieren entre las regiones de baja y alta prevalencia de TB bovina.

Un estudio de referencia sobre los riesgos epidemiológicos de TB en el ganado bovino español es el desarrollado por Guta y colaboradores (2014b) a partir de resultados de encuestas epidemiológicas de la base de datos española BRUTUB, refinando los análisis mediante la consulta a expertos. Este estudio de ámbito nacional identifica al ganado bovino como principal origen de la aparición de rebaños bovinos positivos (73% de los casos identificados), mientras que la fauna silvestre estaría implicada en un 22% de los casos con causa identificada (Figura 11). En este trabajo no se consideraron otros riesgos como la presencia de MTC en el ambiente o en otros hospedadores domésticos.

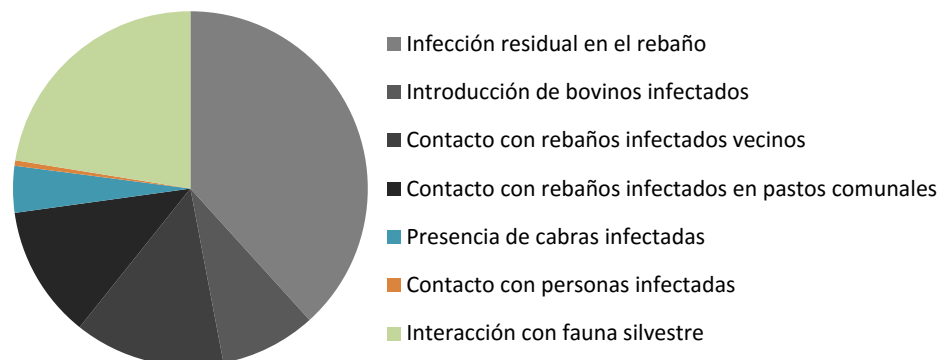


Figura 11.- Proporción de rebaños bovinos españoles con TB en función del origen que se presume en base a las encuestas BRUTUB y la opinión de expertos. Fuente: Elaborado a partir de Guta et al. (2014b).

1.8.1.- Riesgos en zonas de baja prevalencia

En la España atlántica, un estudio basado en encuestas sugirió que compartir pastos y cualquier otro tipo de contacto entre rebaños bovinos supone un factor de riesgo para la TB bovina. En cuanto a la fauna silvestre, se encontró asociación entre la presencia de hospedadores silvestres y la TB bovina en Asturias y Cantabria (Cowie et al. 2014).

1.8.2.- Riesgos en zonas de alta prevalencia

Las provincias de mayor riesgo en relación con la fauna silvestre son las listadas en el apartado 1.2.4 de este documento. Sin embargo, dentro de cada provincia la situación puede variar de alto a bajo riesgo en función de las características del paisaje y de las formas de aprovechamiento ganadero.

Un estudio centrado en explotaciones bovinas extensivas de Castilla – La Mancha y Andalucía también empleó las encuestas como fuente de información. Según sus autores, aquellas explotaciones con grandes superficies de pastos y con explotaciones vecinas infectadas mostraron mayores dificultades para la erradicación de la TB. Entre los mecanismos de transmisión plausibles que intervienen en esta persistencia local, los autores citan la infección residual en el rebaño, el contacto con rebaños vecinos, los movimientos locales de bovinos y el contacto con fauna silvestre (Guta et al. 2014a).

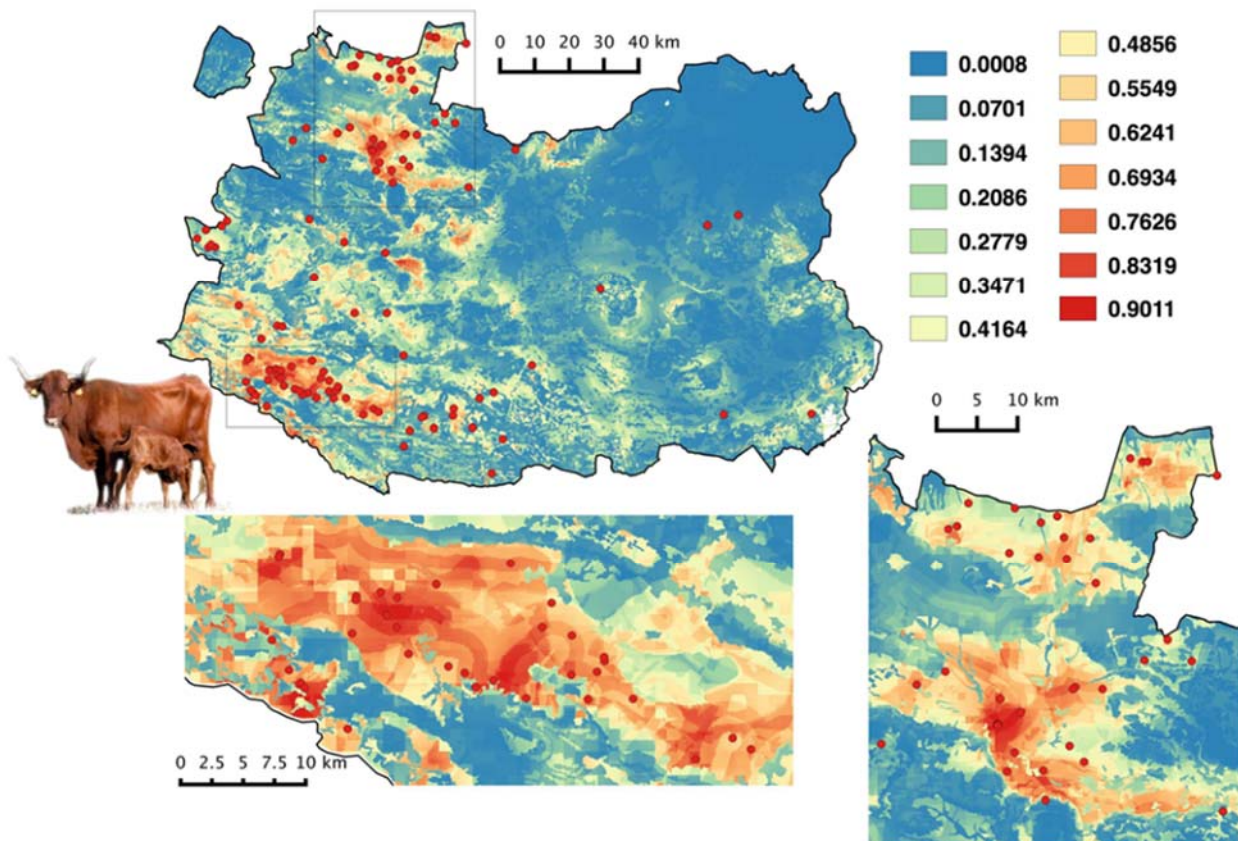


Figura 12.- Mapa predictivo del riesgo de persistencia de TB en explotaciones bovinas extensivas de la provincia de Ciudad Real. La escala creciente representa mayor probabilidad de persistencia. Los puntos rojos señalan explotaciones bovinas con TB persistente. Los recuadros corresponden a comarcas especialmente persistentes en el noroeste y suroeste de la provincia, ambas caracterizadas por una elevada presencia de hospedadores silvestres.

Fuente: Modificado de LaHue et al. (2016).

Un estudio reciente (LaHue et al. 2016; Figura 12) analiza los riesgos de TB en explotaciones bovinas de la provincia de Ciudad Real en base a datos objetivos. En concreto, combinando resultados de las campañas de saneamiento con datos sobre abundancia y gestión de caza y

datos sobre prevalencia de TB en ciervo y jabalí. Uno de los factores de riesgo más importantes identificados en este estudio es la proximidad de la explotación ganadera a fincas valladas de caza mayor. Otros factores de riesgo incluyen hábitat favorable a la caza mayor, temperaturas elevadas y precipitaciones escasas, así como prevalencias elevadas de TB en jabalíes.

La siguiente Tabla resume los principales factores de riesgo para explotaciones bovinas extensivas identificados en ambientes mediterráneos de la Península Ibérica.

Tipo de riesgo	Factor de riesgo	Referencias
Explotación y manejo	Tamaño (nº cabezas)	Rodríguez-Prieto et al. (2012); Martínez-Lopez et al. (2014)
	Superficie de la explotación	Guta et al. (2014a)
	Historial previo de TB	Rodríguez-Prieto et al. (2012); Martínez-Lopez et al. (2014)
	Explotaciones vecinas infectadas	Guta et al. (2014a)
	Tipo: lidia>carne>leche	Rodríguez-Prieto et al. (2012); Martínez-Lopez et al. (2014)
	Alimento de volumen en suelo	Cowie et al. (2014)
	Contacto con cerdo, cabra, ...	Cowie et al. (2014); cerdo negativo en Guta et al. (2014a)
Paisaje y clima	Zonas forestales y sus combinaciones con pastizal y cultivos (dehesa)	LaHue et al. (2016)
	Zonas cálidas y secas	LaHue et al. (2016)
	Zonas con menos ríos y arroyos	Cowie et al. (2013)
Fauna - reservorios	Proximidad vallados cinegéticos	Martínez-Lopez et al. (2014); LaHue et al. (2016)
	Prevalencia TB jabalí	Hermoso de Mendoza et al. (2006); Rodríguez-Prieto et al. (2012); LaHue et al. (2016)
	Presencia reservorios silvestres	Cowie et al. (2013)
	Abundancia de cérvidos	García-Saenz et al. (2014) – negativo en LaHue et al. (2016)
	Prevalencia TB ciervo	Rodríguez-Prieto et al. (2012)
	Interacciones inter-específicas en puntos de agua y afines, sobre todo en verano-otoño	Barasona et al. (2013); Kukielka et al. (2013); Barasona et al. (2014)
	Abundancia de jabalí	Boadella et al. (2012b)

Tabla 3.- Principales riesgos asociados al tipo de explotación y manejo, al paisaje y clima o a la fauna que modulan la presencia, incidencia o persistencia de la TB en rebaños bovinos del centro-sur de España, según la literatura científica.

1.8.3.- Aspectos insuficientemente conocidos

Los estudios disponibles parten de dos fuentes principales, las encuestas epidemiológicas tipo BRUTUB y los datos sobre ganadería (tamaño y ubicación de explotaciones, saneamientos, movimientos) y sobre diversos factores ambientales (clima, paisaje y usos del suelo, abundancia de fauna y prevalencia de TB en fauna). Es más, ese conjunto de datos sólo se encuentra disponible con cierta calidad en unas pocas provincias. Por consiguiente, sería deseable contar

con mejor información para el conjunto del país, pero especialmente para todas las provincias de alta prevalencia de TB en ganado y en fauna. Entre los datos anteriormente listados, es probablemente la abundancia de fauna la que supone una mayor barrera ya que es una información poco disponible y necesitada de homogenización.

1.9.- Herramientas de diagnóstico

Las herramientas para el diagnóstico de TB en el ganado bovino son bien conocidas, e incluyen principalmente las pruebas basadas en inmunidad celular para el diagnóstico in vivo, así como el cultivo y la PCR para el diagnóstico post mortem.

En las especies ganaderas no bovinas, así como en los hospedadores silvestres de mayor relevancia, como jabalí, ciervo, gamo y tejón, existen igualmente herramientas diagnósticas, si bien algunas de ellas son experimentales. Las principales se resumen en la Tabla 4 junto a sus referencias bibliográficas.

Especie	Pruebas in vivo	Pruebas post mortem	Referencias
Porcino y jabalí	ELISA (en su forma más actual, E100% y S94%). La IDTB puede emplearse, pero no ofrece ventajas frente al ELISA	Patología (particularmente LN mandibulares) + cultivo + PCR y tipado. El ELISA es una alternativa interesante en estudios a gran escala.	Jaroso et al. 2010a; Santos et al. 2010; Beltrán-Beck et al. 2014b
Ciervo y gamo	IDTB (ciervo) en combinación con ELISA (gamo) es la combinación de elección en condiciones de granja. Gamo S96% E90%.	Patología (particularmente LN retrofaríngeos mediales, bronquial izquierdo y cadena mesentérica) + cultivo + PCR y tipado	Fernández-de-Mera et al. 2009; Jaroso et al. 2010b
Ovino y caprino	IDTB y prueba del gamma interferón; ELISA a escala de rebaño.	Patología (particularmente LN bronquiales y mediastínicos y pulmón) + cultivo + PCR y tipado	Bezoz et al. 2012; Muñoz-Mendoza et al. 2015
Tejón	Serología, prueba del gamma interferón adaptada y ELISPOT	Patología (particularmente lóbulo accesorio del pulmón y LN bronquiales y mediastínicos) + cultivo + PCR y tipado	Balseiro et al. 2011

Tabla 4.- Principales herramientas diagnósticas in vivo y post mortem aplicables a algunos hospedadores no bovinos de CMT.

En las especies no bovinas, las nuevas técnicas experimentales ELISA resultan muy prometedoras.

Además, se vienen desarrollando técnicas que permiten detectar la presencia de micobacterias del CMT en muestras ambientales y sobre animales vivos, por ejemplo para determinar la

contaminación de puntos de agua (Santos et al. 2015b) o para cuantificar la excreción de micobacterias del CMT por hospedadores infectados (Santos et al. 2015a; Barasona et al. 2016).

Ambas novedades, las pruebas serológicas de nueva generación y el desarrollo de técnicas moleculares de secuenciación o RT-PCR, no invasivas ante mortem, como complemento del diagnóstico inmunológico y el post mortem están llamadas a revolucionar la vigilancia sanitaria de MTC.

1.10.- Posibilidades de intervención

Las decisiones relativas a intervención dependen de la región geográfica y su situación epidemiológica. En España, las regiones insulares, la costa norte y las provincias de clima mediterráneo que detectan poca TB en fauna silvestre no requieren intervención más allá de la vigilancia poblacional y sanitaria salvo en situaciones puntuales como la ya citada de los Puertos de Tortosa y Beceite (Mentaberre et al. 2014). En cambio, en las provincias de mayor riesgo parece oportuno establecer medidas de lucha específicas para la fauna silvestre que complementen al Programa Nacional de Erradicación de TB. Esta zonificación del país por provincias (Figura 1), aun siendo muy simplista, constituye un importante primer paso para el control de la TB en fauna silvestre. A menor escala, es igualmente interesante definir y mapear las comarcas de mayor riesgo dentro de cada provincia. Este listado permitirá personalizar las medidas de gestión en las comarcas más afectadas.

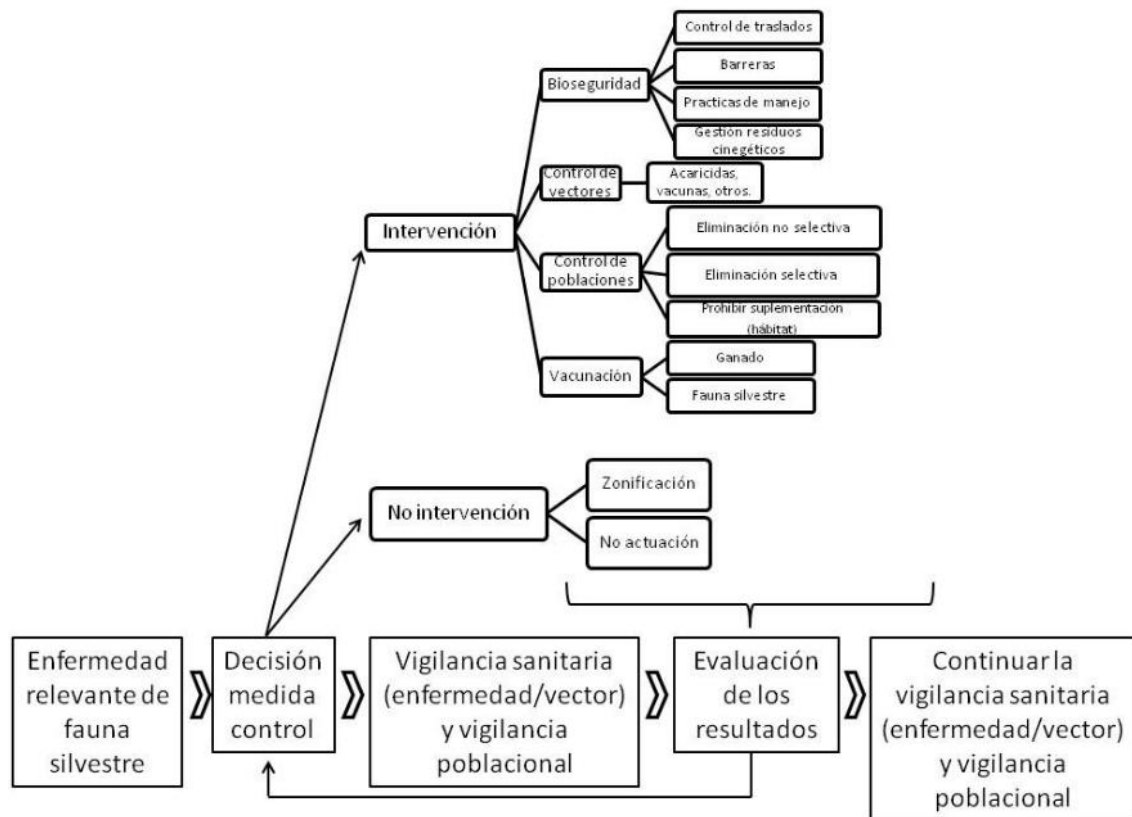


Figura 13.- Diagrama de flujo sobre la toma de decisiones y las opciones de intervención en sanidad de fauna silvestre. Modificado de Gortázar et al. (2015b).

Otro paso importante consiste en la actualización y mejora del Programa de Vigilancia Sanitaria de Fauna Silvestre (Capítulo 2 del PATUBES). Este paso es clave dado que sólo una adecuada monitorización de las especies clave (en España sobre todo el jabalí), permitirá disponer de los datos de abundancia y prevalencia necesarios para la toma de decisiones de gestión así como para valorar el efecto de eventuales intervenciones.

Partiendo del conocimiento resumido en las páginas anteriores, las posibilidades de intervención incluyen esencialmente tres campos: (1) la bioseguridad y medidas preventivas; (2) el control poblacional y (3) la inmunización de reservorios una vez se encuentre disponible. Los mejores resultados pueden esperarse de la aplicación de estrategias integradas, combinando las diferentes herramientas disponibles para lograr efectos sinérgicos (Gortázar et al. 2015b; Figura 13). Dado que la aplicación práctica de estas medidas formará parte del capítulo 3 del PATUBES, en las siguientes secciones se definen brevemente las tres opciones, aportando ejemplos y bibliografía.

1.10.1.- Bioseguridad y medidas preventivas

Dentro de este apartado deben considerarse al menos cuatro aspectos:

- a) Medidas preventivas en relación con granjas cinegéticas y traslados de fauna silvestre
- b) Mejoras de la bioseguridad en explotaciones ganaderas
- c) Buenas prácticas cinegéticas
- d) Gestión de los residuos de caza

a) Medidas preventivas en relación con granjas cinegéticas y traslados de fauna silvestre.

La mejor medida de gestión, aplicable sobre todo en buena parte del norte y este peninsular, es la prevención, cuya finalidad es evitar introducir la tuberculosis en áreas todavía no infectadas. Para ello, resultan clave dos acciones complementarias: (1) el control riguroso de las granjas cinegéticas, cuyas especiales condiciones de hacinamiento y cuyos frecuentes intercambios con otras poblaciones hacen que el riesgo sea mucho mayor; y (2) el control de los traslados de animales susceptibles, tanto desde las granjas hacia el campo, como entre distintas poblaciones naturales. España cuenta para ello con una herramienta pionera en Europa, el Real Decreto 1082/2009, de 3 de julio, por el que se establecen los requisitos de sanidad animal para el movimiento de animales de explotaciones cinegéticas, de acuicultura continental y de núcleos zoológicos, así como de animales de fauna silvestre.

Para facilitar en lo posible ese control, en los últimos años se han optimizado en España metodologías que permiten el diagnóstico de tuberculosis en jabalíes, tejones, gamos, y ciervos. Existen además métodos desarrollados para otras especies, o bien pueden adaptarse tales métodos partiendo de aquéllos disponibles para especies emparentadas.

b) Mejoras de la bioseguridad en explotaciones ganaderas.

Se trata de asesorar al ganadero para la mitigación de riesgos frente a la tuberculosis. Ello se logra mediante algo parecido a una auditoría o análisis de riesgos a pie de explotación, basado en la combinación de encuestas, revisión de históricos sanitarios y de caza, así como trabajo de campo para la cuantificación de la presencia de potenciales reservorios domésticos y silvestres,

la eventual toma de muestras ambientales, así como para la identificación de puntos de riesgo concretos (Martínez-Guijosa et al. en preparación).

A partir de los resultados de ese análisis de riesgos se procede al diseño e implementación de un programa de acciones específicas de mitigación de riesgos para cada explotación ganadera. En el diseño de estos planes existen diferentes posibilidades en cuanto a cambios en el manejo para resolver problemas de bioseguridad. Por ejemplo, planificar el uso de los pastos en el espacio y el tiempo; la forma de almacenar el alimento o de alimentar al ganado; o incluso cambiar las especies explotadas por otras menos susceptibles. Una de las medidas más populares es el uso de barreras que limitan el contacto de la fauna silvestre con el ganado (Barasona et al. 2013), así como otro tipo de barreras físicas o disuasorias. En ocasiones, la implementación de algunas medidas, como los vallados impermeables, choca con la normativa vigente, especialmente en espacios naturales.

Un programa de bioseguridad específico de explotación ha de ser:

- Efectivo: debe minimizar contactos directos/indirectos.
- Práctico: ha de ser realizable por el ganadero.
- Realista: no se pueden eliminar riesgos al 100 %, el objetivo es atenuarlos todo lo posible.

Los programas de bioseguridad frente a la fauna silvestre han de integrarse con las medidas que contempla el Programa Nacional de Erradicación de la Tuberculosis Bovina, complementándolo. Esta aproximación tiene la ventaja de implicar activamente al ganadero en actuaciones relacionadas con la sanidad animal.

c) Buenas prácticas cinegéticas

La gestión de la mayor parte de los terrenos más conflictivos en relación con la tuberculosis animal, es privada. Por consiguiente, el éxito de cualquier medida de gestión dependerá de su aceptación y adopción por una buena proporción de los propietarios y gestores de estos espacios. Esencialmente, se trata de aplicar los conocimientos en cuanto a riesgos de transmisión intra- e interespecífica en especies cinegéticas, enumerados en las Tablas 1 y 2. Este campo se encuentra en pleno desarrollo y será tratado en mayor detalle en el capítulo tercero del PATUBES.

d) Gestión de los residuos de caza

Otro elemento importante en bioseguridad y control de las enfermedades en fauna silvestre es la correcta gestión de residuos (principalmente vísceras torácicas y abdominales) de los animales cazados para limitar la diseminación de las enfermedades, principalmente por mamíferos. Un ejemplo es el test obligado de PPC previo al movimiento de las canales de jabalí en Alemania. Cada jabalí cazado en áreas donde la infección está presente ha de permanecer (refrigerado) en la finca de origen hasta que las muestras hayan sido analizadas para PPC en el laboratorio correspondiente. En Nueva Zelanda, existe una preocupación similar en cuanto a la posible contribución de los animales cazados o sus partes (p.ej. trofeos) a diseminar agentes infecciosos, particularmente respecto a las cabezas de cerdos infectados por *M. bovis*.

Existen distintas posibilidades de gestión de los subproductos de caza, que van desde la retirada y eliminación por empresas especializadas o enterramiento si se considera que dichos subproductos presentan riesgo (Categoría 1) hasta su depósito para consumo por aves necrófagas en las Zonas de Protección establecidas para estas especies (ver RD.1632/2011), o su gestión alternativa en muladares o retirada y transformación en plantas para producir biogás o compostaje u otros métodos de gestión alternativos como pueden ser las vallas temporales fuera de dichas zonas de protección, en el caso de que dichos subproductos no presenten riesgo (Categorías 2 y 3).

La elección de uno u otro método de gestión deberá basarse en un análisis de riesgo para valorar la categorización de los residuos en función de su riesgo y en caso necesario serán de aplicación los Reglamentos (en adelante Reglamentos SANDACH) (CE) 1069/2009 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano y Reglamento (UE) 142/2011 por el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) n o 1069/2009.

1.10.2.- Control poblacional

El control poblacional, desde el punto de vista de la intervención en sanidad animal, puede consistir en tres actuaciones diferentes:

- a) Reducción del aporte de alimento
- b) Control poblacional
- c) Eliminación selectiva

a) Reducción del aporte de alimento

La densidad de fauna silvestre depende sobre todo de la disponibilidad de recursos, principalmente alimento. En consecuencia, las situaciones de sobreabundancia y sus implicaciones sanitarias pueden ser corregidas mediante acciones de manejo simples como prohibir la alimentación suplementaria. En el caso del ciervo, se ha demostrado que la alimentación suplementaria posee un gran efecto en el éxito reproductivo de las hembras y, por ello en la productividad de la población (Rodríguez-Hidalgo et al. 2010). Sin embargo, la prohibición de alimentación suplementaria no tiene efectos sobre poblaciones sobreabundantes no suplementadas como las pertenecientes a áreas protegidas o peri-urbanas, donde la sobreabundancia y alta prevalencia de infección se deben probablemente a la insuficiente extracción de individuos (Gortazar et al. 2008). Este tipo de prohibiciones también generan conflictos entre cazadores y propietarios del terreno si el cebado y alimentación suplementaria son percibidas como una práctica tradicional y valiosa para incrementar el rendimiento de la actividad cinegética (Gortazar et al. 2010; Carstensen et al. 2011).

b) Control poblacional directo

La eliminación total de una especie reservorio no es práctica, económicamente viable ni aceptable desde el punto de vista ético ni ecológico excepto cuando se trata de una especie invasora (Rupprecht et al. 2001). Es más, la caza tiene limitaciones en su capacidad para controlar las poblaciones silvestres, por ejemplo en áreas protegidas o hábitats peri-urbanos, y

los efectos de la eliminación son solo temporales si el control de poblaciones no es mantenido en el tiempo. Además, se sabe que la eliminación o reducción sustancial del número de especies abundantes puede tener un efecto indirecto sobre otras especies. Por ejemplo, el número de zorros se vio incrementado después de la eliminación de tejones realizada en el marco de estrategias para el control de la tuberculosis en Reino Unido (Trewby et al. 2008). Por todas las razones mencionadas, algunos autores afirman que la eliminación de reservorios para mitigar o controlar la transmisión de patógenos ha demostrado ser decepcionantemente ineficiente (Artois et al. 2011).

Sin embargo, en poblaciones sobreabundantes de especies invasoras y cinegéticas, y en casos donde la prohibición de alimentación suplementaria y manejo sostenible del hábitat no pueden aplicarse, los métodos de control poblacional deben ser valorados antes de aplicar otras técnicas más costosas. La siguiente tabla resume algunos resultados obtenidos mediante el control numérico de reservorios silvestres de CMT.

Especies silvestres diana (Zona)	% de reducción de la población y % reducción de la infección en el hospedador silvestre	Eficacia según reducción del contacto o la infección en otros hospedadores	Referencias
Búfalo de agua (Australia)	99%; 100%	100%	Radunz (2006)
Ciervo de cola blanca (Michigan, EEUU)	n.d.; 63% pero aún existen hospedadores que la mantienen	Continúan los casos en rebaños bovinos	Carstensen et al. (2011)
Ciervo de cola blanca (Minnesota; EEUU)	50%; 100%	Minnesota recuperó la calificación libre de TB en 2010	Carstensen et al. (2011); Carstensen y DonCarlos (2012)
Ciervo y jabalí (Brotonne, Francia)	Aproximadamente el 100% en ciervo, significativa en jabalí; 86% ciervo, 82% jabalí	Sin nuevos casos en bovino desde 2006, pero sí en fauna	Hars et al. (2010)
Jabalí (caza o control intensivo, sur de España)	50%; 21-48%	Reducción de prevalencia de infección en ciervo; reducción de incidencia en saneamiento bovino	Boadella et al. (2012)
Jabalí (Madrid, España; incrementan caza)	n.d. pero significativo; 0%	Prevalencia TB en gamos pasa de 40% a 17% (reducción del 57%)	García-Jiménez et al. (2013)
Jabalí (Puertos de Tortosa y Beceite, España; incrementan caza y eliminan rebaño bovino infectado)	n.d. pero significativo; 43% de reducción (de 49% antes a 28% después), pero infección se mantiene en la zona	No hay medida de la eficacia ya que se vacía el único rebaño de la zona. No aparecen nuevos casos en bovino tras el vacío	Mentaberre et al. 2014
Tejón (eliminación proactiva extensa, cuatro áreas, Irlanda)	n.d.; 25%	Reducción en un 52-82% de las restricciones confirmadas en bovinos	Griffin et al. (2005)

Tejón (eliminación proactiva extensa, nacional, Irlanda)	n.d. pero significativa a escala nacional; 58% reducción (de 26% a 11%)	n.d., pero en el mismo periodo (entre 2007 y 2013), la prevalencia individual de TB y la incidencia en rebaños bovinos disminuyó	Byrne et al. 2015
Tejón (eliminación proactiva local, RBCT, Reino Unido)	69-73%; n.d.	Variable. Mayores efectos en incidencia de bovino durante el periodo post eliminación	Jenkins et al. (2008), Woodroffe et al. (2008)
Tejón (eliminación reactiva, Co. Laois, Irlanda)	n.d.; n.d.	Más tiempo hasta los siguientes episodios de TB en los rebaños bovinos	Olea-Popelka et al. (2009)
Tejón (gaseado de madrigueras, Avon, Reino Unido)	n.d.; n.d.	Reducción sustancial del riesgo de infección para bovino y no aparición de nuevos casos en 10 años	Clifton-Hadley et al. (1993), Corner et al. (2011)
Zarigüeya (tóxicos, trampeo y disparo; Nueva Zelanda)	Localmente cerca del 100%; n.d. (especie invasiva)	Disminución del 92% en el número de rebaños bovinos infectados	O'Brien et al. (2011)

Tabla 5.- Resultados de la aplicación de control poblacional y eliminación selectiva para el control de tuberculosis (n.d. no disponible; n.s. no significativo).

Harrison et al. (2010) propusieron que la eliminación con fines de control solo debería ser considerada si: (i) el ciclo de transmisión del patógeno es totalmente conocido y todas las interacciones hospedador-vector se han tenido en cuenta; (ii) la respuesta de las poblaciones silvestres a la eliminación de individuos es conocida; y (iii) el análisis coste-beneficio demuestra que las ganancias por la reducción de la prevalencia compensan los costes de la eliminación. En la práctica, la eliminación aleatoria raramente es considerada como herramienta única, sino como una más de las opciones de una estrategia integrada para el control de enfermedades, probablemente basada principalmente en vacunación.

c) Eliminación selectiva

Una alternativa más amable que la eliminación no selectiva es la eliminación selectiva. Ésta consiste en la eliminación de los sujetos infectados de modo similar a la llevada a cabo en los programas de testado y eliminación aplicados en animales domésticos. Este procedimiento puede ser muy costoso y su viabilidad depende del acceso a los animales, de la disponibilidad de test diagnósticos específicos y sensibles, de la prevalencia inicial y de la distribución espacial de la población diana (Tabla 6).

En la práctica, sólo situaciones muy cercanas a las de una granja, y no todas, permiten la aplicación eficaz de la eliminación selectiva. En cualquier caso las estrategias de eliminación (selectivas o no) tienden a ser más exitosas en poblaciones aisladas que a gran escala geográfica, y el resultado suele ser una cierta reducción de la prevalencia de la enfermedad en hospedadores silvestres y domésticos sobre los que se actúa, más que la erradicación total del agente infeccioso (Pybus y Shury 2012).

Se requieren más estudios a nivel observacional y experimental sobre la eliminación de individuos (selectiva o no), así como sobre métodos alternativos para limitar la abundancia de fauna silvestre como la inmunización o prohibición de alimentación suplementaria.

Especies silvestres diana (Zona)	% de reducción de la población y % reducción de la infección en el hospedador silvestre	Comentarios	Referencias
Bisonte americano (Elk Island National Park - vallado-, Canadá)	n.d.; 100%	Eficaz en una población pequeña, aislada y relativamente manejable	Wobeser (2009)
Búfalo cafre (Kwazulu/Natal, Sudáfrica)	n.d.; 50%	Insuficiente como única medida	Michel et al. (2006)
Ciervo de cola blanca (terreno vallado, Michigan, EEUU)	Insignificante; 0%	Ineficaz por prevalencia bajísima y test poco sensible. Coste alto en tiempo y dinero	Cosgrove et al. (2012)
Granjas de ciervo (España)	n.d. pero moderado (pocos individuos pero alto valor); 100%	Eficaz, pero sólo en condiciones de granja	IREC, datos no publicados
Jabalí (Sierra Norte de Sevilla, España)	n.d. pero significativa dada la altísima prevalencia; 0-39%	Ineficaz por la elevada presión de infección	Che Amat et al. en preparación

Tabla 6.- Resultados de la aplicación de eliminación selectiva para el control de tuberculosis (n.d. no disponible; n.s. no significativo).

1.10.3.- Inmunización de reservorios (en fase experimental)

La inmunización oral es una herramienta de manejo de enfermedades en fauna silvestre con eficacia comprobada a gran escala. Esto ha sido demostrado en el caso del control de rabia en zorros en Europa Occidental (Müller et al. 2005). Por consiguiente, la inmunización de fauna silvestre para reducir la prevalencia de infección constituye una valiosa herramienta complementaria o alternativa al control poblacional para el control de infecciones compartidas. La mejor opción para llegar a poblaciones silvestres en un área geográfica extensa es administrar el producto usando cebos orales. Es un método no destructivo y sostenible de control de enfermedades en fauna silvestre, y es mejor aceptado por el público (Artois et al. 2011).

Existe abundante bibliografía sobre ensayos de laboratorio en los que se ha comprobado la

La vacunación frente a CMT busca reducir las lesiones, rebajando así las probabilidades de transmisión.

eficacia de vacunas de tuberculosis, principalmente de la vacuna viva atenuada BCG, en distintos hospedadores silvestres incluyendo tejón, cérvidos y jabalí (revisado en Beltrán-Beck et al. 2012 y Gortázar et al. 2015a). La vacunación frente a CMT parte de una filosofía distinta a la vacunación frente a otros agentes infecciosos, ya que se busca reducir el cuadro lesional más que evitar la infección. La idea es que, en poblaciones vacunadas, la proporción de excretores

de micobacterias descendería lo suficiente para tener un impacto en el mantenimiento de la infección. En el caso concreto del jabalí, en condiciones de laboratorio y con dosis de reto muy altas (en torno a un millón de u.f.c.) la vacunación reduce las lesiones y el número de tejidos positivos a cultivo entre un 60 y un 80% (Beltrán-Beck et al. 2014a, Gortázar et al. 2014).

Sin embargo, existen todavía muy pocos datos sobre la eficacia de la vacunación frente a CMT en condiciones de campo. Un experimento desarrollado en Nueva Zelanda, con zarigüeyas, comprobó que la vacunación oral con BCG reducía el riesgo de infección por *M. bovis* entre 95-96% (Tompkins et al. 2009). Otro trabajo de campo, en este caso sobre vacunación con BCG parenteral en tejones en Inglaterra, halló una disminución de un 61-72% en la incidencia de nuevos positivos (Chambers et al. 2010). Hay además un experimento en marcha, administrando BCG oral a tejones, en Irlanda, que aún no cuenta con resultados publicados.

Los tres experimentos de campo citados tienen en común el uso de la vacuna BCG. Un inconveniente de BCG es que, al tratarse de una micobacteria viva, requiere mantener la cadena de frío en su distribución, lo que complica la logística y encarece el proceso. Peor aún, si un bovino ingiriese accidentalmente un cebo vacunal con *M. bovis* BCG, podría generar una respuesta celular que daría lugar a test positivos en el programa de erradicación. En consecuencia, en España se viene trabajando en una bacterina inactivada destinada al principal reservorio silvestre, el jabalí. Esta bacterina inactivada tiene una eficacia igual o superior a la de la BCG (Garrido et al. 2011, Beltrán-Beck et al. 2014a), y no presenta inconvenientes relativos a su conservación y seguridad (Beltrán-Beck et al. 2014c).



Figura 14.- Comederos selectivos y cebos empleados para la administración selectiva de productos a rayones de jabalí (Fuente: Beltrán-Beck et al. 2012). Este método logra que el 82% de los rayones consuma al menos un cebo. Las jaulas evitan en buena medida que los cebos

sean consumidos por jabalíes adultos (generalmente infectados) o por especies no diana
(Fuente: Beltrán-Beck et al. 2014c).

Al igual que en el caso del experimento irlandés, el experimento de campo español sobre jabalíes aún no cuenta con resultados científicos publicados. Los resultados preliminares indican una reducción significativa de TB en el jabalí a escala poblacional en las zonas tratadas con bacterina inactivada.

Paralelamente, en una finca de caza vallada se trataron por vía parenteral (con bacterina) 97 rayones de jabalí, dejando 182 rayones como controles. Sólo cuatro de los rayones tratados (4.1%) desarrollaron lesiones de TB, en comparación con 22 controles (12.1%). Esto supone un significativo 66% de reducción de prevalencia de lesiones en los tratados (Díez-Delgado et al. 2016).

1.11.- Resumen en 10 puntos

1.- En Iberia, la tuberculosis animal (TB) causada por el complejo *M. tuberculosis* (CMT) se mantiene en una matriz compuesta por hospedadores domésticos (vaca, cabra y, localmente y situaciones muy concretas, en cerdo, oveja e incluso camélidos suramericanos) y silvestres (jabalí, ciervo y gamo, tejón). A mayor complejidad de esta red de hospedadores, mayor estabilidad del sistema. En consecuencia, el control de la TB debe abarcar a todas las especies animales implicadas, domésticas y silvestres.

2.- La situación de TB en España varía por grandes zonas: regiones insulares prácticamente libres de TB, norte y este con prevalencia generalmente baja, suroeste con alta prevalencia coincidiendo con las áreas de mayor densidad de fauna silvestre y con sistemas de manejo multiespecie en el ganado (sistemas extensivos, pastos y movilidad). Por consiguiente, las medidas de control deben adaptarse a las circunstancias regionales.

3.- Las poblaciones de jabalí y de cérvidos, y posiblemente las de tejón, se encuentran en franca expansión geográfica y sobre todo demográfica. En España el número de jabalíes cazados ha aumentado un 700% en los últimos 30 años. La sobreabundancia genera importantes retos de gestión en relación con las infecciones compartidas y el tratamiento de los subproductos de caza, entre otros. En este contexto es importante contar con la complicidad de otros actores, como el sector cinegético y las administraciones responsables de medio ambiente.

4.- Las mayores prevalencias de TB en ciervo y jabalí ocurren en el cuadrante suroccidental peninsular, en dos situaciones muy dispares: los espacios naturales protegidos y las fincas valladas de caza mayor. Ambas situaciones tienen en común (1) la existencia de altas densidades, (2) la agregación espacial en torno a puntos de agua y comederos o lugares naturalmente ricos en recursos, y (3) un clima mediterráneo con veranos cálidos y secos, que favorece una mayor agregación y contacto intra- e inter-específico, al tiempo que puede afectar a la condición física y por tanto a la susceptibilidad de los animales a la infección o a la generalización de las lesiones. Sería deseable profundizar de forma experimental en esta tríada de causas, a fin de discernir la (o las) más importantes de cara a implementar medidas correctoras.

5.- En el norte peninsular, especialmente en la España atlántica, tanto el jabalí como el tejón han sido identificados como hospedadores de CMT. Aunque la situación epidemiológica resulta mucho menos compleja que en el suroeste, es importante desarrollar y aplicar metodologías específicas para la vigilancia sanitaria y para el control de las situaciones locales de riesgo.

6.- A pesar de la importancia de los reservorios silvestres de TB, apenas existen series temporales amplias sobre prevalencia de infección por CMT en fauna silvestre española. Por tanto, es prioritario generar y analizar tales series temporales, algo que resulta imprescindible para evaluar la situación actual y medir el efecto de cualquier futura intervención.

7.- La supervivencia de CMT en el medio ambiente, así como su probabilidad de detección sobre distintas matrices (agua, alimento, suelo...), son aspectos que merecen atención urgente por sus implicaciones para el control de la infección. En relación con la presencia ambiental de CMT, se ha comprobado que la transmisión entre especies depende principalmente de contactos indirectos, por ejemplo en puntos de agua o lugares ricos en alimento. Ello ofrece oportunidades para la mejora de la bioseguridad de las explotaciones ganaderas y para las buenas prácticas cinegéticas.

8.- Los principales factores de riesgo asociados a la incidencia o persistencia de la TB en rebaños bovinos extensivos españoles se asocian al tipo de explotación y manejo (nº cabezas, superficie, historial de TB, explotaciones vecinas infectadas, lidia, aporte de alimento en suelo, contacto con otras especies), al paisaje y clima (zonas cálidas y secas, dehesas, menos ríos y arroyos), así como a la fauna silvestre (proximidad a vallados cinegéticos, presencia de reservorios silvestres, prevalencia de TB en jabalí y en ciervo, abundancia de jabalí y cérvidos, interacciones inter-específicas).

9.- En las especies no bovinas, las nuevas técnicas ELISA resultan muy prometedoras. Además, se vienen desarrollando técnicas que permiten detectar la presencia de micobacterias del CMT en muestras ambientales y sobre animales vivos. Ambas novedades mejorarán la vigilancia sanitaria de MTC en especies no bovinas.

10.- Partiendo de la existencia de un buen programa de monitorización poblacional y sanitaria, las posibilidades de intervención para el control de TB en la confluencia ganado-fauna incluyen (1) bioseguridad, (2) control poblacional y (3) vacunación. Los mejores resultados pueden esperarse de la aplicación de estrategias integradas, personalizadas para cada situación epidemiológica.

1.12.- Referencias

Acevedo P, González-Quirós P, Prieto JM, Etherington TR, Gortázar C, Balseiro A (2014). Generalizing and transferring spatial models: A case study to predict Eurasian badger abundance in Atlantic Spain. *Ecological Modelling* 275: 1-8.

Acevedo P, Romero B, Vicente J, Caracappa S, Galluzzo P, Marineo S, Vicari D, Torina A, Casal C, de la Fuente J, Gortazar C (2013). Tuberculosis epidemiology in islands: insularity, hosts and trade. *PLoS ONE* 8: Article number e71074.

Acevedo P, Ruiz-Fons F, Vicente J, Reyes-García AR, Alzaga V, Gortázar C (2008). Estimating red deer abundance in a wide range of management situations in Mediterranean habitats. *Journal of Zoology* 276: 37-47.

Acevedo-Whitehouse K, Vicente J, Gortazar C, Höfle U, Fernández-de-Mera IG, Amos W (2005). Genetic resistance to bovine tuberculosis in the Iberian wild boar. *Molecular Ecology* 14(10):3209-3217.

Artois M, Blancou J, Dupeyroux O, Gilot-Fromont E (2011). Sustainable control of zoonotic pathogens in wildlife: How to be fair to wild animals? *OIE Revue Scientifique et Technique* 30 (3): 733-743

Balseiro A, González-Quirós P, Rodríguez T, Francisca Copano M, Merediz I, de Juan L, Chambers MA, Delahay RJ, Marreros N, Royo LJ, Bezos J, Prieto JM, Gortázar C (2013). Spatial relationships between Eurasian badgers (*Meles meles*) and cattle infected with *Mycobacterium bovis* in Northern Spain. *Veterinary Journal* 197 (3): 739-745.

Balseiro A, Gortazar C (eds.)(2015). *Tuberculosis animal: Investigación y control en España*. SERIDA, Gijón. Pp. 1-158; ISBN 978-84-608-2028-4

Balseiro A, Oleaga Á, Orusa R, Roberto S, Zoppi S, Dondo A, Gorla M, Gortázar C, García Marín JF, Domenis L (2009). Bovine tuberculosis in roe deer. *Veterinary Record* 164 (15): 468-470.

Balseiro, A., Rodríguez, O., González-Quirós, P., Merediz, I., Sevilla, I.A., Davé, D., Dalley, D., Lesellier, S., Chambers, M.A., Bezos, J., Muñoz, M., Delahay, R.J., Gortázar, C., Prieto, J.M. (2011). Infection of Eurasian badgers (*Meles meles*) with *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium avium* complex in Spain. *Veterinary Journal* 190: e21-e25.

Barasona JA, Latham MC, Acevedo P, Armenteros JA, Latham DM, Gortazar C, Carro F, Sorriquer RC, Vicente J (2014a). Spatiotemporal interactions between wild boar and cattle: implications for cross-species disease transmission. *Veterinary Research* 45:122.

Barasona JA, Mulero-Pazmany M, Acevedo P, Negro JJ, Torres MJ, Gortazar C, Vicente J (2014b). Unmanned Aircraft Systems for Studying Spatial Abundance of ungulates: Relevance to Spatial Epidemiology. *PLoS ONE* 9(12): e115608.

Barasona JA, Torres MJ, Aznar J, Gortázar C, Vicente J (2016). DNA detection reveals *Mycobacterium tuberculosis* complex shedding routes in its wildlife reservoir the Eurasian wild boar. *Transboundary and Emerging Diseases*. In press.

Beltrán-Beck B, Romero B, Boadella M, Casal C, Bezos J, Mazariegos M, Martín MP, Galindo RC, Pérez de la Lastra JM, Villar M, Garrido JM, Sevilla IA, Asensio F, Sicilia J, Lyashchenko KP, Domínguez L, Juste RA, De la Fuente J, Gortázar C (2014b). Tonsils of the Soft Palate Do Not Mediate the Response of Pigs to Oral Vaccination with Heat-Inactivated *Mycobacterium bovis*. *Clin. Vaccine Immunol.*, 21(8):1128. DOI:10.1128/CVI.00221-14.

Beltrán-Beck B, Romero B, Sevilla I, Barasona JA, Garrido JM, González-Barrio D, Díez-Delgado I, Minguijón E, Casal C, Vicente J, Gortázar C, Aranaz A (2014c). Assessment of an oral *Mycobacterium bovis* BCG vaccine and an inactivated *M. bovis* preparation for wild boar in terms

of adverse reactions, vaccine strain survival, and uptake by nontarget species. *Clinical and Vaccine Immunology* 21: 12-20.

Beltrán-Beck B., Ballesteros, C., Vicente, J., De La Fuente, J., Gortázar, C. (2012). Progress in oral vaccination against tuberculosis in its main wildlife reservoir in Iberia, the Eurasian wild boar. *Veterinary Medicine International* 2012, art. no. 978501.

Beltrán-Beck B., De La Fuente, J., Garrido, J.M., Aranaz A, Sevilla I, Villar M, Boadella M, Galindo RC, Pérez de la Lastra JM, Moreno-Cid JA, G. Fernández de Mera I, Alberdi P, Santos G, Ballesteros C, Lyashchenko KP, Minguijón E, Romero B, de Juan L, Domínguez L, Juste, R., Gortazar, C. (2014a). Oral vaccination with heat inactivated *Mycobacterium bovis* activates the complement system to protect against tuberculosis. *PLoS ONE* 9 (5), e98048

Bezós Garrido J, Álvarez Sánchez J, Grau Vila A, Nacar Cuesta JA, Martín Gómez O, Mínguez González O, Romero Martínez B, Casal Comendador C, Domínguez Rodríguez L (2015). Programa de Erradicación de la tuberculosis caprina en Castilla y León. I Work Shop Nacional de investigación en tuberculosis animal. Pag 101-105.

Bezós, J., Álvarez, J., Mínguez, O., Marqués, S., Martín, O., Vigo, V., Pieltain, C., Romero, B., Rodríguez, S., Casal, C., Mateos, A., Domínguez, L., De Juan, L. (2012). Evaluation of specificity of tuberculosis diagnostic assays in caprine flocks under different epidemiological situations. *Research in Veterinary Science* 93: 636-640.

Boadella M, Acevedo P, Vicente J, Mentaberre G, Balseiro A, Arnal M, Martínez D, García-Bocanegra I, Casal C, Álvarez J, Oleaga A, Lavín S, Muñoz M, Sáez-Llorente JL, de la Fuente J, Gortázar C (2011a). Spatio-Temporal Trends of Iberian Wild Boar Contact with *Mycobacterium tuberculosis* Complex Detected by ELISA. *EcoHealth*, 4: 478-484.

Boadella M, Barasona JA, Diaz-Sanchez S, Lyashchenko KP, Greenwald R, Esfandiari J, Gortazar C (2012a). Performance of immunochromatographic and ELISA tests for detecting fallow deer infected with *Mycobacterium bovis*. *Preventive Veterinary Medicine* 104: 160-164.

Boadella M, Lyashchenko K, Greenwald R, (...), de la Fuente J, Gortázar C (2011b). Serologic tests for detecting antibodies against *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis in Eurasian wild boar (*Sus scrofa scrofa*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 23: 77-83.

Boadella M, Vicente J, Ruiz-Fons F, de la Fuente J, Gortázar C (2012b). Effects of culling Eurasian wild boar on the prevalence of *Mycobacterium bovis* and Aujeszky's disease virus. *Preventive Veterinary Medicine* 107: 214-221.

Byrne AW, Kenny K, Fogarty U, O'Keeffe JJ, More SJ, McGrath G, Teeling M, Martin SW, Dohoo IR (2015). Spatial and temporal analyses of metrics of tuberculosis infection in badgers (*Meles meles*) from the Republic of Ireland: Trends in apparent prevalence. *Preventive Veterinary Medicine* 122: 345-354.

Carstensen M, DonCarlos MW (2011). Preventing the establishment of a wildlife disease reservoir: A case study of bovine tuberculosis in wild deer in Minnesota, USA. *Veterinary Medicine International* 2011: 413240.

Castillo L, Fernandez-Llario P, Mateos C, Carranza J, Benitez-Medina JM, Garcia-Jimenez W, Bermejo-Martin F, Hermoso de Mendoza J. (2011). Management practices and their association with *Mycobacterium tuberculosis* complex prevalence in red deer populations in Southwestern Spain. *Preventive Veterinary Medicine* 98: 58-63.

Che' Amat A, Gonzalez-Barrio D, Ortiz JA, Díez-Delgado I, Boadella M, Barasona JA, Bezos J, Romero B, Armenteros JA, Lyashchenko KP, Venteo A, Rueda P, Gortazar C (2015). Testing Eurasian wild boar piglets for serum antibodies against *Mycobacterium bovis*. *Preventive Veterinary Medicine* 121: 93-98.

Clifton-Hadley RS, Wilesmith JW, Stuart FA (1993). *Mycobacterium bovis* in the European badger (*Meles meles*): Epidemiological findings in tuberculous badgers from a naturally infected population. *Epidemiology and Infection* 111: 9-19.

Cosgrove MK, Campa H, Schmitt SM, Marks DR, Wilson AS, O'Brien DJ (2012). Live-trapping and bovine tuberculosis testing of free-ranging white-tailed deer for targeted removal. *Wildlife Research* 39 (2): 104-111.

Cowie CE, Beck BB, Gortazar C, Vicente J, Hutchings MR, Moran, Piran D, White CL (2014) Risk factors for the detected presence of *Mycobacterium bovis* in cattle in south central Spain. *European Journal of Wildlife Research* 60(1): 113-123

Cowie CE, Hutchings MR, Barasona JA, Gortázar C, Vicente J, White PCL (2016). Interactions between four species in a complex wildlife: livestock disease community: implications for *Mycobacterium bovis* maintenance and transmission. *European Journal of Wildlife Research* 62: 51-64.

Cowie CE, Marreos N, Gortázar C, Jaroso R, White PCL, Balseiro A (2014). Shared risk factors for multiple livestock diseases: A case study of bovine tuberculosis and brucellosis. *Research in Veterinary Science* 91: 491-497.

Cunha MV, Matos F, Canto A, Albuquerque T, Alberto JR, Aranha JM, Vieira-Pinto M, Botelho A (2012). Implications and challenges of tuberculosis in wildlife ungulates in Portugal: A molecular epidemiology perspective. *Research in Veterinary Science* 92: 225–235. doi: 10.1016/j.rvsc.2011.03.009

Díez-Delgado I, Rodríguez O, Boadella M, Garrido JM, Sevilla IA, Bezos J, Juste R, Domínguez L, Gortázar C (2016). Parenteral vaccination with heat-inactivated *Mycobacterium bovis* reduces the prevalence of tuberculosis-compatible lesions in farmed wild boar. *Transboundary and Emerging Diseases*, en prensa.

Di Marco V, Mazzone P, Capucchio MT, Boniotti MB, Aronica V, Russo M, Fiasconaro M, Cifani N, Corneli S, Corneli C, Biasibetti E, Biagetti M, Pacciarini ML, Cagoila M, Pasquali P, Marianelli

C (2012). Epidemiological Significance of the Domestic Black Pig (*Sus scrofa*) in Maintenance of Bovine Tuberculosis in Sicily. *J. Clin. Microbiol.*, 50(4):1209. DOI: 10.1128/JCM.06544-11.

Fernández-de-Mera IG, Jaroso R, Martín-Hernando MP, Queiros J, Carta T, Ortiz JA, Vicente J, Gortázar C (2011). The testing season affects red deer skinfold increase in response to phytohaemagglutinin. *Preventive Veterinary Medicine* 100: 79-83.

Fernández-de-Mera IG, Vicente J, Höfle U, Ruiz-Fons F, Ortiz JA, Gortázar C (2009). Factors affecting red deer skin test responsiveness to bovine and avian tuberculin and to phytohaemagglutinin. *Preventive Veterinary Medicine* 90: 119–126.

García-Bocanegra I, de Val PB, Arenas-Montes A, Paniagua J, Boadella M, Gortázar C, Arenas, A (2012). Seroprevalence and risk factors associated to mycobacterium bovis in wild artiodactyl species from southern Spain, 2006-2010. *PLoS ONE* 7, Article number e34908

García-Jiménez WL, Fernández-Llario P, Benítez-Medina JM, Cerrato R, Cuesta J, García-Sánchez A (2013). Reducing Eurasian wild boar (*Sus scrofa*) population density as a measure for bovine tuberculosis control: effects in wild boar and a sympatric fallow deer (*Dama dama*) population in Central Spain. *Prev Vet Med* 110: 435-446. doi:10.1016/j.prevetmed.2013.02.017

García-Saenz A, Saez M, Napp S, Casal J, Saez JL, Acevedo P, Guta S, Allepuz A (2014). Spatio-temporal variability of bovine tuberculosis eradication in Spain (2006-2011). *Spatial and spatio-temporal epidemiology* 10, 1-10.

Gortázar C, Che-Amat A, O' Brien D (2015a). Open Questions and Recent Advances in the Control of a Multi-Host Infectious Disease: Animal Tuberculosis. *Mammal Review* 45: 160-175.

Gortázar C, Delahay R, McDonald R, Boadella M, Wilson G, Gavier-Widen D, Acevedo P (2012). The status of tuberculosis in European wildlife. *Mammal Review* 42: 193-206.

Gortázar C, Díez-Delgado I, Barasona JA, Vicente J, De La Fuente J and Boadella M (2015b) The wild side of disease control at the wildlife-livestock-human interface: a review. *Front. Vet. Sci.* 1:27. doi: 10.3389/fvets.2014.00027

Gortázar C, Ferroglio E, Lutton CE, Acevedo P (2010). Disease-related conflicts in mammal conservation. *Wildlife Research* 37: 668–675.

Gortázar C, Torres MJ, Acevedo P, Aznar J, Negro JJ, de la Fuente J, Vicente J (2011) Fine-tuning the space, time, and host distribution of mycobacteria in wildlife. *BMC Microbiology* 11(1):27.

Gortázar C, Torres MJ, Vicente J, Acevedo P, Reglero M, de la Fuente J, Negro JJ, Aznar-Martin J (2008). Bovine Tuberculosis in Doñana Biosphere Reserve: The Role of Wild Ungulates as Disease Reservoirs in the Last Iberian Lynx Strongholds. *PLoS ONE* 3(7): e2776 doi:10.1371/journal.pone.0002776.

Gortázar, C., Beltrán-Beck, B., Garrido, J.M., Aranaz A, Sevilla I, Boadella M, Lyashchenko KP, Galindo RC, Montoro V, Domínguez L, Juste, R., de la Fuente, J. (2014). Oral re-vaccination of Eurasian wild boar with *Mycobacterium bovis* BCG yields a strong protective response against challenge with a field strain. *BMC Veterinary Research* 10: 96.

- Griffin JM, Williams DH, Kelly GE, Clegg TA, O'Boyle I, Collins JD, More SJ. (2005) The impact of badger removal on the control of tuberculosis in cattle herds in Ireland. *Preventive Veterinary Medicine* 67(4):237-266.
- Guta S, Casal J, Garcia-Saenz A, Saez JL, Pacios A, Garcia P, Napp S, Allepuz A (2014a). Risk factors for bovine tuberculosis persistence in beef herds of Southern and Central Spain. *Preventive Veterinary Medicine* 115: 173–180.
- Guta S, Casal J, Napp S, Saez JL, Garcia-Saenz A, Perez de Val B, Romero B, Alvarez J, Allepuz A (2014b). Epidemiological Investigation of Bovine Tuberculosis Herd Breakdowns in Spain 2009/2011. *PLoS ONE* 9(8): e104383. doi:10.1371/journal.pone.0104383
- Hardstaff JL, Marion G, Hutchings MR, White PCL (2014). Evaluating the tuberculosis hazard posed to cattle from wildlife across Europe. *Research in Veterinary Science* 97: 86-93.
- Hars J, Richomme C, Boschioli ML (2010). La tuberculose bovine dans la faune sauvage en France. *Bulletin épidémiologique* 38: 28-32.
- Hermoso de Mendoza J, Parra A, Tato A, Alonso JM, Rey JM, Peña J, García-Sánchez A, Larrasa J, Teixidó J, Manzano G, Cerrato R, Pereira G, Fernández-Llario P, Hermoso de Mendoza M. (2006). Bovine tuberculosis in wild boar (*Sus scrofa*), red deer (*Cervus elaphus*) and cattle (*Bos taurus*) in a Mediterranean ecosystem (1992-2004). *Preventive Veterinary Medicine*, 74(2-3), 239–247.
- Jaroso R, Vicente J, Fernandez-de-Mera IG, Aranaz A, Gortazar C (2010). Eurasian wild boar response to skin-testing with mycobacterial and non-mycobacterial antigens. *Preventive Veterinary Medicine* 96: 211–217.
- Jaroso R, Vicente J, Martín-Hernando MP, Aranaz A, Lyashchenko K, Greenwald R, Esfandiari J, Gortázar C (2010). Ante-mortem testing wild fallow deer for bovine tuberculosis. *Veterinary Microbiology* 146: 285–289.
- Jenkins HE, Cox DR, Delahay RJ (2012). Direction of Association between Bite Wounds and *Mycobacterium bovis* Infection in Badgers: Implications for Transmission. *PLoS ONE* 7: e45584.
- Jenkins HE, Woodroffe R, Donnelly CA (2008). The effects of annual widespread badger culls on cattle tuberculosis following the cessation of culling. *International Journal of Infectious Diseases* 12 (5): 457-465.
- Jerina K, Pokorný B, Stergar M (2014). First evidence of long-distance dispersal of adult female wild boar (*Sus scrofa*) with piglets. *European Journal of Wildlife Research* 60: 367-370.
- Kukielka E, Barasona JA, Cowie CE, Drewe JA, Gortazar C, Cotarelo I, Vicente J (2013). Spatial and temporal interactions between livestock and wildlife in South Central Spain assessed by camera traps. *Preventive Veterinary Medicine* 112: 213-221.
- LaHue NP, Vicente J, Acevedo P, Gortázar C, Martínez-López B (2016). Spatially explicit modeling of animal tuberculosis at the wildlife-livestock interface in Ciudad Real province, Spain. *Preventive Veterinary Medicine*, en prensa. doi:10.1016/j.prevetmed.2016.04.011

- Lara-Romero C, Virgós E, Revilla E (2012). Sett density as an estimator of population density in the European badger *Meles meles*. *Mammal Review* 42: 78-84.
- León-Vizcaino, L. et al. (1990). Outbreak of tuberculosis caused by *Mycobacterium bovis* in wild boars. *32 Int. Symp. Erkrankungen Zoo-Wildtiere, Eskilstuna*, 185-190.
- López G, López-Parra M, Garrote G, Fernández L, del Rey-Wamba T, Arenas-Rojas R, García-Tardío M, Ruiz G, Zorrilla I, Moral M, Simón MA (2014). Evaluating mortality rates and causalities in a critically endangered felid across its whole distribution range. *European Journal of Wildlife Research* 60: 359-366.
- Marco J, Herrero J, Escudero MA, Fernández-Arberas O, Ferreres J, García-Serrano A, Giménez-Anaya A, Labarta, Monrabal L, Prada C (2011). Veinte años de seguimiento poblacional de ungulados silvestres de Aragón. *Pirineos* 166. doi:10.3989/pirineos.2011.166007
- Martín-Hernando MP, Höfle U, Vicente J, Ruiz-Fons F, Vidal D, Barral M, Garrido JM, de la Fuente J, Gortazar C (2007). Lesions associated with *Mycobacterium tuberculosis* Complex infection in the European wild boar. *Tuberculosis* 87: 360-367.
- Martín-Hernando MP, Torres MJ, Aznar J, Negro JJ, Gandía A, Gortázar C. (2010). Sampling strategy, lesion pattern and lesion distribution in naturally *Mycobacterium bovis* infected red deer and fallow deer. *Journal of Comparative Pathology* 142: 43-50.
- Massei G, Kindberg J, Licoppe A, Gačić D, Šprem N, Kamler J, Baubet E, Hohmann U, Monaco A, Ozoliņš J, Cellina S, Podgórski T, Fonseca C, Markov N, Pokorny B, Rosell C, Náhlik A (2014). Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Society of Chemical Industry*. DOI 10.1002/ps.3965
- Mentaberre G, Romero B, de Juan L, Navarro-González N, Velarde R, Mateos A, Marco I, Olive-Boix X, Domínguez L, Lavín S, Serrano E (2014). Long-Term Assessment of Wild Boar Harvesting and Cattle Removal for Bovine Tuberculosis Control in Free Ranging Populations. *PLoS ONE* 9(2): e88824. doi:10.1371/journal.pone.0088824.
- Mentaberre G, Serrano E, Velarde R, Marco I, Lavin S, Mateos A, De Juan L, Domínguez L, Olivé X, Romeva J (2010). Absence of TB in Iberian ibex (*Capra pyrenaica*) in a high-risk area. *Veterinary Record* 166: 700.
- Michel AL, Bengis RG, Keet DF, Hofmeyr M, de Klerk LM, Cross PC, Jolles AE, Cooper D, Whyte IJ, Buss P, Godfroid J (2006) Wildlife tuberculosis in South African conservation areas: implications and challenges. *Veterinary Microbiology* 112: 91-100.
- Millán J, Jiménez MA, Viota M, Candela MG, Peña L, León-Vizcaíno L (2008). Disseminated bovine tuberculosis in a wild red fox (*Vulpes vulpes*) in southern Spain. *Journal of Wildlife Diseases* 44: 701-706.
- Monaco A, Ozoliņš J, Cellina S, Podgórski T, Fonseca C, Markov N, Pokorny B, Rosell C, Náhlik A (2015). Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest Management Science* 71: 492-500.

Moreno-Opo R, Margalida A, García F, Arredondo A, Rodríguez C, González LM (2012). Linking sanitary and ecological requirements in the management of avian scavengers: effectiveness of fencing against mammals in supplementary feeding sites. *BIODIVERSITY AND CONSERVATION* 21: 1673-1685.

Müller T, Selhorst T, Pötzsch C (2005) Fox rabies in Germany - an update. *Euro Surveillance* 10(11): 229-231.

Muñoz-Mendoza M, Marreros N, Boadella M, Gortázar C, Menéndez S, de Juan L, Bezos J, Romero B, Copano MF, Amado J, Sáez JL, Mourelo J, Balseiro A (2013). Wild boar tuberculosis in Iberian Atlantic Spain: a different picture from Mediterranean habitats. *BMC Veterinary Research* 9: article number 176.

Muñoz-Mendoza M, Romero B, del Cerro A, Gortázar C, García-Marín JF, Menéndez S, Mourelo J, de Juan L, Sáez JL, Delahay RJ, Balseiro A (2015). Sheep as a Potential Source of Bovine TB: Epidemiology, Pathology and Evaluation of Diagnostic Techniques. *Transboundary and Emerging Diseases*. DOI: 10.1111/tbed.12325 .

Napp S, Allepuz A, Mercader I, Nofrarias M, Lopez-Soria S, Domingo M, Romero B, Bezos J, Perez De Val B (2013). Evidence of goats acting as domestic reservoirs of bovine tuberculosis. *Veterinary Record* 172: 663.

Naranjo V, Acevedo-Whitehouse K, Vicente J, Gortazar C, de la Fuente J (2008). Influence of methylmalonyl-CoA mutase alleles on resistance to bovine tuberculosis in the European wild boar (*Sus scrofa*). *Animal Genetics*, 39, 316-320.

Naranjo V, Gortázar C, Vicente J, de la Fuente J (2008). Evidence of the role of European wild boar as a reservoir of tuberculosis due to *Mycobacterium tuberculosis* complex. *Veterinary Microbiology* 127: 1-9.

Nugent G (2011). Maintenance, spillover and spillback transmission of bovine tuberculosis in multi-host wildlife complexes: A New Zealand case study. *Veterinary Microbiology* 151: 34–42.

Nugent G, Gortazar C, Knowles G (2015). The epidemiology of *Mycobacterium bovis* in wild deer and feral pigs and their roles in the establishment and spread of bovine tuberculosis in New Zealand wildlife. *New Zealand Veterinary Journal* 63: 54-67.

O'Brien DJ, Schmitt SM, Rudolph BA, Nugent G (2011) Recent advances in the management of bovine tuberculosis in free-ranging wildlife. *Veterinary Microbiology* 151(1-2):23-33.

Olea-Popelka FJ, Fitzgerald P, White P, McGrath G, Collins JD, O'Keeffe J, Kelton DF, Berke O, More S, Martin SW (2009). Targeted badger removal and the subsequent risk of bovine tuberculosis in cattle herds in county Laois, Ireland. *Preventive Veterinary Medicine* 88(3): 178-184.

Parra A, Larrasa J, García A, Alonso JM, de Mendoza JH, Hermoso de Mendoza J. (2005). Molecular epidemiology of bovine tuberculosis in wild animals in Spain: a first approach to risk factor analysis. *Veterinary Microbiology* 110: 293–300.

Payne A, Boschioli ML, Gueneau E, Moyen JL, Rambaud T, Dufour B, Gilot-Fromont E, Hars J (2013). Bovine tuberculosis in “Eurasian” badgers (*Meles meles*) in France. *European Journal of Wildlife Research* 59: 331-339.

Payne A, Chappa S, Hars J, Dufour B, Gilot-Fromont E (2016). Wildlife visits to farm facilities assessed by camera traps in a bovine tuberculosis-infected area in France. *European Journal of Wildlife Research* 62: 33-42.

Pybus MJ y Shury TK (2012) Sense and serendipity: Conservation and management of bison in Canada. En: *New directions in conservation medicine: Applied cases of ecological health*, Aguirre A, Ostfeld R, Daszak P. Editorial. Oxford University Press, New York, New York, pp. 409–422.

Queiros J, Vicente J, Boadella M, Gortázar C, Alves PC (2013). The impact of management practices and past demographic history on the genetic diversity of red deer (*Cervus elaphus*): An assessment of population and individual fitness. *Biological Journal of the Linnean Society* 111 (1): 209-223.

Radunz B (2006) Surveillance and risk management during the latter stages of eradication: experiences from Australia. *Veterinary Microbiology* 112(2-4): 283-290. Revilla E, Delibes M, Travaini A, Palomares F (1999). Physical and population parameters of Eurasian badgers (*Meles meles* L.) from Mediterranean Spain. *Zeitschrift fur Säugetierkunde* 64: 269-276.

Richomme C, Boadella M, Courcoul A, Durand B, Drapeau A, Corde Y, Hars J, Payne A, Fediaevsky A, Boschioli ML (2013). Exposure of Wild Boar to Mycobacterium tuberculosis Complex in France since 2000 Is Consistent with the Distribution of Bovine Tuberculosis Outbreaks in Cattle. *PLoS ONE* 8(10): e77842. doi:10.1371/journal.pone.0077842

Risco D, Serrano E, Fernández-Llario P, Cuesta JM, Gonçalves P, García-Jiménez WL, Martínez R, Cerrato R, Velarde R, Gómez L, Segalés J, De Mendoza JH (2014). Severity of bovine tuberculosis is associated with co-infection with common pathogens in wild boar. *PLoS ONE* 9: Article number e110123.

Risco D, Cuesta JM, Fernández-Llario P, Salguero FJ, Gonçalves P, García-Jiménez WL, Martínez R, Velarde R, de Mendoza MH, Gómez L, de Mendoza JH (2015). Pathological observations of porcine respiratory disease complex (PRDC) in the wild boar (*Sus scrofa*). *European Journal of Wildlife Research* 61(5): 669-679.

Rodríguez-Hidalgo P, Gortázar C, Tortosa FS, Rodríguez-Vigal C, Fierro Y, Vicente J (2010). Effects of density, climate, and supplementary forage on body mass and pregnancy rates of female red deer in Spain. *Oecologia* 164: 389-398.

Ruiz-Fons J, Vicente J, Vidal D, Höfle U, Villanúa D, Gauss C, Segalés J, Almería S, Montoro V, Gortazar C (2006). Seroprevalence of antibodies against six reproductive pathogens in European wild boar (*Sus scrofa*) from Spain: the effect of management. *Theriogenology* 65(4): 731-743.

Rupprecht, C. E., K. Stohr, and C. Meredith. 2001. Rabies. Pages 3-36 in E. S. Williams and I. K. Barker, editors. Infectious diseases of wild mammals. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.

Santos N, Santos C, Valente T, Gortázar C, Almeida V, Correia-Neves M (2015b). Widespread Environmental Contamination with Mycobacterium tuberculosis Complex Revealed by a Molecular Detection Protocol. PLoS ONE 10(11): e0142079. doi:10.1371/journal.pone.0142079

Santos, N., Almeida, V., Gortázar, C., Correia-Neves, M. (2015a). Patterns of Mycobacterium tuberculosis-complex excretion and characterization of super-shedders in naturally-infected wild boar and red deer. Veterinary Research 46: 270. Santos N, Geraldes M, Afonso A, Almeida V, Correia-Neves M (2010). Diagnosis of tuberculosis in the wild boar (*sus scrofa*): A comparison of methods applicable to hunter-harvested animals. PLoS ONE 5: e12663.

Schoepf K, Proding WM, Glawischnig W, Hofer E, Revilla-Fernandez S, Hofrichter J, Fritz J, Köfer J, Schmoll F (2012). A two-years' survey on the prevalence of tuberculosis caused by Mycobacterium caprae in red deer (*Cervus elaphus*) in the Tyrol, Austria. ISRN Veterinary Science 2012: 245138. <http://dx.doi.org/105402/2012/245138>

Sobrino R, Acevedo P, Escudero MA, Marco J, Gortazar C (2009). Carnivore population trends in Spanish agrosystems after the reduction in food availability due to rabbit decline by rabbit haemorrhagic disease and improved waste management. European Journal of Wildlife Research 051:161-165.

Sobrino R, Martín-Hernando MP, Vicente J, Aurtenetxe O, Garrido JM, Gortazar C (2008). Bovine tuberculosis in a badger (*Meles meles*) from Spain. Veterinary Record 163 (5): 159-160.

Tompkins DM, Ramsey DSL, Cross ML, Aldwell FE, De Lisle GW, Buddle BM (2009) Oral vaccination reduces the incidence of tuberculosis in free-living brushtail possums. Proceedings of the Royal Society Series B 276: 2987–2995.

Vicente J, Barasona JA, Acevedo P, Ruiz-Fons JF, Boadella M, Diez-Delgado I, Beltran-Beck B, González-Barrío D, Queirós J, Montoro V, de la Fuente J, Gortazar C (2013). Temporal trend of tuberculosis in wild ungulates from Mediterranean Spain. Transboundary and Emerging Diseases 60: 92-103.

Vicente J, Höfle U, Fernández-De-Mera IG, Gortazar C (2007). The importance of parasite life history and host density in predicting the impact of infections in red deer. Oecologia 152:655–664. DOI 10.1007/s00442-007-0690-6

Vicente J, Höfle U, Garrido JM, Fernández-De-Mera IG, Acevedo P, Juste R, Barral M, Gortazar C (2007). Risk factors associated with the prevalence of tuberculosis-like lesions in fenced wild boar and red deer in south central Spain. Veterinary Research 38 (3): 451-464.

Vicente J, Höfle U, Garrido JM, Fernández-De-Mera IG, Juste R, Barral M, Gortazar C (2006). Wild boar and red deer display high prevalences of tuberculosis-like lesions in Spain. Veterinary Research 37 (1): 107-119.

Vieira-Pinto M, Alberto J, Aranha J, Serejo J, Canto A, Cunha MV, Botelho A (2011). Combined evaluation of bovine tuberculosis in wild boar (*Sus scrofa*) and red deer (*Cervus elaphus*) from Central-East Portugal. *Eur J Wildl Res* 57:1189-1201. DOI 10.1007/s10344-011-0532-z

Woodroffe R, Donnelly CA, Wei G, Cox DR, Bourne FJ, Burke T, Butlin RK, Cheeseman CL, Gettinby, G, Gilks P, Hedges S, Jenkins HE, Johnston WT, McInerney JP, Morrison WI, Pope LC (2009). Social group size affects *Mycobacterium bovis* infection in European badgers (*Meles meles*). *Journal of Animal Ecology* 78: 818-827.

2.- ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA EN FAUNA SILVESTRE

El plan nacional de vigilancia sanitaria en fauna silvestre (PNVSFS; <http://rasve.magrama.es/Publica/Programas/NORMATIVA%20Y%20PROGRAMAS/PROGRAMAS/FAUNA%20SILVESTRE/PLAN%20NACIONAL%20DE%20VIGILANCIA%20EN%20FAUNA%20SILVESTRE.PDF>) es una herramienta valiosa para conocer la situación sanitaria de la fauna silvestre en relación con algunas de las principales enfermedades compartidas. Sin embargo, el PNVSFS es un documento dinámico que debe adaptarse de forma continua a las nuevas necesidades de la sanidad animal española e internacional.

Entre otras necesidades, parece conveniente incluir en el PNVSFS una correcta monitorización de las poblaciones, de forma que se logre avanzar hacia una monitorización integral que genere tanto información numerador (prevalencias) como información denominador (abundancias). Será necesario revisar las especies a vigilar, los objetivos de muestreo por provincia, y las técnicas a emplear tanto para el diagnóstico como para las estimas de abundancia de fauna silvestre. Esto permitirá además ir preparando el PNVSFS de cara a las futuras recomendaciones europeas. Finalmente, será necesario incidir en la formación de los equipos de campo encargados del muestreo y de las estimas de abundancia; de los equipos de laboratorio encargados de las analíticas; y de los epidemiólogos responsables de su tratamiento, a fin de generar información comparable entre regiones y entre países de la UE.

La actualización del PNVSFS en el marco del PATUBES propone lo siguiente:

1. Definir las Especies de fauna Silvestre de especial Interés (ESI) para la vigilancia de TB.
2. Estratificar y coordinar los muestreos y las estimas de abundancia de ESI.
3. Definir protocolos para la toma de muestras en ESI.
4. Ofrecer metodologías aplicables a la estima de abundancias en ESI.
5. Ofrecer metodologías adecuadas para el diagnóstico de TB en ESI.
6. Formación

2.1.- Especies de fauna Silvestre de especial Interés (ESI) para la vigilancia de TB

De acuerdo con la revisión bibliográfica del apartado 1 sobre “Revisión de la información sobre el papel de la fauna silvestre española en la transmisión y mantenimiento de TB animal”, las principales especies silvestres que contribuyen al mantenimiento del complejo *Mycobacterium tuberculosis* (CMT) en Iberia son tres ungulados (jabalí, ciervo y gamo; especialmente en el cuadrante suroeste) y muy posiblemente un carnívoro como el tejón, principalmente en la bioregión atántica donde se han encontrado indicios de su participación en la epidemiología de CMT. Su importancia relativa, como también puede verse en la citada revisión, varía en función de la región geográfica y de las circunstancias ambientales y epidemiológicas. De las cuatro ESI, el jabalí es la especie que ofrece mejores oportunidades para la vigilancia sanitaria por su abundancia, amplia

El jabalí es la especie que ofrece mejores oportunidades para la vigilancia sanitaria por su abundancia, amplia distribución y facilidad de diagnóstico.

(jabalí, ciervo y gamo; especialmente en el cuadrante suroeste) y muy posiblemente un carnívoro como el tejón, principalmente en la bioregión atántica donde se han encontrado indicios de su participación en la epidemiología de CMT. Su importancia relativa, como también puede verse en la citada revisión, varía en función de la región geográfica y de las circunstancias ambientales y epidemiológicas. De las cuatro ESI, el jabalí es la especie que ofrece mejores oportunidades para la vigilancia sanitaria por su abundancia, amplia

distribución y facilidad de diagnóstico, además de ser la mejor especie indicadora de TB. El tejón en cambio es una especie protegida en la que las posibilidades de vigilancia sanitaria se reducen generalmente a la vigilancia pasiva (por ejemplo sobre ejemplares atropellados) o los muestreos no invasivos.

2.2.- Estratificación y coordinación de los muestreos y las estimas de abundancia de ESI

La información sobre fauna silvestre que interesa a las autoridades de sanidad animal es de dos tipos: poblacional y sanitaria. Tradicionalmente, esta información se genera y se utiliza en diferentes compartimentos de las administraciones públicas:

- 1) Las administraciones responsables de caza y medio ambiente generan información sobre poblaciones, principalmente sobre especies cinegéticas (por ejemplo a partir de resultados de caza, ocasionalmente a partir de otras estimas de abundancia)
- 2) Las administraciones responsables de sanidad animal y salud pública generan información sobre la prevalencia de (contacto con) patógenos relevantes. Esta información puede derivar de muestreos activos (al azar, por ejemplo sobre ejemplares cazados) o pasivos (animales encontrados enfermos o muertos).

Monitorización integrada (poblacional y sanitaria): Tuberculosis		
Vigilancia sanitaria activa	Vigilancia sanitaria pasiva	Monitorización poblacional
Jabalí >> ciervo – gamo >> tejón	Todos los mamíferos, atención tejón	Jabalí – ciervo – gamo – tejón
ELISA (jabalí); patología + cultivo	Patología + cultivo	Resultados de caza (ungulados) + métodos de censo específicos
Aplicar en zonas seleccionadas, que deberían coincidir con zonas de monitorización poblacional	En toda la región	Resultados de caza a escala local y regional; métodos específicos a escala local (en zonas de vigilancia activa)
Servicios de sanidad animal (o subcontratas)	Fuentes agentes ambientales, centros de recuperación de fauna, particulares	Servicios de caza, medio ambiente (o subcontratas)
Se requiere un coordinador por CCAA para implicar y motivar a diferentes compartimentos de la administración, y para integrar y comunicar la información generada		

Figura 15.- Concepto de monitorización integrada, tanto sanitaria (activa + pasiva) como poblacional.

El reto está en coordinar ambas informaciones a fin de disponer de una **monitorización integrada**, poblacional y sanitaria. Este es un aspecto clave a mejorar con respecto al PNVSFS en vigor. La idea general es pasar de un muestreo oportunista a un muestreo que cumpla los siguientes tres requisitos:

- 2.2.1.- Estratificación por riesgo
- 2.2.2.- Estratificación geográfica
- 2.2.3.- Coordinación entre monitorización poblacional y sanitaria

Estratificación por riesgo: la responsabilidad es mayor cuando los riesgos son mayores.

2.2.1.- Estratificación por riesgo

Se proponen cuatro niveles de riesgo en función del tipo de gestión del terreno a muestrear. La idea que subyace es que, al establecer niveles de riesgo que implican distintas acciones por parte de los responsables, también se transmite el mensaje de que la responsabilidad es mayor cuando los riesgos son mayores (valor educativo). Los cuatro niveles de riesgo son:

Riesgo 1.- Granjas cinegéticas y núcleos zoológicos

Riesgo 2.- Vallados cinegéticos con suplementación a base de concentrados

Riesgo 3.- Otros vallados cinegéticos

Riesgo 4.- Terrenos abiertos

Nivel de riesgo	Tipo de terreno	Caza/traslados	REGA	Población y manejo
Riesgo 1 (muy alto)	Granjas cinegéticas y núcleos zoológicos	No/Si	Si	- Densidad muy alta - Alimentación mayoritariamente suplementaria - Posibilidad de identificación y control sanitario individual
Riesgo 2 (alto)	Vallados cinegéticos con suplementación de concentrados	Si/Frecuente	Algunos	- Densidad alta - Alimentación parcialmente suplementaria - Posibilidad de control sanitario poblacional
Riesgo 3 (medio)	Otros vallados cinegéticos	Si/Ocasional	Casi nunca	- Densidad media (variable) - Alimentación suplementaria limitada - Escasa posibilidad de control sanitario
Riesgo 4 (bajo)	Terrenos abiertos	Si salvo algunos ENP/No (excepcional)	No	- Densidad baja o media - Alimentación mayoritariamente natural - Escasa posibilidad de control sanitario

Tabla 7.- Tipos de gestión de ungulados de caza en función del riesgo sanitario.

- **Riesgo 1.-** Granjas cinegéticas y núcleos zoológicos

En este tipo de explotaciones el riesgo relacionado con TB y otras enfermedades es muy alto porque producen animales para traslado y suelta. En las granjas de jabalí se propone realizar una prueba serológica anual (ELISA) a cada reproductor. En las granjas de ciervo y gamo se

propone realizar al menos una prueba de IDTB al año a cada reproductor (animales mayores de 1,5 años). En las granjas, el número de reproductores y la producción anual constarán en el libro de registro. La presencia de tejones en la explotación es improbable.

No se proponen actividades adicionales de vigilancia sanitaria. La vigilancia en granjas cinegéticas se considera vigilancia en especies domésticas no bovinas, pero no se incluye dentro de los muestreos de fauna silvestre del PATUBES. En cualquier caso, ante la detección de animales positivos en las pruebas diagnósticas in vivo, las autoridades veterinarias podrán proceder a la toma de muestras en matadero o a pie de explotación cuando los animales sean sacrificados in situ.

- **Riesgo 2.-** Vallados cinegéticos con suplementación a base de concentrados

En este tipo de vallados el riesgo es alto por las densidades, normalmente elevadas, y por la agregación espacial de los animales en torno a puntos concretos tales como los comederos. Casi siempre se trata de explotaciones mixtas con presencia de jabalí y ciervo, menos frecuentemente gamo u otros rumiantes silvestres. Dado que el jabalí es el mejor indicador de TB, se propone que la vigilancia sanitaria de TB se centre en esta especie. Para llevarla a cabo se propone, además de la vigilancia pasiva, muestrear activamente 30 jabalíes (cazados) para suero al menos cada 5 años, coincidiendo con la renovación del plan de caza (plan de aprovechamientos cinegéticos).

Igualmente, estos terrenos deberán contar con un censo de ciervos y gamos (realizado mediante muestreo de distancias o equivalente) y una estima de abundancias de jabalí mediante métodos reconocidos. La vigilancia sanitaria sobre ciervo y gamo se limitará a la vigilancia pasiva (diagnóstico de mortalidad) y al registro de los datos de los exámenes de los animales abatidos realizados por veterinarios, salvo en el caso de vallados con suplementación sin presencia de jabalí, en cuyo caso deberán muestrearse 30 ciervos o gamos con la misma periodicidad. No se proponen actividades de vigilancia sanitaria que afecten al tejón en este tipo de vallados.

- **Riesgo 3.-** Otros vallados cinegéticos

En este tipo de vallados el riesgo es menor porque las densidades, a falta de suplementación con concentrados, tienden a ser menos elevadas, y porque se produce menos agregación al no ofrecerse concentrados. No obstante, el propio efecto del vallado sobre la variabilidad genética de ciervos y jabalíes, así como la concentración de animales en determinados puntos de agua, suponen un riesgo en comparación con terrenos abiertos.

No se proponen actividades de vigilancia sanitaria que afecten al tejón en este tipo de vallados. Tampoco se proponen muestreos sistemáticos más allá de los que la administración quiera realizar dentro del seguimiento sanitario del PNVSFS. Tampoco se proponen censos sistemáticos a excepción de los que promueva la administración en el marco del PNVSFS. La vigilancia sanitaria sobre jabalí y ciervo/gamo se limitará a la vigilancia pasiva y al registro de los datos de los exámenes de los animales abatidos realizados por veterinarios o cazadores formados, salvo en los siguientes casos:

- Explotaciones mixtas valladas de caza mayor + ganado bovino en las que no exista separación física entre ambas actividades.

- Vallados sin actividad ganadera pero con indicios de alta prevalencia de TB en especies cinegéticas, por ejemplo en base a los hallazgos de la inspección de canales de caza.
- Vallados que no usen concentrados pero cuenten con instalaciones específicas para la captura y el manejo de ciervos, gamos o jabalíes como capturaderos, mangas y afines.
- Vallados cinegéticos en los que existan indicios razonables del uso de concentrados para la alimentación de caza mayor.

Los casos anteriormente citados deberán llevar a cabo una vigilancia sanitaria de TB en el jabalí (o en ciervo/gamo en ausencia de jabalí) con la misma intensidad que los vallados de mayor riesgo.

- **Riesgo 4.-** Terrenos abiertos

No se proponen muestreos sistemáticos ni estimas de abundancia más allá de las que la administración decida dentro del seguimiento sanitario del PNVSFS. La vigilancia sanitaria sobre jabalí y ciervo/gamo se limitará por tanto a las actividades del PNVSFS, incluyendo tanto muestreos activos (principalmente de jabalí y en caso de presencia, ciervo y gamo) como vigilancia pasiva en todos los mamíferos silvestres. No se proponen actividades de vigilancia sanitaria que afecten al tejón, más allá de la vigilancia pasiva.

2.2.2.- Estratificación geográfica

La revisión que constituye el primer apartado del PATUBES propone dividir las provincias españolas en cuatro categorías en función de la situación epidemiológica de la TB animal (ver Figura 1). Por consiguiente, se plantea estratificar geográficamente los muestreos del PATUBES para maximizar la vigilancia en aquellas zonas que más lo requieren.

a) Zona de alto riesgo

En estas provincias, el número de terrenos vallados con suplementación de concentrados es, generalmente, elevado. Se parte de la premisa de la existencia de un promedio de 100 vallados con suplementación por provincia en la zona de mayor riesgo. Si cada terreno renueva su plan de caza cada 5 años, muestreando 30 jabalíes, se generan en cada una de estas provincias $(100 \cdot 30) / 5 = 600$ muestras de suero de jabalí al año, correspondientes a terrenos con Riesgo 2. Además, habría que contemplar un muestreo por parte de la administración en una pequeña población de terrenos vallados Riesgo 3 (sin suplementación de concentrados), y de terrenos abiertos (Riesgo 4). Parece razonable alcanzar 180 muestras por tipo de terreno, que son 360 más por provincia, en todas las provincias de alto riesgo. Parece importante, además, procurar que los puntos de muestreo en terrenos de Riesgo 3 y 4 se mantengan constantes de año en año, a fin de generar datos comprobables en el tiempo.

b) Zonas de bajo riesgo

Son todas las provincias peninsulares no incluidas entre las de alto riesgo. Aquí los vallados cinegéticos con aporte de concentrados son excepcionales, pero existen, por lo que cabe esperar dos por provincia, generando por tanto $(2 \cdot 30) / 5 = 12$ muestras de suero de jabalí al año,

correspondientes a terrenos con Riesgo 2. Además, habría que contemplar un muestreo por parte de la administración en una pequeña muestra de terrenos vallados de Riesgo 3 (30 muestras/año), y de terrenos abiertos (tipo 4; 90 muestras/año). Esto permite alcanzar 120 muestras anuales más por provincia de bajo riesgo. Parece importante, igualmente, procurar que los puntos de muestreo en terrenos de Riesgo 3 y 4 se mantengan constantes de año en año, a fin de generar datos comprobables en el tiempo.

		GRANJAS Y N. ZOOL. Riesgo 1	VALLADOS CON CONCENTRADOS Riesgo 2	VALLADOS SIN CONCENTRADOS Riesgo 3	ZONAS ABIERTAS Riesgo 4
ZONAS ALTO RIESGO	SUERO	Según plan sanitario granja (idealmente 100% de los reproductores)	600 sueros jabalí/año (100 vallados/prov.; 20 por año a 30 sueros por vallado)	180 sueros jabalí/año (6 vallados/prov.; a 30 sueros por vallado)	180 sueros jabalí/año (6 sitios/prov.; a 30 sueros por sitio)
	LESIONES	Muestreo de los positivos	Muestreo para cultivo y eventual tipado molecular cuando se identifiquen focos de TB en ganado		
ZONAS BAJO RIESGO	SUERO	Según plan sanitario granja	12 sueros jabalí/año (2 vallados/prov.; 0,4 por año a 30 sueros por vallado)	30 sueros jabalí/año (1 vallado/prov.; a 30 sueros por vallado)	90 sueros jabalí/año (3 sitios/prov.; a 30 sueros por sitio)
	LESIONES	Muestreo de los positivos	Muestreo para cultivo y eventual tipado molecular cuando se identifiquen focos de TB en ganado		

Tabla 8.- Criterios de muestreo estratificado de jabalíes por zona geográfica y por tipo de riesgo. Los controles en granjas y núcleos zoológicos correrán a cargo de sus propietarios, de acuerdo con el correspondiente plan sanitario. Los muestreos en vallados con aporte de concentrados formarán parte del plan sanitario del vallado.

Los muestreos se realizarán principalmente a partir de sueros y detección de anticuerpos mediante ELISA. No obstante, cuando se identifiquen zonas con focos de TB en ganado (agregaciones de resultados positivos), el muestreo debería ampliarse a cultivos con el fin de poder recurrir a tipado molecular para estudios epidemiológicos más detallados.

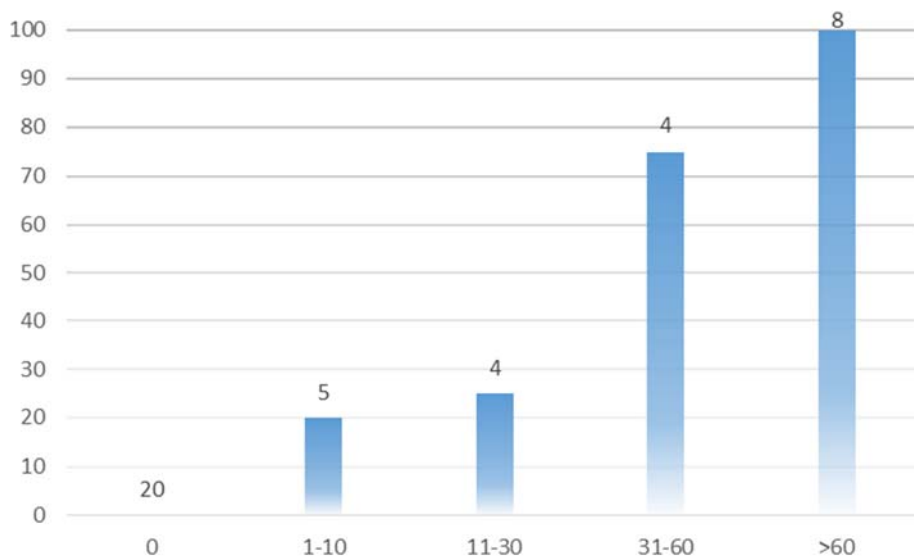


Figura 16.- Frecuencia real de detección de TB (en %, eje Y) en función del tamaño de muestra por localidad (eje X, por rangos). Los números de encima de las columnas corresponden al número de casos (número de localidades de muestreo). Datos reales correspondientes al muestreo en fincas valladas de Castilla y León (Fuente JCyL).

Si se logra el nivel de muestreo propuesto para el jabalí, no es necesario contar con un muestreo muy intenso en el caso de ciervo y gamo, dado que el jabalí es una mejor especie indicadora. Aun así, se propone un pequeño tamaño de muestreo para los cérvidos, ya que dichas muestras servirán además para la vigilancia de otras enfermedades. En el caso excepcional de vallados (no granjas) con presencia de ciervo o gamo en ausencia de jabalí, pueden aplicarse los criterios del jabalí (30 muestras cada 5 años en los vallados de Riesgo 2). En este caso particular, al ser la serología menos sensible que en el jabalí, deberán tomarse sistemáticamente muestras de vísceras además de suero (ver apartados 2.3 a 2.5).

En las provincias de bajo riesgo correspondientes a la España atlántica, donde el tejón es abundante y participa en el mantenimiento de CMT, así como en otras provincias con abundancia de tejón, parece importante aumentar los esfuerzos de vigilancia pasiva hasta alcanzar al menos los 5-10 tejones investigados por provincia y año. En provincias del sur y oriente, de baja abundancia de tejón, el muestreo será necesariamente reducido. Los tejones procederán principalmente de centros de recuperación de fauna y de atropellos.

c) Regiones insulares

Sólo deberán vigilar sanitariamente las colecciones zoológicas y afines que cuenten con presencia de las especies jabalí, ciervo o gamo. Al no contar con poblaciones naturales significativas de jabalí, cérvidos ni tejón, no participan en otros aspectos de la vigilancia sanitaria de TB en fauna silvestre.

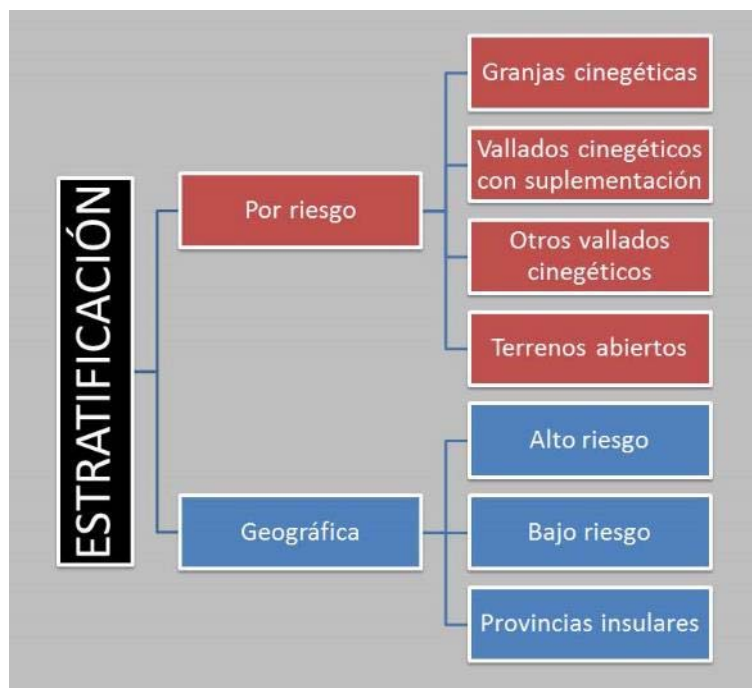


Figura 17.- Estratificación del muestreo para vigilancia activa de tuberculosis en fauna silvestre.

(*) Zona: Bio-regiones contempladas en el PVFS

CCAA	Zona(*)	Provincia	Nº de muestras anuales (según taxones)			
			Jabalí	Ciervo	Gamo	Tejón
Galicia	1	La Coruña	12* 120			10
	1	Lugo	12* 120	5		10
	1	Pontevedra	12* 120			10
	1	Orense	12* 120	10		10
	1	Total Galicia	48* 480 528	15		40
Asturias	1	Total Asturias	12* 120 132	30	10	10
Cantabria	1	Total Cantabria	12* 120 132	30		10
País Vasco	1	Vizcaya	12* 120	10		10
	1	Guipúzcoa	12* 120			10
	2	Álava	12* 120	10		5
	1 y 2	Total País Vasco	36* 360 396	20		25
Castilla y León	2	Zamora	12* 120	20		5
	2	León	12* 120	20		5

	2	Valladolid	12* 120			5
	2	Palencia	12* 120	20		5
	2	Burgos	12* 120	20		5
	2	Segovia	12* 120			5
	3	Salamanca	12* 120	30		5
	3	Ávila	12* 120	10		5
	4	Soria	12* 120	20		5
	2,3,4	Total C-León	108* 1080 1188	140		45
Navarra	2	Total Navarra	12* 120 132	20		10
La Rioja	2	Total La Rioja	12* 120 132	20		10
Aragón	2	Huesca	12* 120	20		5
	2	Zaragoza	12* 120	20		5
	4	Teruel	12* 120	20		5
	2 y 4	Total Aragón	36* 360 396	60		15
Cataluña	2	Lérida	12* 120	20	10	5
	5	Gerona	12* 120	20		5
	5	Barcelona	12* 120			5
	5	Tarragona	12* 120			5
	2 y 5	Total Cataluña	48* 480 528	40	10	20
Madrid	4	Total Madrid	600* 360 960	20	10	5
Castilla – La Mancha	4	Guadalajara	12* 120	20		5
	4	Cuenca	12* 120	20		5
	4	Albacete	12* 120	20		2
	3	Toledo	600* 360 960	30	15	2
	3	Ciudad Real	600* 360 960	30	15	2
	3 y 4	Total C-La Mancha	1236* 1080 2316	120	30	16
	Valencia	5	Castellón	120* 120		
5		Valencia	120*	10		2

			120			
	5	Alicante	120* 120			2
	5	Total Valencia	360* 360 720	10		6
Extremadura	3	Cáceres	600* 360 960	30	10	2
	3	Badajoz	600* 360 960	30	10	2
	3	Total Extremadura	1200* 720 1920	60	20	4
Murcia	5	Total Murcia	120* 120 240			2
Andalucía	3	Córdoba	600* 360 960	30		2
	3	Sevilla	600* 360 960	30		2
	3	Jaén	600* 360 960	30	15	2
	5	Almería	12* 120			2
	5	Granada	12* 120			2
	5	Málaga	600* 360 960	10		2
	5	Cádiz	600* 360 960	20		2
	5	Huelva	600* 360 960	30	15	2
	3 y 5	Total Andalucía	3624* 2400 6024	130		16
Baleares	5	Total Baleares				
Canarias	6	Las Palmas				
	6	Tenerife				
	6	Total Canarias				
ESPAÑA	1-6	TOTAL España	7584* 8280 15864	715	120	234

Tabla 9.- Esfuerzo de muestreo propuesto en el Plan de Vigilancia Sanitaria distribuido por Comunidad Autónoma y provincia. * Muestras adicionales procedentes de terrenos vallados con aporte de concentrados. Las muestras de espacios no vallados deberían primar los terrenos cinegéticos (cotos y reservas) y ENP de superficie mayor a 5000 hectáreas. Naturaleza de la muestra: suero en el jabalí, más LN mandibular en un 10% de los jabalíes; suero y LN (retrofaríngeos+bronquiales/mediastínico+mesentéricos) en ciervo y gamo y en tejón.

Evidentemente, cada provincia contará a su vez con comarcas o UVLs con mayor o menor riesgo. Será oportuno estratificar el muestreo provincial a menores escalas, en función de los datos conocidos sobre prevalencias en ganado y en fauna silvestre. No obstante, esta estratificación no debe llevar a sesgar el muestreo. En este sentido, es importante evitar centrar los muestreos sólo en zonas de problemática conocida.

2.2.3.- Coordinación de los muestreos

Parece importante tratar de repetir de un año a otro las localidades de muestreo y de estima de abundancias, de manera que se obtengan resultados más comparables en el tiempo. Igualmente, parece razonable realizar la toma de muestras en las mismas localidades en las que se realizan las estimas de abundancia (ver apartado 2.5), de manera que se puedan correlacionar los resultados.

2.3.- **Protocolos para la toma de muestras en EEI**

2.3.1.- Jabalí

a.- Obtención de sangre por punción del seno cavernoso

Justificación: La toma de sangre mediante punción del seno cavernoso de la duramadre permite extraer un volumen de sangre que puede alcanzar hasta 40 ml, sin necesidad de acceder a la cavidad torácica, donde la sangre suele estar más contaminada. Este procedimiento es rápido y facilita la toma de muestras antes de la evisceración, y hasta 48 horas post mortem.

Descripción de la técnica: Se toma una aguja de grandes dimensiones (2,1x80 mm), con la que se accede por el ángulo medial del ojo en dirección caudo-ventro-medial, con un ángulo de unos 45º respecto al plano. De manera práctica, cuando la aguja haya sido introducida unos 4 cm por el ángulo medial del ojo, la trayectoria debe modificarse desplazando ligeramente el globo ocular hacia afuera, para que la punta de la aguja alcance el foramen redondo mayor. Una vez que haya sido introducida casi totalmente se generará un vacío con la jeringa y se buscará el lugar más proclive para la extracción de la sangre (Arenas-Montes et al. 2013).

Material a utilizar: Jeringa de 10 ml, aguja 2,1x80 mm (pueden limpiarse y reciclarse), tubo de almacenamiento de sangre.

Coordinación: repetir de un año a otro las localidades y realizar la toma de muestras en las mismas localidades en las que se realizan las estimas de abundancia.

Vídeo:

<https://www.youtube.com/embed/QGOJYnjOvFw>

b.- Uso de papeles de filtro para facilitar la toma de muestras de sangre por cazadores y colaboradores no especializados

Justificación: La obtención de muestras de sangre puede ser de gran utilidad para el diagnóstico. Cuando el personal no está entrenado para la obtención de muestra de sangre del seno cavernoso

o cuando no es posible hacer el envío de las sangres en buenas condiciones (refrigeradas y en pocas horas), la obtención de sangre en papeles de filtro es una alternativa fácil que permite su transporte y almacenamiento a temperatura ambiente.

Descripción de la técnica: Se toman dos papeles de filtro (Whatman nº 2, o equivalente, de unos 5 cm de diámetro), y se dejan empapar completamente con sangre del animal en la zona más limpia posible. Las muestras se dejan secar a temperatura ambiente y a la sombra o en interior, por ejemplo sobre una rejilla, durante unas 2 horas hasta su total secado. Para no perderlas y mantenerlas identificadas, se colocan dentro de un sobre de papel con la identificación del animal. Se debe utilizar un sobre para cada animal muestreado.

Material a utilizar: Papeles de filtro Whatman nº 2, o equivalente, sobres de papel.

c.- Resección de los linfonodos mandibulares

Justificación: Los linfonodos (LN) mandibulares son la principal muestra de elección para el diagnóstico de tuberculosis en el jabalí y en el ganado porcino, tanto por histopatología como por cultivo. Más del 90% de los jabalíes confirmados como infectados mediante cultivo presentan lesiones en los linfonodos mandibulares. Son fáciles de localizar y suficientemente accesibles para permitir su muestreo aún antes de que se proceda al eviscerado.

Descripción de la técnica: Los linfonodos mandibulares del jabalí se sitúan en la zona caudoventral de la cabeza, en posición ventrolateral a la laringe, medialmente respecto al ángulo de la mandíbula, y situándose rostralmente a la glándula mandibular (Figura 21). Suelen estar cubiertos por el músculo cutáneo y la glándula parótida. Cuando no están inflamados forman una masa nodular de 2-3 cm de longitud por 1,5-2,5 cm de ancho (Santos et al. 2010). Si es preciso aumentar la sensibilidad en el cultivo, resulta conveniente resecar también las tonsilas del paladar blando.

Material a utilizar: Cuchillo, hoja de bisturí estéril y recipiente estéril para toma de muestras.

Vídeo: <https://www.youtube.com/embed/QGOJYnjOvFw>

d.- Otras lesiones tuberculosas – indicadores de generalización de las lesiones

Justificación: Desde el punto de vista epidemiológico es interesante conocer el porcentaje de jabalíes que presenta lesiones generalizadas. Éstos se definen como aquéllos individuos que presentan lesiones en más de una región anatómica, normalmente la torácica además de la cervical. El porcentaje de jabalíes con lesiones tuberculosas generalizadas puede variar entre poblaciones del 0 al 70%.

Descripción de la técnica: Además de inspeccionar los LN mandibulares y otros LN de la región craneal-cervical, se inspeccionarán las vísceras torácicas y abdominales. En cavidad torácica se inspeccionarán detalladamente los LN torácicos, principalmente bronquial izquierdo (fácil de localizar bajo el cayado de la aorta), bronquial derecho (traqueal) y mediastínico, así como los lóbulos pulmonares. En cavidad abdominal se prestará atención al bazo, al hígado y el LN hepático, así como a los LN mesentéricos (Figura 18). Se definirá como generalizado todo caso con lesiones en más de una región anatómica.

Material a utilizar: Cuchillo y recipiente de toma de muestras.

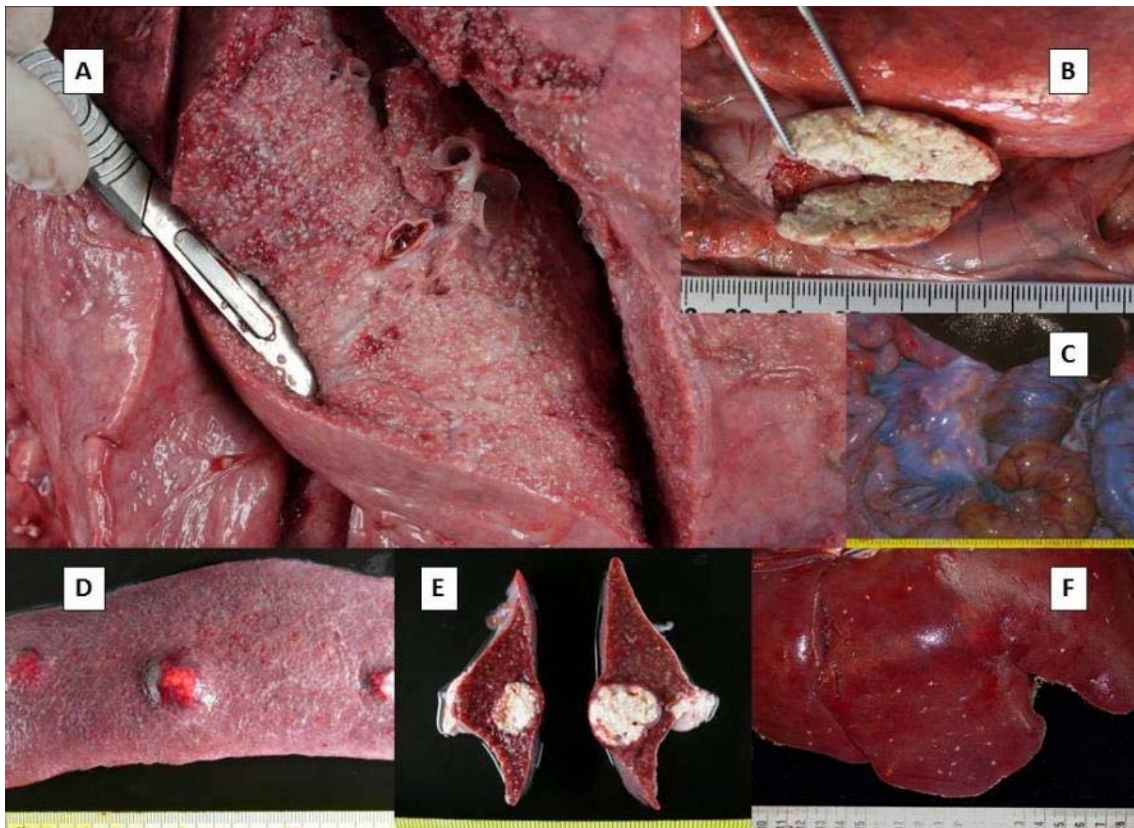


Figura 18.- Ejemplos de lesiones en casos de tuberculosis generalizada en el jabalí. A: Pulmón; B: LN mediastínico; C: LN mesentéricos; D y E: Bazo; F: Hígado.

2.3.2.- Ciervo y gamo

a.- Obtención de sangre

Justificación: Las pruebas de detección de anticuerpos son menos eficaces en cérvidos que en suidos. Sin embargo, esta muestra es fácil de obtener y almacenar y permite una primera evaluación de situación a escala de población. En concreto, para la vigilancia de CMT se podrían utilizar estas técnicas cuando las mismas hayan sido autorizadas y registradas y muestren unos valores de sensibilidad y especificidad adecuados. Además, el suero almacenado sirve para la detección de anticuerpos frente a muchos otros patógenos.

Descripción de la técnica: En cérvidos, la sangre puede ser extraída mediante punción intracardiaca (con jeringa y aguja), de la sangre extravasada a la cavidad torácica (generalmente más hemolítica e incluso mezclada con otros fluidos; mejor directamente al tubo para evitar incrementar la hemólisis), o bien de manera similar al jabalí, por punción del seno cavernoso de la duramadre mediante inserción de una aguja (2,1x80 mm) por el ángulo medial del ojo (Jiménez-Ruíz y cols. 2015).

Material a utilizar: Jeringa de 10 ml, aguja 2,1x80 mm (pueden limpiarse y reciclarse), tubo de almacenamiento de sangre.

b.- Uso de papeles de filtro para facilitar la toma de muestras de sangre por cazadores y colaboradores no especializados

Esta técnica puede aplicarse a ciervo y gamo igual que en el jabalí.

c.- Inspección y toma de muestras en ciervos y gamos cazados

Justificación: En ciervos y gamos infectados confirmados mediante cultivo, las lesiones compatibles con tuberculosis aparecen indistintamente en las regiones cervical, torácica y abdominal. Por consiguiente, la inspección y toma de muestras debe procurar abarcar las tres regiones citadas.

Descripción de la técnica: Los principales LN y órganos a examinar son los siguientes: En la región cervical los LN retrofaríngeos mediales. Pueden encontrarse con mayor facilidad separando la cabeza del cuello. Se encuentran dorsales a la tráquea y caudales a la faringe, notándose por palpación con tamaño de huevo de codorniz. En cavidad torácica se inspeccionarán detalladamente los LN torácicos, principalmente bronquial izquierdo y mediastínico, así como los lóbulos pulmonares (frecuente presencia de adherencias). En cavidad abdominal se prestará atención al bazo, al hígado y el LN hepático, y muy especialmente a la cadena de LN mesentéricos, que pueden presentar lesiones muy características similares a abscesos, del tamaño de una canica al de una pelota de tenis, con contenido purulento-cremoso (Figura 19). Si es preciso aumentar la sensibilidad en el cultivo, resulta conveniente reseca también las tonsilas del paladar blando (Martín-Hernando y cols. 2010).

Material a utilizar: Cuchillo, bisturí y recipiente estéril para toma de muestras.

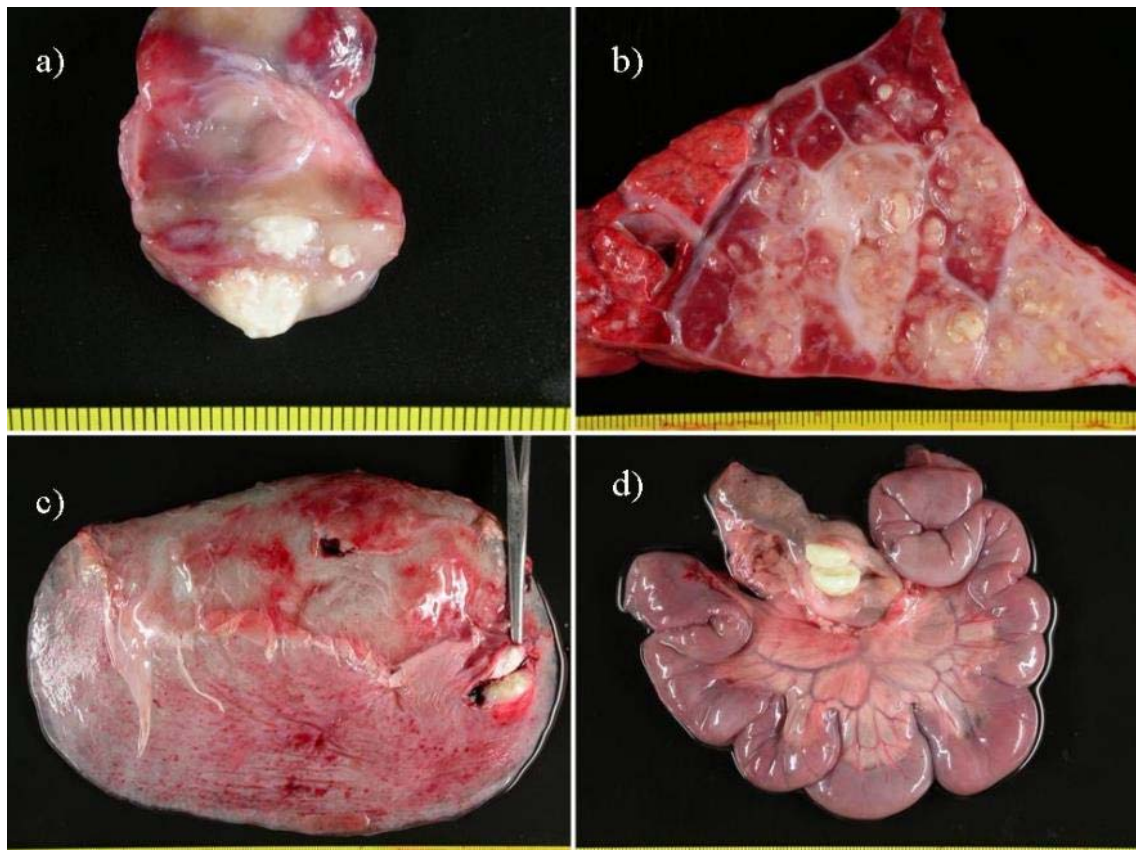


Figura 19.- Lesiones tuberculosas en el ciervo. A: Linfonodo retrofaríngeo; B: Sección del pulmón; C: Bazo; D: Linfonodo mesentérico.

2.3.3.- Tejón

a.- Obtención de sangre

Justificación: Las pruebas de detección de anticuerpos en esta especie son menos eficaces que en ungulados silvestres y están continuamente en desarrollo. Sin embargo, la muestra de suero permite, como en otras especies, una primera evaluación de situación a escala de población y la detección de anticuerpos frente a muchos otros patógenos. La muestra puede obtenerse a partir de animales vivos previa anestesia y/o de animales hallados muertos por diferentes causas.

Descripción de la técnica: En tejón vivo, la sangre puede ser extraída mediante punción con Vacutainer de la vena yugular o del plexo braquial. En animal muerto la sangre puede ser obtenida por punción intracardiaca (con jeringa y aguja), de la sangre extravasada a la cavidad torácica (generalmente más hemolítica e incluso mezclada con otros fluidos; mejor directamente al tubo para evitar incrementar la hemólisis). La punción del seno cavernoso no se ha utilizado en tejón a día de hoy.

Material a utilizar: Jeringa de 10 ml, aguja 2,1x80 mm (pueden limpiarse y reciclarse), tubo de almacenamiento de sangre.

Esta técnica puede aplicarse a tejón igual que en el jabalí y ciervo y gamo.

b.- Inspección y toma de muestras en tejones necropsiados

Justificación: Por lo general la transmisión de tuberculosis en esta especie ocurre por vía respiratoria y/o por mordeduras de animales infectados. En tejón es común no encontrar lesiones macroscópicas en aproximadamente la mitad de los tejones que luego son positivos mediante cultivo y/o histología (Balseiro y cols. 201, Corner y cols. 2012). Por ello, resulta de especial importancia la inspección y toma de muestras de tejidos y órganos diana situados en la región cervical y cavidad torácica principalmente.

Descripción de la técnica: Los principales LN y órganos a examinar son los siguientes: En la región cervical los LN cervicales profundos (retrofaríngeos), seguidos de los parotídeos (mandibulares) (Balseiro et al. 2011, Corner y cols. 2012). En cavidad torácica se inspeccionarán detalladamente el pulmón y los LN traqueobronquiales y mediastínico. En la transmisión de la infección por mordeduras es frecuente encontrar lesiones en los LN axilares por lo que estos tejidos deben ser examinados minuciosamente. Si es preciso aumentar la sensibilidad en el cultivo, resulta conveniente tomar muestra de los LN mesentérico central y hepático.

Material a utilizar: Cuchillo, bisturí y recipiente estéril para toma de muestras.

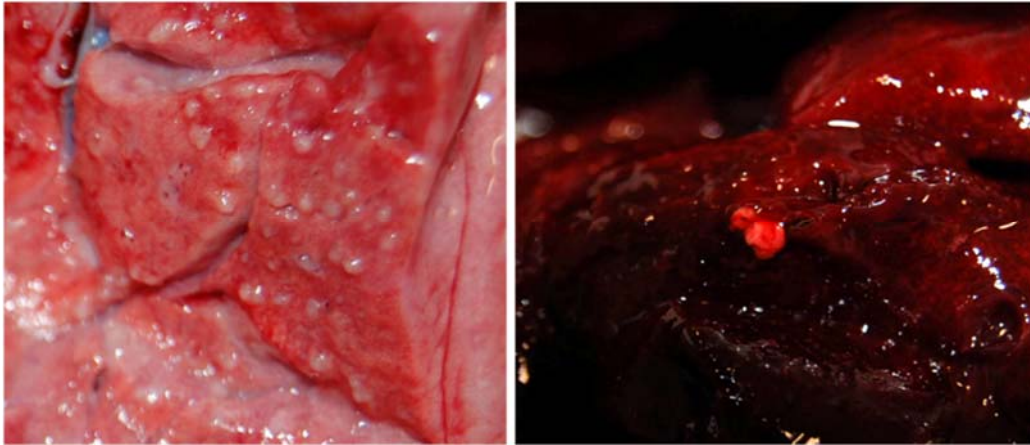


Figura 20.- Lesiones tuberculosas en pulmón de tejón.

2.3.4.- Actuación ante el hallazgo de animales muertos o enfermos

Los animales encontrados muertos deben ser en la medida de lo posible trasladados antes de su inspección a una localización en la que se pueda realizar una necropsia completa en buenas condiciones de luz y de equipamiento. La necropsia procurará determinar la causa de muerte y describir los hallazgos patológicos relevantes. En la necropsia se prestará atención a los mismos órganos y se tomarán las mismas muestras antes referidas para animales cazados. Los animales enfermos de especies no amenazadas que se encuentren muy debilitados deben ser sacrificados y procesados siguiendo el mismo criterio de los animales encontrados muertos.

Material a utilizar: Material de protección personal, instrumental de necropsias, material para toma de muestras.

Es importante distinguir los diagnósticos realizados sobre animales encontrados enfermos o muertos (que forman parte de la vigilancia pasiva), de las prevalencias estimadas sobre animales cazados o muestreados de una forma menos sesgada (vigilancia activa).

2.4.- Metodologías para el diagnóstico de TB en ESI

Las principales opciones para el diagnóstico de TB en especies silvestres son las mismas que existen para el diagnóstico post-mortem en animales domésticos, a saber:

- ELISA para la detección de anticuerpos
- Patología para la detección de lesiones
- Detección del agente mediante cultivo o PCR

En el contexto del PATUBES se buscan protocolos sencillos, económicos y adecuados al propósito del Plan. Las siguientes secciones proponen los métodos por especie.

2.4.1.- Jabalí

Es la ESI clave en vigilancia de TB, por lo que los tamaños de muestra propuestos por CCAA son importantes (Tabla 9). En consecuencia, es importante disponer de una técnica de diagnóstico de elección basada en muestras sencillas de obtener y manejar, comparativamente poco

costosa, homogénea entre laboratorios y suficientemente específica. Otros métodos pueden emplearse de forma complementaria con fines epidemiológicos.

- Método de elección

Prueba ELISA. Esta técnica cuenta actualmente con pruebas comerciales registradas.

- Métodos complementarios

Como métodos complementarios imprescindibles cabe señalar la patología y la microbiología. La patología permite conocer en primer lugar la proporción de individuos con lesiones compatibles con TB, para lo que basta con inspeccionar los linfonodos (LN) mandibulares (Figura 21).

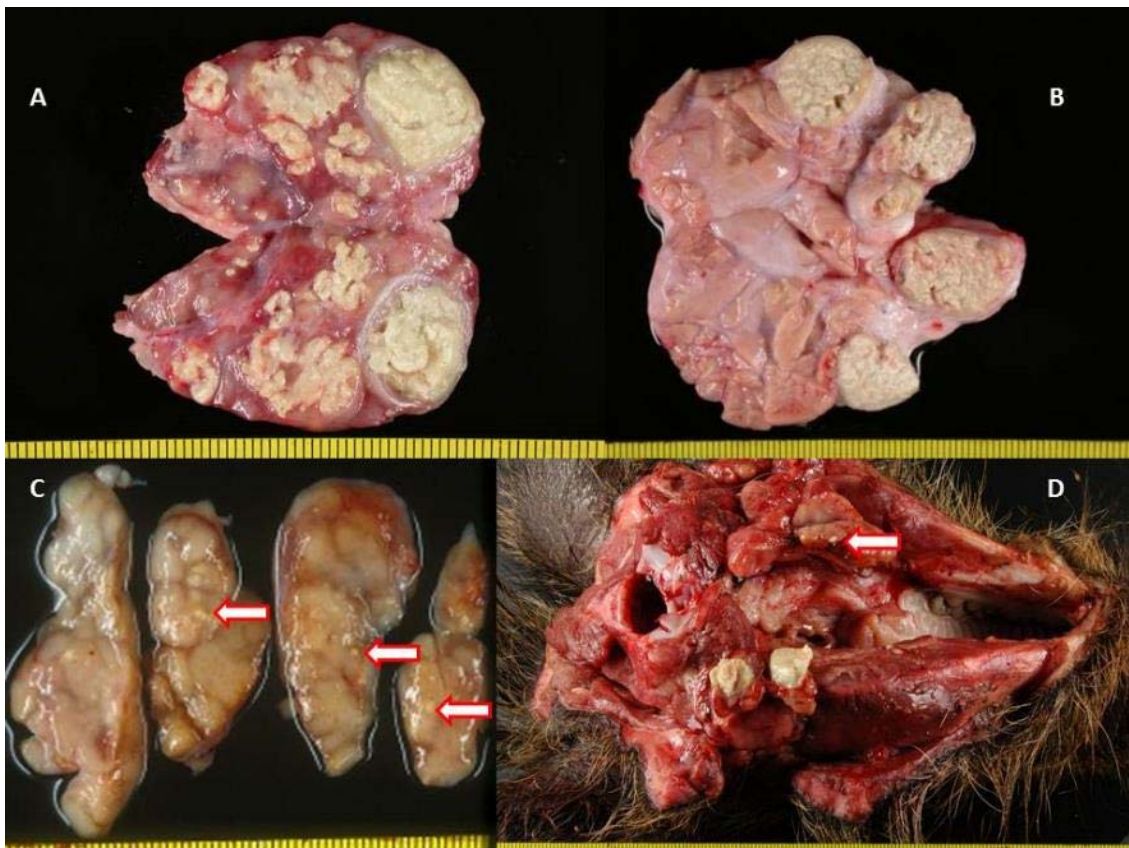


Figura 21.- Lesiones tuberculosas en LN mandibulares de jabalí. A y B son granulomas avanzados, calcificados, que afectan a una gran proporción del tejido linfoide. C representa un estado más inicial, con pequeños focos necróticos apenas perceptibles a simple vista (flechas).

D muestra la localización de los LN, mediales al arco de la mandíbula. La flecha señala un pequeño foco de necrosis en el LN mandibular derecho, mientras el izquierdo presenta una lesión más evidente.

El cultivo, por su parte, permite complementar la información con la información derivada del eventual tipado molecular de los aislados. En el marco del PATUBES no parece necesario cultivar sistemáticamente muestras de todos los jabalíes muestreados, pero sí puede ser interesante cultivar una selección de muestras, con fines epidemiológicos. A título orientativo, parece prudente muestrear para cultivo y eventual tipado un 5-10% de los animales con lesión. Los

protocolos de cultivo, identificación y tipado son los mismos que se aplican en animales domésticos.

2.4.2.- Ciervo y gamo

Ciervos y gamos son importantes en el mantenimiento de TB, pero resultan más difíciles de muestrear y diagnosticar que el jabalí por su menor presencia geográfica, porque las lesiones no se concentran en una localización principal como ocurre con el jabalí, y porque las pruebas serológicas resultan comparativamente menos eficaces.

- Método de elección

El método de elección para la vigilancia de TB en ciervos y gamos es la combinación de patología y cultivo. Como se ha visto en apartados anteriores, en un ciervo o gamo es importante estudiar las tres regiones anatómicas de importancia para TB (cervical, torácica y abdominal), prestando atención principalmente a las siguientes vísceras:

1. Región cervical: LN retrofaríngeos mediales
2. Región torácica: LN bronquial izquierdo>LN mediastínico>LN bronquial derecho; pulmón
3. Región abdominal: LN de la cadena mesentérica; bazo; hígado

- Métodos complementarios

Como principal método complementario cabe señalar el ELISA para la detección de anticuerpos en sangre. Casi todos los descritos hasta la fecha tienen como inconveniente una baja sensibilidad y especificidad, en comparación con el jabalí. Los criterios para su uso y homogenización son los mismos ya mencionados para el jabalí.

2.4.3.- Tejón

- Método de elección

El tejón es, de todos los reservorios europeos del complejo *M. tuberculosis*, la especie que presenta mayor proporción de individuos sin lesiones visibles (hasta 47%; Gavier et al. 2009, Corner y cols. 2012). En consecuencia, el cultivo es el método de elección en PATUBES. Es importante cultivar a partir de linfonodos y tejido pulmonar, incluyendo en el pool tantos linfonodos como sea posible, a fin de maximizar la sensibilidad (Crawshaw y cols. 2008).

- Métodos complementarios

En esta especie existe además la posibilidad de detección de gamma-interferón y otras citoquinas mediante diferentes técnicas para las cuales se utiliza sangre entera obtenida en tubos con heparina (Balseiro y cols. 2013). Este tipo de técnicas están bien desarrolladas en tejón (con resultados de buena sensibilidad y especificidad), y son de gran utilidad para la detección temprana de la infección. Los métodos de diagnóstico in vivo se aplican principalmente con fines científicos o durante muestreos mediante captura en vivo en zonas de riesgo. El inconveniente principal es que se requiere de la extracción de la sangre entera a partir del animal vivo. Puede encontrarse información adicional en Drewe y cols. (2010).

2.4.4.- Monitorización ambiental

Las nuevas técnicas de muestreo no invasivo posibilitan la detección y cuantificación de ADN del complejo *M. tuberculosis* en muestras ambientales, sobre diversos sustratos. Esta tecnología se puede aprovechar para la monitorización ambiental, por ejemplo en puntos de agua compartidos por especies domésticas y silvestres, en explotaciones ganaderas de riesgo, etc. (Santos et al. 2015; Barasona et al. 2016).

En explotaciones bovinas confirmadas como TB positivas, que hayan sido sometidas a vacío sanitario, así como en explotaciones bovinas positivas o negativas a TB pero que se encuentren en zonas de riesgo, puede ser interesante muestrear de forma dirigida el barro de los principales puntos de agua, preferiblemente en verano. El mismo muestreo puede resultar interesante en el caso de vallados con suplementación en los que no aparezcan jabalíes positivos o, por cualquier causa, no sea posible muestrear jabalíes. Igualmente, el muestreo ambiental puede ser aconsejable cuando en zonas con presencia de tejón o jabalí no sea posible un muestreo directo de estos hospedadores potenciales. En ese caso, pueden recogerse excrementos de jabalí en los prados con hozaduras, y pueden muestrearse las letrinas de tejón.

2.5.- **Metodologías aplicables a la estima de abundancias**

Una correcta monitorización de las poblaciones en cuanto a distribución y abundancia es imprescindible, ya que es la única vía para poder anticipar una respuesta ante una situación poblacional o sanitaria crítica (ej. sobreabundancia). No todos los métodos capaces de estimar la abundancia de las poblaciones silvestres son igualmente aplicables para todas las especies. El jabalí presenta mayores dificultades por sus hábitos nocturnos y comportamiento esquivo. Así, es necesario investigar y desarrollar nuevos métodos que permitan estimar la densidad de cada especie de la manera más fiable posible.

En general, son recomendables los conteos de animales en transectos, con el número suficiente de repeticiones hasta conseguir un número suficiente de observaciones (aspecto más difícil de lograr en hábitat cerrados), que puede ser complementado (reemplazado) por fototrampeo mediante protocolos específicos. Igualmente, la determinación de aspectos relacionados con la sobreabundancia (impactos sobre el suelo y la vegetación) puede ser indicadora de situaciones sanitarias indeseables.

2.5.1.- Jabalí

Actualmente no existe una metodología de elección para esta especie. Entre los métodos que actualmente se están usando destacan i) el foto-trampeo y posterior tratado de los datos bien mediante modelos de tasas de encuentro aleatorias (Rowcliffe y cols. 2008) o bien mediante modelos de captura-recaptura espacialmente explícitos, en cualquiera de sus versiones (Royle y cols. 2013; y métodos basados en correlación espacial que no exigen recaptura); ii) las batidas, previa delimitación precisa de la superficie a batir (Borkowski y cols. 2011); iii) la frecuencia de detección de indicios de presencia a lo largo de recorridos lineales (Acevedo y cols. 2007), y iv) los índices basados en las bolsas de caza una vez estandarizados por alguna medida del esfuerzo de muestreo (Boitani y cols. 1995). Únicamente con los dos primeros se pueden estimar

densidades poblaciones, que aportan más información que los índices relativos de abundancia y permiten establecer comparaciones entre diferentes poblaciones.

2.5.2.- Ciervo y gamo

Dada la detectabilidad (visibilidad) de estas especies, su densidad se puede estimar mediante transectos lineales y la aplicación del muestreo de distancias (Buckland y cols. 2004). La mayor limitación que supone esta metodología reside en conseguir el número de observaciones necesario para poder aplicar la estadística asociada al método (40-60 grupos). Esto hace que el esfuerzo de muestreo necesario para aplicar esta metodología en situaciones de baja densidad poblacional sea elevado (Acevedo y cols. 2008).

2.5.3.- Tejón

La detección de tejoneras a lo largo de transectos lineales o en superficies fijas se apunta como una metodología precisa y factible para estimar la abundancia y densidad poblacional en tejón (Harris et al. 1999; Acevedo et al. 2014). La densidad tejoneras con signos evidentes de actividad se usa directamente como un índice de abundancia relativa (Lara-Romero y cols. 2012). Si durante el muestreo se diferencian bocas principales y accesorias (Tuytens y cols. 2001), es posible transformar la densidad de bocas principales en densidad de tejones asumiendo que cada una de estas bocas es usada por un único grupo social, y conociendo (por fototrampeo) el tamaño medio de grupo social en el área de estudio (Lara-Romero y cols. 2012; Acevedo et al. 2014).

2.6.- Formación

2.6.1.- Formación en materia de sanidad e higiene de los animales de caza y tratamiento de residuos de caza

a.- Veterinarios que lleven a cabo actuaciones a pie de montería

La formación de los veterinarios implicados en los exámenes de los animales abatidos debe ser uno de los pilares sobre los que se asiente la vigilancia y prevención de la transmisión de tuberculosis y otros procesos infecciosos o parasitarios relevantes, tanto en el ámbito de la salud pública como en el de la sanidad animal. De este modo, la impartición de cursos de formación entre los veterinarios debe ser llevada a cabo, al igual que se realiza para la participación en las campañas de tuberculosis bovina. El contenido de estos cursos debe incluir, entre otros:

- Nociones básicas sobre ecología de las especies cinegéticas, caza y sobreabundancia
- Reconocimiento de la edad en especies cinegéticas
- Epidemiología de la TB animal y otras enfermedades relevantes en inspección de carne de caza y gestión de residuos de caza
- Patología; reconocimiento de lesiones compatibles con la existencia de TB y otros procesos relevantes. Formas de presentación de la tuberculosis y sus localizaciones más frecuentes
- Higiene básica de la carne de caza

- Procedimientos a realizar durante una jornada de inspección.
- Gestión de subproductos de origen animal no destinados al consumo humano.
- Aspectos administrativos y legislación en materia de inspección, incidiendo en lo indicado en el conocido como paquete de higiene (Reglamentos 852, 853, 854 y 882 de 2004), así como en la regulación nacional (Ley 8/2003 de Sanidad Animal) y de la comunidad autónoma.
- Eventualmente, además, formación en relación con la toma y envío de muestras con fines de vigilancia sanitaria (ver apartado 2.6.2)

Este tipo de cursos ya existen en algunas CCAA. A modo de ejemplo, el anexo 2 muestra los contenidos del Manual y curso del cazador formado, coordinado por APROCA.

b.- Cazadores

La formación específica de determinados cazadores es una práctica que puede presentar considerables ventajas, especialmente en zonas recónditas y en las que el número de animales abatidos no sea muy elevado. La autorización y funciones de los mismos deberán ser delimitadas por las comunidades autónomas, aunque generalmente solo parece recomendable en las zonas que sean consideradas de bajo riesgo y con una limitación clara de las funciones de los mismos, incidiendo particularmente en la gestión de residuos y toma de muestras. Además, la formación de estos cazadores deberá ser realizada, al igual que la descrita previamente mediante cursos, con un contenido parecido al impartido para los veterinarios, especialmente dirigido a la detección de lesiones compatibles con TB, formación en la legislación vigente, así como en la gestión de residuos.

En ambos casos, resultaría oportuna la acreditación de los conocimientos mediante una prueba escrita y un ejercicio práctico.

2.6.2 Formación técnica en muestreos, estimas de abundancia, técnicas de laboratorio y epidemiología

a.- Muestreos para vigilancia sanitaria

La toma de muestras en fauna silvestre resulta a menudo complicada debido a que se actúa con frecuencia en zonas remotas, por la incertidumbre del número de piezas que pueda ser abatido durante la jornada de caza, por el sesgo en cuanto a sexo y edad de los individuos abatidos, así como los imponderables de tipo climático y otros. Todos estos condicionantes implican un esfuerzo notable, que determina el elevado valor de cada muestra. Por este motivo, la formación tanto de las personas que llevan a cabo los muestreos como de los veterinarios y cazadores implicados en el control sanitario, que podrían asumir estas funciones en determinados momentos, debería de realizarse de una manera específica o incluida en los cursos de formación propuestos previamente.

La formación debería incluir los procedimientos de toma de muestras, su conservación y remisión al laboratorio, así como la recopilación de datos epidemiológicos. La recogida de muestras debe de realizarse de forma reglada y se deben de tomar aquellas que se indiquen como necesarias para cada especie y enfermedad a analizar, con protocolos operativos, claros y fáciles de entender. El material necesario para realizar estos muestreos debe ser puesto a

disposición de los veterinarios y cazadores de manera sencilla, en el caso de que se requiera de su colaboración. Además de la propia toma de muestras, también resulta de interés la recopilación de datos de interés epidemiológico tanto de tipo individual como del terreno donde se han tomado las muestras.

b.- Formación adicional

Las administraciones públicas facilitan la formación continuada de los profesionales implicados en el diagnóstico de enfermedades en laboratorio. En relación con la fauna silvestre existen criterios específicos. Puede ser necesario adaptar protocolos para el tratamiento de las muestras. La armonización de las técnicas entre los laboratorios encargados de realizar el diagnóstico debe ser otro de los objetivos a alcanzar. De igual modo, los técnicos que trabajan procesando las bases de datos y obteniendo información epidemiológica de interés, deben ser formados al objeto de conocer las particularidades ecológicas de las especies y zonas estudiadas. Así mismo, estas bases de datos deben requerir la información en un formato común con respuestas cerradas (ver anexo 1) para que puedan trabajarse las mismas variables en todos los casos.

En el caso de las estimas de abundancia, los métodos aplicables varían en función de la especie y de las características ambientales del territorio, y evolucionan continuamente.

Es importante que la formación en materia de sobreabundancia, tuberculosis y control sanitario alcance a todos los actores del mundo cinegético, incluyendo particularmente a los gestores de caza y encargados de caza, públicos o privados.

3.- OPCIONES DE INTERVENCIÓN EN TB EN RELACIÓN CON LA FAUNA SILVESTRE

Múltiples actores intervienen en el control de la tuberculosis animal, incluyendo tres compartimentos de las administraciones públicas y diferentes sectores sociales o profesionales como ganaderos, cazadores, conservacionistas y veterinarios, entre otros. Las visiones de unos y otros sobre la forma más adecuada de controlar la TB son a veces dispares (Cowie et al. 2015), pero todos tienen en común el interés por luchar contra la TB. Para lograr el éxito en este empeño, es importante contar con todos los implicados y establecer con claridad las ventajas y lo que se espera de cada uno de ellos.

3.1.- Control sanitario en infecciones compartidas con fauna silvestre

El concepto “control sanitario” se diferencia del de erradicación. El segundo se refiere a la extinción definitiva del agente patógeno, algo excepcional en sistemas naturales, que sólo se ha logrado en muy contadas excepciones, por ejemplo en el caso de la peste bovina o “Rinderpest” en 2011. No obstante, en el caso de la TB bovina, ésta se considera erradicada cuando hay menos del 0,1% de rebaños bovinos infectados, durante seis años consecutivos.

Control sanitario, en cambio, se refiere a controlar un patógeno hasta minimizar sus efectos negativos sobre la salud pública, la sanidad animal y la economía, sin necesariamente eliminarlo por completo. En el marco de la lucha contra la TB en sistemas multi-hospedador, el control sanitario es la opción más realista a medio plazo, sin descartar la erradicación completa en determinados entornos favorables, por ejemplo en islas.

3.1.1.- Diagnóstico epidemiológico

La base de todo control sanitario es un buen **diagnóstico epidemiológico** previo. Esto implica conocer bien las especies implicadas, así como su distribución, abundancia y manejo dentro de la zona de trabajo. Cuantas más especies participen en el cuadro, más complicado se vuelve su control. Para cada una de las especies clave, sean domésticas o silvestres, es necesario conocer en detalle la prevalencia así como su abundancia y los manejos ganaderos o cinegéticos a los que se encuentran sometidos. Con esta información de partida podrá diseñarse un plan de acción.

Un ejemplo de diagnóstico epidemiológico lo encontramos en Castilla y León, donde los responsables de sanidad animal y medio ambiente disponen de abundante información sobre la situación de las poblaciones animales y de la TB. En 2014, con una población de 1.054.259 bovinos y una prevalencia individual de TB de 0.04%, había 421 bovinos positivos. El intenso esfuerzo realizado en el caprino (114.193 cabezas en 2014) ha permitido disminuir la prevalencia individual hasta el 0.46%, lo que daría 525 caprinos positivos. Por otro lado, entre 2011 y 2015 se tomaron muestras de 7729 jabalíes, con una prevalencia individual media de 4.08% (estable en ese periodo; mínimo 1.82% en Valladolid y máximo 6.64% en Palencia). En la temporada cinegética 2013-14 se cazaron en la región 30.764 jabalíes. Si aceptamos que esa cifra representa una cuarta parte de la población total, Castilla y León contaría con una población aproximada de 120.000 jabalíes, de los que 4800 (el 4%) serían positivos. Haciendo el mismo cálculo asumiendo que anualmente se abate el 50% de los jabalíes, la población sería de 60.000 y el

número de positivos, 2400. Aun con el cálculo más conservador el número de jabalíes positivos dobla la suma de bovinos y caprinos positivos. No obstante, esto no indica que en estos sistemas la presencia de jabalíes esté suponiendo un incremento relevante de casos en bovinos y caprinos. Por otra parte, las prevalencias de TB en fauna silvestre de fincas valladas resultaron tres veces mayores que las de los terrenos abiertos (11% frente a 4% en el caso del jabalí).

Nuestra percepción sobre la importancia relativa de cada especie y cada modelo de gestión varía cuando el problema de la TB se observa desde una perspectiva multi-hospedador. Los cálculos anteriores son obviamente aproximados, y además no cuentan con todas las especies mantenedoras de CMT. Sin embargo, la información generada en Castilla y León permite extraer dos conclusiones importantes. Primera, que para un diagnóstico epidemiológico completo es deseable contar con datos (poblacionales y sanitarios) de todas las especies domésticas y silvestres susceptibles de mantener la infección. Igualmente, como ocurre en todas las CCAA, sería deseable contar con mejores datos sobre las poblaciones de fauna silvestre y sus tendencias demográficas. Segunda, que el diagnóstico epidemiológico, aun siendo incompleto, ayuda en la toma de decisiones en cuanto a intervención. De acuerdo con los datos expuestos, Castilla y León tiene en cuenta los vallados cinegéticos y las comarcas de mayor abundancia de jabalí como posibles fuentes de contagio al ganado, por ejemplo a la hora de priorizar esfuerzos en vigilancia, prevención y bioseguridad.

3.1.2.- Principales opciones de control sanitario

Las herramientas para el control sanitario en infecciones compartidas no transmitidas por vectores son limitadas, aunque se trata de un campo en constante evolución. Las principales opciones son las siguientes:

1. No actuar ni desarrollar vigilancia sanitaria (opción desaconsejada)
2. No actuar (por relación coste/beneficio negativa), pero realizar vigilancia sanitaria
3. Actuar (siempre realizando vigilancia sanitaria), optando por una o varias de las siguientes herramientas:
 - 3.1. Actuaciones preventivas y de bioseguridad
 - 3.2. Actuaciones sobre las poblaciones de hospedadores
 - 3.3. Inmunización/Vacunación y medicación

Las siguientes secciones abordan las principales herramientas de control sanitario.

3.2.- Acciones preventivas y de bioseguridad

Estas acciones pueden clasificarse de la siguiente forma:

- 3.2.1. - Prevención de la introducción
- 3.2.2. - Bioseguridad en explotaciones ganaderas
- 3.2.3. - Gestión cinegética responsable
- 3.2.4. - Tratamiento de los residuos de caza

3.2.1.- Prevención de la introducción

La mejor medida de gestión es la prevención, cuya finalidad es evitar introducir la TB en áreas todavía no infectadas. Para ello, resultan clave dos acciones complementarias: en primer lugar, el control riguroso de las granjas cinegéticas, cuyas especiales condiciones de hacinamiento y cuyos frecuentes intercambios con otras poblaciones hacen que el riesgo de TB sea mayor. En segundo lugar, resulta imprescindible el control de los traslados de animales susceptibles, tanto desde las granjas hacia el campo, como sobre todo entre distintas poblaciones naturales. El Real Decreto 1082/2009, de 3 de julio, establece los requisitos de sanidad animal para el movimiento de animales de explotaciones cinegéticas, núcleos zoológicos y fauna silvestre.

Para facilitar en lo posible ese control, en los últimos años se han optimizado en España metodologías que permiten el diagnóstico de tuberculosis en jabalíes, ciervos y gamos vivos. Existen además métodos desarrollados para otras especies, o bien pueden adaptarse tales métodos partiendo de aquéllos disponibles para especies emparentadas.

3.2.2.- Mejora de la bioseguridad en explotaciones ganaderas

El ganadero puede aportar esfuerzos al control de la TB mejorando la bioseguridad de las instalaciones ganaderas. A modo de ejemplo cabe citar las siguientes recomendaciones:

- Mejorar los cerramientos periféricos de la explotación ganadera.
- Minimizar la entrada de nuevos animales y el contacto con otros rebaños.
- Impedir el acceso de animales silvestres al interior de las instalaciones (naves y cuadras, depósitos de alimento, comederos y bebederos...).
- Evitar que los lugares de alimentación y los comederos, así como los puntos de agua (pilones, charcas, fuentes) sean compartidos con tejón, jabalí, ciervo o gamo.
- No atraer a la fauna silvestre mediante alimento. Es importante segregar los usos ganaderos de los aprovechamientos de caza mayor.
- Si alguna zona de la explotación es particularmente atractiva para la fauna silvestre de riesgo (tejón, jabalí, ciervo y gamo), es conveniente segregarla o no utilizar sus pastos, de forma que se reduzcan las posibilidades de transmisión.
- Tratar los purines y desechos de manera que no supongan un riesgo sanitario.

Algunos colectivos ganaderos, asesorados por expertos españoles están desarrollando programas de bioseguridad en los que (1) se analizan e identifican los principales puntos de riesgo de cada explotación ganadera; (2) se proponen e implementan medidas de mejora de manera personalizada; y (3) se evalúa la eficacia de esas medidas así como su relación coste-beneficio.

El coste de una evaluación de riesgos se sitúa por debajo de los 1500€ por explotación, y el coste medio de las intervenciones es de 6800€ en el 85% de los casos, si bien es mayor cuando las recomendaciones incluyen el vallado completo. Esta actuación implica al ganadero en el control de la TB. Por ello, sería deseable extenderla. La posibilidad de mejorar la bioseguridad debe formar parte del plan de comunicación de PATUBES (ver capítulo 4).

3.2.3.- Gestión cinegética responsable

La idea subyacente es que, igual que las explotaciones ganaderas contribuyen al control de la TB al facilitar los saneamientos mediante instalaciones adecuadas y al implementar medidas de bioseguridad, los terrenos cinegéticos también pueden contribuir. Algunos ejemplos de gestión cinegética responsable son los siguientes:

- Mantener poblaciones animales equilibradas evitando situaciones de sobreabundancia. Existen conocimientos como para delimitar valores de referencia en relación a las abundancias, el impacto sobre el medio, y los niveles de enfermedad, de manera que pueden ser utilizados en cada contexto para determinar la situación de sobreabundancia y dirigir las medidas correctoras. Se recomienda la colocación de cercados de exclusión frente a herbívoros como puntos control en el futuro seguimiento del impacto sobre el medio (pequeños, <1000m²).
- Separar los usos cinegéticos de los ganaderos. En vallados cinegéticos destinados al aprovechamiento de ungulados silvestres no deberían convivir especies domésticas de riesgo principalmente vaca o cabra. En terrenos abiertos debe procurarse el menor contacto posible entre las citadas especies domésticas y tejón, jabalí, ciervo y gamo.
- Evitar la introducción de ungulados, y especialmente de ciervos, gamos o jabalíes excepto cuando provengan de fuentes con garantía sanitaria.
- No aportar alimentos concentrados (granos de cereal o piensos compuestos) en terrenos cinegéticos abiertos.
- Cuando se aporten alimentos concentrados en vallados cinegéticos autorizados, hacerlo de manera selectiva, por especies, evitando el contacto indirecto entre cérvidos y jabalí.
- Todos los terrenos que pretendan capturar ungulados para su comercialización en vivo, deben contar con el correspondiente REGA. Los aspectos sanitarios de los movimientos de fauna se encuentran regulados por el Real Decreto 1082/2009.
- En zonas de bajo riesgo es deseable no importar ciervos, gamos ni jabalíes procedentes de zonas de alto riesgo, salvo cuando procedan de granjas cinegéticas con sanidad certificada. Cuando se trate de capturas y movimientos desde terrenos situados en zonas de bajo riesgo, la autoridad competente podrá realizar un análisis de riesgo, de acuerdo con la situación epidemiológica de la zona. En relación con los traslados desde zonas de alto riesgo, es necesario testar cada ciervo, gamo o jabalí antes del movimiento, sacrificando los positivos. No deben autorizarse movimientos superiores a 100 km lineales, salvo en el caso de explotaciones con sanidad certificada.
- Maximizar el número de puntos de agua, siendo preferibles los arroyos, los pequeños embalses y las charcas de gran diámetro a las charcas de poco diámetro.
- Eliminar de forma selectiva los ciervos, gamos y jabalíes visiblemente viejos y enfermos.
- Facilitar el diagnóstico veterinario de los animales objeto de caza selectiva y de los animales hallados muertos o moribundos.

La Ley 8/2003 de Sanidad Animal establece que los propietarios o responsables de los animales deben aplicar y llevar a cabo todas las medidas sanitarias impuestas por la normativa vigente en cada caso, así como las medidas sanitarias obligatorias que se establezcan para prevenir las enfermedades de los animales. Al igual que las explotaciones ganaderas deberían tener programas de bioseguridad:

- a) Los vallados cinegéticos, al menos aquéllos que aportan alimentos concentrados, y deberán contar con un plan sanitario. Ese plan, que debería ir asociado al plan de caza y, al igual que aquél, evaluarse periódicamente, debe contener al menos los siguientes apartados:

&217 (1, ' 2# (1 1 / \$ 1 1,7\$5,2 1 \$ 5 \$ 1 / \$ ' 2 6 1 (*R7, &26#

DATOS DE PARTIDA

Identificación (matrícula, REGA si existe), ubicación y superficie del vallado cinegético.

Inventario de las poblaciones de especies de caza mayor (número estimado antes del inicio de la temporada).

Extracción prevista en la temporada próxima, y extracción realizada en la temporada anterior.

Aporte de alimento para la caza mayor: tipo, cantidades aproximadas, periodicidad y estacionalidad, forma de distribución y lugares de distribución.

Número y características de los principales puntos de agua (tipo y características).

Forma de tratamiento de los residuos de caza.

Tuberculosis (por especie de caza mayor): Presencia/ausencia y prevalencia. Ésta última puede calcularse a partir de muestras de sangre de jabalíes (ver apartados 2.3.1 a y b).

PROPUESTA DE MEDIDAS DE MEJORA SANITARIA (ejemplos)

Modificaciones en los cupos de caza (en general, aumentos, particularmente de hembras)

Puesta en marcha de caza selectiva de individuos visiblemente delgados o enfermos.

Modificaciones en el aporte de alimento (reducciones o al menos mejoras en la selectividad de los puntos de alimentación).

Modificaciones en los puntos de agua (por ejemplo, aumento de los mismos, o modificación para mayor selectividad).

Mejoras en el tratamiento de residuos de caza.

Establecimiento de pequeños cercados de exclusión (superficie <1000m²) como testigos para valorar el impacto de los ungulados en la vegetación.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

- b) También deben contar con un plan sanitario los terrenos cinegéticos y espacios naturales protegidos de superficie mayor a 5000 hectáreas. En este caso particular, si existen usos ganaderos en dichos espacios, las medidas de mejora deben atender tanto a la fauna silvestre como a la bioseguridad de las explotaciones ganaderas extensivas (bovino, caprino y porcino).

3.2.4.- Tratamiento de los residuos de caza

En la gestión de los residuos tienen competencia distintas administraciones:

- Salud Pública, cuyo objetivo es asegurar el tratamiento higiénico de la carne de caza y por tanto la salud del consumidor.
- Sanidad Animal, cuyo objetivo es evitar la circulación de agentes transmisibles de importancia como zoonosis o como problema para la sanidad ganadera.
- Medio Ambiente, cuyo objetivo es la conservación y la gestión sostenible de los recursos naturales renovables.

Así mismo los cazadores, por su parte, deben colaborar con estas medidas por su propio interés: la salud de las piezas de caza también afecta a la salud de quienes las consumen y manipulan, amén de la probable repercusión en calidad cinegética.

La correcta gestión de los subproductos derivados de la caza es una de las principales medidas que deben ser tomadas para evitar la transmisión de enfermedades presentes en la fauna a otras especies tanto domésticas como silvestres. Resulta evidente que abandonar vísceras accesibles para jabalíes no hará sino continuar el ciclo de las enfermedades, y no sólo de la TB. Por otro lado, es cierto que los despojos de caza pueden llegar a constituir un recurso importante para algunas especies amenazadas, sean necrófagos obligados como los buitres, o necrófagos facultativos como el oso.

Cuando, de acuerdo con el Reglamento 853/2004, las vísceras (con excepción de del estómago y los intestinos) deban ser transportadas con el cuerpo del animal a los establecimientos de manipulación de carne de caza para su inspección, la gestión de los subproductos generados se realizará en estos establecimientos conforme a la normativa SANDACH.

En todos los supuestos en los que los residuos de caza deban gestionarse en el campo, la elección de uno u otro método de gestión de los residuos de caza dependerá de la categorización de los mismos por la Autoridad Competente en materia de sanidad animal de cada Comunidad Autónoma. En este sentido, están exentos del ámbito de aplicación de los Reglamentos SANDACH los subproductos de la caza definidos en el punto 2.b) del artículo 2 del R1069/2009. Por el contrario, los subproductos incluidos en los citados Reglamentos deben ser gestionados conforme a la legislación y dicha gestión dependerá de la categoría de los mismos.

Por lo tanto, la elección de uno u otro de los métodos de gestión que se presentan a continuación dependerá de si entran o no dentro del ámbito de aplicación de la normativa SANDACH y en su caso de la categorización.

Así mismo, en el análisis de riesgo para la categorización de los subproductos se incluirán todos aquellos factores que se consideren que juegan un papel importante en la transmisión de la enfermedad a través de los residuos de caza.

Por ejemplo, en Extremadura se asume que de forma natural alrededor de un 10,7% de los casos de tuberculosis observados no manifiestan lesiones visibles a simple vista (García-Jiménez et al., 2013) y otros estudios clásicos (Corner et al., 1990) asumen también que sin el uso de técnicas complementarias, hasta un 50% de las lesiones de TB pueden pasar desapercibidas a un ojo entrenado, significando todo ello un riesgo cierto de que un número importante de despojos no decomisados en la inspección sanitaria de las piezas de caza provenga de animales infectados, al menos en áreas en las que se tienen datos de que existen altas prevalencias de TB en especies cinegéticas.

a.- Manejo de residuos en eventos de caza en los que el número de puestos es superior a 40 o el número de piezas abatidas es superior a 20 por jornada de caza.

En todas las modalidades cinegéticas de caza mayor colectiva y actividades cinegéticas o de control poblacional afines, cuando es frecuente un número de puestos superior a 40 o cobrar más de 20 piezas de caza mayor, es necesario prever formas adecuadas de gestión de los residuos generados.

Las piezas de caza mayor abatidas en eventos de caza en los que se cobran 20 o más piezas o bien el número de puestos es superior a 40, deberán ir necesariamente al lugar designado por la persona titular de la actividad cinegética para el control sanitario, íntegras y sin eviscerar.

Junto al veterinario autorizado interviniente, la Autoridad Competente en materia de sanidad animal podrá disponer, cuando la situación epidemiológica de alguna enfermedad así lo aconseje, la presencia de un veterinario designado por la misma en el lugar establecido por el titular de la actividad cinegética para el control sanitario, que participará en la toma de muestras y demás controles sanitarios, siempre que se considere necesario.

La persona titular de la actividad cinegética es el responsable de que se depositen de forma inmediata en contenedores el estómago y los intestinos extraídos. El resto de vísceras o subproductos que se generen, en su caso, y en aplicación del Reglamento (CE) número 853/2004, también se depositarán en los citados contenedores.

a.1) Transporte y eliminación del material de riesgo de categoría 1

Los subproductos de la categoría 1 serán transportados a la planta de eliminación de material de dicha categoría a la mayor brevedad posible y siempre dentro de los dos días hábiles siguientes a la celebración del evento, debiendo ir amparadas por un documento de acompañamiento.

El transporte de los subproductos hasta la planta de eliminación se realizará en vehículos autorizados.

El responsable de la cacería conservará las copias de los documentos de acompañamiento durante al menos dos años desde su emisión, estando a disposición permanente de la autoridad que los pudiese solicitar.

a.2) Transporte y eliminación de material de riesgo de la categoría 2 (o 3)

El material de la Categoría 2 (o 3) será transportado a la mayor brevedad posible y siempre dentro de los dos días hábiles siguientes a la celebración del evento, debiendo ir amparadas por un documento de acompañamiento, a uno de los siguientes destinos:

- i. Una planta de transformación de material de categoría 1 o categoría 2 (o 3).
- ii. Un muladar que deberá cumplir con las prescripciones técnicas previstas en el artículo 4 del Real Decreto 1632/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula la alimentación de determinadas especies de fauna silvestre con subproductos animales no destinados a consumo humano.
En el caso de que la actividad cinegética, y concretamente el eviscerado, finalice cerca del ocaso, las vísceras deberán depositarse al día siguiente después del alba, debiéndose almacenar en condiciones que impidan el acceso de animales carnívoros y omnívoros a los mismos
- iii. Enterramiento, siempre que la Autoridad Competente lo autorice, con las prescripciones técnicas mínimas reflejadas en el Anexo IV y de conformidad con el artículo 16 del Real Decreto 1528/2012.
En el caso de que la actividad cinegética finalice cerca del ocaso, los subproductos deberán enterrarse al día siguiente después del alba, debiéndose almacenar en condiciones que impidan el acceso de animales carnívoros y omnívoros a los mismos.
- iv. Además de las opciones anteriores, en el caso de que la actividad cinegética se desarrolle en el ámbito de una Zona de protección para la alimentación de especies necrófagas de interés comunitario, emanadas del Real Decreto 1632/2011, de 14 de noviembre, y designadas por las autoridades competentes de las comunidades autónomas, los subproductos podrán ser destinados a un punto o puntos dentro del acotado donde se desarrolle la actividad cinegética. Los puntos donde se depositen los subproductos evitarán impactos negativos sanitarios, socioeconómicos y riesgos de accidentes para las aves y cumplir la normativa de aplicación en dicha materia.
En el caso de que la actividad cinegética, y concretamente el eviscerado, finalice cerca del ocaso, las vísceras deberán depositarse al día siguiente después del alba, debiéndose almacenar en condiciones que impidan el acceso de animales carnívoros y omnívoros a los mismos
Además, se realizará el depósito siempre en horario diurno y no más tarde de las 11 horas para favorecer la ingestión de los subproductos por las aves necrófagas y reducir la posibilidad de ingesta por parte de mamíferos oportunistas como el jabalí.

No obstante, en las comarcas de especial riesgo, el manejo, gestión y destino de los residuos derivados de los eventos de caza en los que el número de puestos es superior a 40 o el número

de piezas abatidas es superior a 20 por jornada de caza podrá determinarse por la Autoridad Competente en materia de Sanidad Animal

b.- Manejo de residuos en caza individual en los que el número de puestos es inferior a 40 puestos o se cobran menos de 20 piezas

Cuando el número de animales abatidos sea igual o inferior a 20, o bien el número de puestos sea inferior a 40, los subproductos originados se gestionarán de acuerdo con uno de los siguientes destinos:

- i. A una planta de transformación de material de categoría 1 o categoría 2 (o 3).
- ii. A la alimentación de especies necrófagas en ubicaciones del acotado que cumplan las condiciones mencionadas en el anterior punto (para eventos de caza con más de veinte piezas abatidas).
- iii. A un muladar que deberá cumplir con las prescripciones técnicas previstas en el artículo 4 el Real Decreto 1632/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula la alimentación de determinadas especies de fauna silvestre con subproductos animales no destinados a consumo humano.
- iv. Enterramiento, siempre que la Autoridad Competente lo autorice, con las prescripciones técnicas mínimas reflejadas en el Anexo IV y de conformidad con el artículo 16 del Real Decreto 1528/2012.
En el caso de que la actividad cinegética finalice cerca del ocaso, los subproductos deberán enterrarse al día siguiente después del alba, debiéndose almacenar en condiciones que impidan el acceso de animales carnívoros y omnívoros a los mismos.
- v. Tratamiento como residuos domésticos.
Cuando una pieza, por ejemplo un ciervo o un jabalí, es abatido para autoconsumo, y en general en modalidades de caza no masivas, parece razonable llevarse del campo no sólo el trofeo y la canal, sino también las vísceras torácicas y abdominales (eventualmente con excepción de los estómagos en el caso de los cérvidos). Estas vísceras podrían tratarse como residuos domésticos, con lo que quedarían fuera del alcance de jabalíes.
- vi. Evisceración y depósito in situ
Esta opción es posible siempre y cuando no se apliquen los Reglamentos SANDACH. Se trata de la forma más tradicional de gestionar los residuos: evisceración a pie de cacería y abandono de las mismas. Cuando esta acción se realiza con una o muy pocas piezas y en zonas geográficas de muy baja prevalencia de TB u otras enfermedades relevantes, podría resultar aceptable (nunca deseable).
En zonas geográficas de prevalencia de TB media o alta debe evitarse el depósito in situ como forma de gestión de los residuos de caza. En estas zonas, siempre y cuando no se hayan categorizado los subproductos de caza, cuando se depositen vísceras y otros residuos de caza en el campo, éstas deberían colocarse en lugares visibles desde el aire y fácilmente accesibles para las aves necrófagas, nunca en zonas de matorral donde el principal beneficiario sería precisamente el jabalí. El

depósito in-situ no debe llevarse a cabo a partir del atardecer, siendo preferible aprovechar las horas diurnas. Debe evitarse también la práctica de eviscerar y lavar las canales en los ríos o arroyos.

No obstante, en las comarcas de especial riesgo, el manejo, gestión y destino de los residuos derivados de la caza individual o inferior a 20 piezas o en los que el número de puestos es inferior a 40 podrá determinarse por la Autoridad Competente en materia de Sanidad Animal

3.3.- Actuaciones sobre las poblaciones de hospedadores

Las posibilidades para actuar sobre las especies reservorio dependen de cada situación particular. El tejón, por ejemplo, es una especie protegida en la que no cabe plantear un control poblacional aleatorio por medio de la caza salvo que se modifique su estatus actual. En Francia se actúa sobre el tejón en áreas de especial incidencia de TB en bovino. El jabalí, así como el ciervo y el gamo son especies cinegéticas sobre las que sí se puede actuar con mayor libertad. Las posibilidades son esencialmente tres:

1. Actuar sobre la capacidad de acogida del medio, por ejemplo restringiendo la alimentación suplementaria. Eficacia demostrada a medio plazo, reduciéndose de forma sostenible e incruenta el reclutamiento de las especies diana.
2. Control poblacional aleatorio, por ejemplo mediante el aumento de la presión cinegética. Eficacia demostrada a corto plazo, pero difícilmente sostenible en terrenos no cinegéticos.
3. Eliminación selectiva de positivos a pruebas in vivo. Eficacia demostrada solamente en situaciones de granja y afines.

Los resultados de los estudios científicos desarrollados en España indican que la recomendación de mantener densidades moderadas de jabalí, ciervo y gamo, que permitan compatibilizar los distintos usos del medio, es sensata desde el punto de vista del control sanitario. La aplicabilidad de las tres posibilidades antes enumeradas varía en función del riesgo epidemiológico, de la especie afectada, y de las características del lugar. A efectos prácticos pueden distinguirse las siguientes situaciones:

3.3.1.- Granjas cinegéticas

3.3.2.- Vallados cinegéticos con uso exclusivo para caza mayor con aporte de concentrados

3.3.3.- Vallados cinegéticos con uso exclusivo para caza mayor sin aporte de concentrados

3.3.4.- Explotaciones ganaderas extensivas que aprovechan tanto caza mayor como ganado doméstico

3.3.5.- Explotaciones ganaderas extensivas con pastos en reservas de caza o cotos de caza mayor

3.3.6.- Terrenos abiertos de uso ganadero que no son coto de caza mayor

3.3.7.- Espacios naturales protegidos con elevadas prevalencias en fauna o en bovino

3.3.8.- Entornos urbanos y situaciones afines

3.3.1.- Granjas cinegéticas

Los espacios naturales protegidos deben establecer sus propios planes sanitarios, basados principalmente en una mayor extracción de las especies de riesgo y un control integral de las especies ganaderas.

Las granjas cinegéticas deben estar registradas (tener código REGA). En granjas cinegéticas registradas carece de sentido regular las densidades. La opción lógica es el testado anual de toda la población, seguido de la eliminación selectiva de animales positivos, de forma similar al saneamiento ganadero. Esto es factible tanto en granjas de ciervo y gamo como en granjas de jabalí, y aplicable en todo el territorio nacional.

3.3.2.- Vallados cinegéticos con uso exclusivo para caza mayor con aporte de concentrados

Estos cerramientos cinegéticos normalmente tienen una gestión profesional que busca un rendimiento económico o lúdico. Debe asegurarse la total ausencia de ganado doméstico, y debe asegurarse su correcta gestión valorando la condición física de los ungulados cinegéticos y el estado de conservación de la vegetación (cercados de exclusión como testigos). La intervención en este tipo de terrenos cinegéticos, muy abundantes en el centro-sur de España, debe basarse en buscar las buenas prácticas, primando la caza de calidad sobre la cantidad. Una buena gestión cinegética mejorará los rendimientos de la explotación además de aliviar la situación sanitaria. La alimentación suplementaria con concentrados, que permite mantener densidades rentables de caza, se puede permitir a cambio de la redacción y ejecución de un plan sanitario personalizado (ver apartado 3.2.3). La eliminación selectiva de positivos es una opción a contemplar en algunas situaciones. El vallado periférico debería impermeabilizarse al jabalí, particularmente cuando el cerramiento límite con explotaciones ganaderas. Usar como indicadores de sobreabundancia, además de la densidad, los efectos sobre el medio y niveles de enfermedad. Esto es aplicable en todo el territorio nacional.

3.3.3.- Vallados cinegéticos con uso exclusivo para caza mayor sin aporte de concentrados

Son cerramientos cinegéticos que optan por mantener densidades ajustadas a la capacidad de carga del medio. Debe asegurarse la total ausencia de ganado doméstico y la total ausencia de aporte de concentrados salvo cantidades muy modestas para esperas o para cebar manchas o ganchos en la semana inmediatamente anterior a una cacería, a fin de incrementar la eficacia de la caza (de lo contrario, no correspondería a la categoría de “sin aporte de concentrados”). Debe intervenir, posiblemente mediante un incremento de la extracción por caza y la propuesta de otras medidas de mejora (por ejemplo en relación con los puntos de agua), ante situaciones sanitarias negativas. Usar como indicadores de sobreabundancia, además de la densidad, los efectos sobre el medio y niveles de enfermedad. Esto es aplicable en todo el territorio nacional.

3.3.4.- Explotaciones ganaderas extensivas que aprovechan tanto caza mayor como ganado doméstico

Se trata de una situación frecuente, pero difícilmente sostenible desde el punto de vista sanitario, particularmente en provincias de alta prevalencia de TB. En éstas, la principal solución pasa por segregar el uso cinegético del aprovechamiento ganadero, bien mediante la separación física o bien mediante el cese de una de las actividades. En provincias de baja prevalencia las soluciones incluyen, por el lado ganadero, las mejoras en bioseguridad (vallados, modificación de comederos y puntos de agua, etc.) y por el de la gestión cinegética el incremento de la extracción por caza. En terrenos abiertos con presencia de ganado doméstico extensivo es importante prohibir por completo la alimentación suplementaria de la caza mayor.

3.3.5.- Explotaciones ganaderas extensivas con pastos en reservas de caza o cotos de caza mayor

Situación igualmente frecuente, en la que el ganadero normalmente no puede elegir y renunciar a la actividad cinegética. La solución pasa por modificar los planes de caza para incrementar la extracción de especies de riesgo, particularmente de jabalíes, y buscar mejoras de bioseguridad para la ganadería, incluyendo eventualmente el no-uso de algunos pastos con mayor probabilidad de contacto con las especies de riesgo. Aplicable en provincias de alta prevalencia y recomendable en las de baja prevalencia. Ver también el anexo 3 sobre planes de control de TB en espacios naturales.

3.3.6.- Terrenos abiertos de uso ganadero que no son coto de caza mayor

Los terrenos de algunas explotaciones ganaderas forman parte de cotos de caza menor, en los que la caza mayor (principalmente jabalí) es un aprovechamiento muy secundario. En estos terrenos es importante contribuir a reducir los contactos con caza mayor, por ejemplo permitiendo la eliminación de jabalíes, ciervos o gamos que puedan acudir a la explotación en busca de agua o alimento. De este modo se podría minimizar la caza del jabalí en espera en terrenos de la explotación ganadera, modalidad que requiere el aporte de concentrados. En contrapartida, se deberán aportar muestras de los individuos cazados. Trabajar la bioseguridad de las explotaciones ganaderas.

3.3.7.- Espacios naturales protegidos con elevadas prevalencias en fauna o en bovino

La diversidad de figuras de protección y la diversidad paisajística de España crean situaciones muy diversas dentro de los ENP. En general, la caza está muy limitada en los parques nacionales y en algunos otros ENP. Esto hace que las poblaciones de especies sanitariamente conflictivas, como jabalí, ciervo y gamo, puedan crecer hasta afectar no sólo a la sanidad sino incluso a la conservación. Esta situación genera conflictos con ganaderos, cazadores y conservacionistas. En consecuencia, los ENP deben establecer sus propios planes sanitarios, basados principalmente en una mayor extracción de las especies de riesgo. Es responsabilidad de los gestores de los ENP decidir si la extracción de animales de riesgo se llevará a cabo mediante caza o por medio de alternativas más costosas.

Cuando el ENP tenga aprovechamientos ganaderos, será necesario establecer planes de control sanitario específicos (ver anexo 3). En casos extremos de muy alta prevalencia de TB en

ambientes multi-hospedador, como por ejemplo en Doñana, estos planes deberían contemplar la posibilidad de la zonificación y la puesta en marcha de medidas de bioseguridad.

3.3.8.- Entornos urbanos y situaciones afines

En entornos urbanos el control de poblaciones debe recurrir con frecuencia a medidas alternativas a la caza con armas de fuego, como la captura en vivo. Nuevamente, este control es fuente de conflictos, particularmente por parte del sector animalista. Las intervenciones mediante captura son costosas y de eficacia limitada. El principal problema es que algunos espacios naturales próximos a zonas urbanas no se cazan o se cazan de manera insuficiente. Por consiguiente, se produce una constante recolonización de las zonas urbanas desde espacios naturales próximos. En consecuencia, una de las medidas de gestión más importantes es actuar sobre las densidades de población (principalmente de jabalí) en las áreas que sirven de fuente, normalmente ENP o cotos de caza próximos a las zonas urbanas afectadas. Otra alternativa, todavía en desarrollo en cuanto a su aplicación práctica en jabalíes y otros ungulados, es la inhibición de la reproducción mediante diferentes productos, normalmente inyectables.

3.4.- Inmunización de reservorios silvestres (herramienta experimental aun no disponible)

La inmunización cuenta con la ventaja de ser mejor aceptada por el público que el control poblacional. En el caso de la TB, la inmunización de reservorios silvestres es una herramienta que se comienza a aplicar a tejones en el Reino Unido e Irlanda, empleando para ello la clásica vacuna atenuada conocida por sus siglas BCG (Bacilo de Calmette y Guerin). Este mutante vivo de *Mycobacterium bovis* tiene algunos inconvenientes, entre los que cabe destacar la necesidad de mantener la cadena de frío, lo que dificulta la logística de su distribución en condiciones de campo, y el hecho de que – al tratarse de una vacuna viva – su eventual contacto con bovinos puede dar lugar a respuestas positivas en las pruebas diagnósticas, con la consiguiente interferencia en el saneamiento.

España forma parte de los países más avanzados en la investigación sobre control de la TB, centrándose en su principal reservorio silvestre, el jabalí. Los trabajos de I+D se vienen desarrollando en dos frentes complementarios: (1) diseño de un cebo y un método de distribución adecuado para administrar selectivamente productos a jabalíes jóvenes (rayones y bermejós) en condiciones de campo, y (2) desarrollo de una bacterina inactivada alternativa a BCG, y su aplicación experimental a jabalíes y su posterior exposición a cepas patógenas de *M. bovis*, a fin de valorar la eficacia. Ambos frentes de investigación han alcanzado el éxito. Por un lado, se ha desarrollado y patentado un cebo que resulta atractivo para los jabalíes, y se han desarrollado técnicas que aseguran su administración a las clases de edad requeridas, de forma selectiva y segura. Por otro lado, se cuenta con la posibilidad de aplicar una bacterina que presenta total seguridad y que no requiere frío para su distribución. Esta bacterina ha demostrado niveles de protección frente a la TB de 70 a 90%, en situaciones muy diversas. La aplicación de esta bacterina será estudiada en las situaciones que sean consideradas de interés, una vez que la misma haya sido autorizada para su utilización.

En el actual estado del conocimiento científico, la bacterina sólo es una opción viable en el caso de los suidos. La bacterina tampoco será la bala de plata que permita erradicar la TB. Será simplemente una herramienta más a combinar con las medidas preventivas y de control de reservorios. En función de cada situación particular, la bacterina (que puede ser tanto oral como parenteral) deberá combinarse con otras herramientas de control sanitario a fin de utilizar todas las sinergias de un control integrado.

3.5.- Consideraciones finales

Sea cual sea la decisión sobre las medidas de control a aplicar, deben considerarse tres requisitos fundamentales:

1. Mantener una buena **vigilancia poblacional y sanitaria**, sin la cual no es posible conocer la evolución temporal del problema, ni medir los efectos de cualquier intervención.
2. Considerar la posibilidad de **estratificar** las intervenciones en función de distintas situaciones geográficas (zonificación), de gestión (compartimentación) o epidemiológicas.
3. Procurar emplear más de una herramienta de **forma integrada**, buscando efectos sinérgicos.

El primer punto, sobre vigilancia poblacional y sanitaria, se encuentra detallado en el apartado segundo del PATUBES. En cuanto al segundo punto, sobre estratificación, se plantean diferentes aproximaciones en los apartados 3.3.1 a 3.3.8 del plan. Finalmente, sobre control integrado, es importante señalar que sólo la acción sinérgica de todas las medidas conocidas permitirá alcanzar el éxito. Éste consistirá en una reducción de la presión de infección que permita alcanzar los objetivos de control de la TB en la cabaña ganadera, al tiempo que mejore la sanidad y calidad de la caza y reduzca los riesgos para especies emblemáticas.

Sin embargo, es necesario considerar nuevamente la diversidad de situaciones a las que se enfrentan los gestores de los programas de control de TB en España, particularmente en lo relativo a los reservorios silvestres. Por ello, parece oportuno estratificar las intervenciones en función de distintas situaciones. Un primer paso en este sentido es el mapa del apartado de revisión del PATUBES (Figura 1), que propone la división de las provincias españolas en cuatro categorías en función de la situación epidemiológica de la TB animal (ver también Tabla-resumen 10 al final del apartado 3).

En regiones de baja prevalencia (Regiones 1, 2 y 3; Figura 1), la principal actuación consiste en reforzar el programa de vigilancia (PNVSFS), siguiendo las recomendaciones elaboradas en este documento. Sin embargo, en Unidades Veterinarias Locales (UVL) con alta prevalencia en ganado bovino o donde existan casos confirmados de TB en fauna silvestre deben establecer planes de actuación específicos para evitar una extensión o agravamiento del problema. Estos planes podrían incluir acciones sobre la bioseguridad de las explotaciones ganaderas y actuaciones sobre las especies reservorio, sobre todo en relación con el aporte de alimento y el aumento de la presión cinegética de especies sensibles, principalmente, el jabalí. Asimismo, la vigilancia sanitaria debe reforzarse en otras especies silvestres susceptibles, como el tejón.

En zonas de alta prevalencia (Región 4 de la Figura 1) se deben desarrollar planes provinciales o comarcales de actuación, primando aproximaciones integradas que abarquen los tres ámbitos

posibles en control sanitario: prevención, actuación sobre reservorios y uso de bacterina cuando está se encuentre disponible.

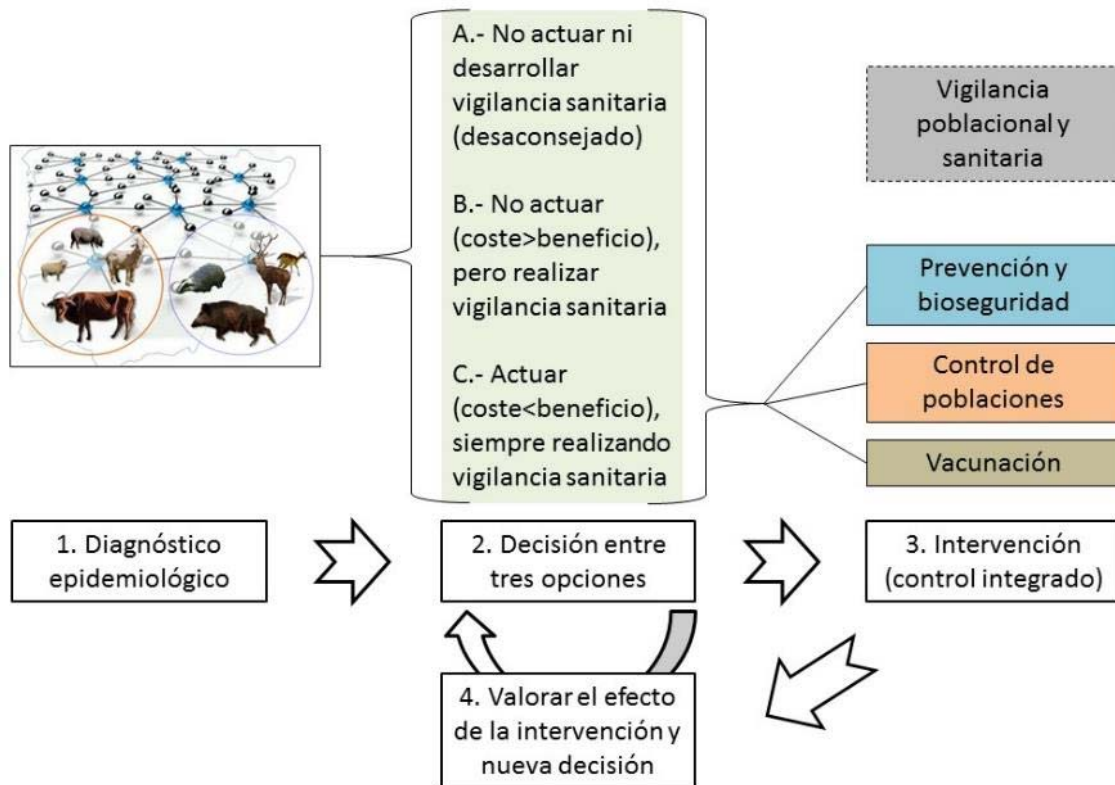


Figura 22.- Control sanitario en infecciones compartidas no transmitidas por vectores. La vigilancia sanitaria y poblacional es esencial; las opciones de control son múltiples y deberían aplicarse de forma integrada; y las decisiones deben (re) evaluarse en función de la relación coste-beneficio de las actuaciones.

Actividad	Bio-región atlántica	Cuadrante suroeste	Otras regiones peninsulares
Monitorización poblacional	Calcular anualmente densidades de tejón y jabalí en 1-2 zonas piloto por provincia, y registrar anualmente los resultados de caza de jabalí, ciervo, gamo (idealmente por coto, mínimo provincial).	Calcular anualmente densidades de jabalí, ciervo, gamo en 1-2 zonas piloto por provincia, y registrar anualmente los resultados de caza de jabalí, ciervo, gamo (idealmente por coto). Registrar al menos presencia/ausencia tejón en zonas de riesgo.	Calcular anualmente densidades de jabalí en 1-2 zonas piloto por provincia, y registrar anualmente los resultados de caza de jabalí, ciervo, gamo (idealmente por coto, mínimo provincial). Registrar al menos presencia/ausencia tejón en zonas de riesgo.

Monitorización sanitaria	Ver Tabla 7. Reforzar en lo posible el muestreo de tejón.	Ver Tabla 7.	Ver Tabla 7. Atención diferencial a los vallados cinegéticos
Planes de actuación	En UVL con alta prevalencia en ganado bovino o donde existan casos confirmados de TB en fauna silvestre, establecer planes de actuación específicos.	En zonas de alta prevalencia se deben desarrollar planes provinciales o comarcales de actuación, primando aproximaciones integradas.	En UVL con alta prevalencia en ganado bovino o donde existan casos confirmados de TB en fauna silvestre, establecer planes de actuación específicos.
Control de movimientos de caza (jabalí, ciervo, gamo)	Prohibir las sueltas en el medio natural de animales procedentes de la Región 4 (ver Figura 1).	Permitir movimiento de animales desde granjas cinegéticas con REGA y con control sanitario. Limitar el movimiento de animales desde cotos o espacios que no sean granjas con control sanitario (sólo dentro de un radio, sólo a otras poblaciones positivas), y exigirles REGA.	Exigir REGA y programas de control de TB en las granjas o explotaciones que pretendan trasladar animales.
Mejora de la bioseguridad en explotaciones ganaderas (principalmente bovino extensivo)	Evaluar y listar los riesgos e intervenir para mitigarlos: otros hospedadores domésticos o silvestres, comederos, cerramiento de prados, almacenes y naves, (...)	Evaluar y listar los riesgos e intervenir para mitigarlos: otros hospedadores domésticos o silvestres, puntos de agua, comederos, almacenes (...)	Evaluar y listar los riesgos e intervenir para mitigarlos: otros hospedadores domésticos o silvestres, comederos, cerramiento de prados, almacenes y naves, (...)
Gestión cinegética responsable	Procurar el aumento de la extracción por caza (cupos, temporadas, modalidades). Incidir en formación de los cazadores (residuos, problema sobreabundancia, etc.)	Procurar el aumento de la extracción por caza (cupos, temporadas, modalidades). Planes sanitarios para los vallados cinegéticos con aporte de concentrados.	Procurar el aumento de la extracción por caza (cupos, temporadas, modalidades). Incidir en formación de los cazadores (residuos, problema sobreabundancia, etc.)
Tratamiento de residuos de caza	Evitar que queden accesibles al jabalí. Opción preferible es llevarlos a casa y tratarlos como residuo doméstico. Si se depositan in situ, hacerlo en lugares visibles y accesibles para aves necrófagas.	Evitar que queden accesibles al jabalí. La elección de uno u otro método de gestión de los residuos de caza, depende de la categorización de los mismos por la Autoridad Competente en materia de sanidad animal de cada Comunidad Autónoma	Evitar que queden accesibles al jabalí. La elección de uno u otro método de gestión de los residuos de caza, depende de la categorización de los mismos por la Autoridad Competente en materia de sanidad animal de cada Comunidad Autónoma

Actuaciones sobre las especies reservorio: (I) reducir capacidad acogida	Prohibición total de la alimentación suplementaria, que no es tradicional. Limitación de la cantidad de concentrado usado en esperas.	Prohibición del aporte de concentrados salvo en vallados cinegéticos expresamente autorizados (con plan sanitario). Limitación de la cantidad de concentrado usado en esperas y cebado.	Prohibición del aporte de concentrados salvo en vallados cinegéticos expresamente autorizados (con plan sanitario). Limitación de la cantidad de concentrado usado en esperas y cebado.
Actuaciones sobre las especies reservorio: (II) control poblacional	Promover mayor extracción ampliando la temporada de caza y facilitando su ejercicio. Condicionar las ayudas y autorizaciones de caza a la realización de censos y al cumplimiento de unos cupos mínimos.	Aplicar planes sanitarios en vallados con aporte de concentrados. Incrementar la extracción en otros vallados y en terrenos abiertos. En éstos, condicionar las ayudas y autorizaciones de caza a la realización de censos y al cumplimiento de unos cupos mínimos. Facilitar la caza de jabalí, ciervo y gamo en terrenos ganaderos no declarados como coto de caza mayor.	Aplicar planes sanitarios en vallados con aporte de concentrados. Incrementar la extracción en otros vallados y en terrenos abiertos. Condicionar las ayudas y autorizaciones de caza a la realización de censos y al cumplimiento de unos cupos mínimos.
Bacterina		Administrar a jabalíes (cuando esté disponible) en el marco de planes integrados de control	

Tabla 10.- Resumen de las actuaciones recomendadas en relación con el control de la TB en relación con la fauna silvestre, en función de la región geográfica.

4.- COMUNICACIÓN E INTERACCIÓN CON LOS SECTORES

El control de la TB en fauna silvestre afecta de distinta forma a diversos grupos, principalmente ganaderos y cazadores, pero también veterinarios, conservacionistas y público general. Es fundamental contar con la complicidad de estos grupos. Un buen plan de comunicación también debe ayudar a facilitar la comprensión y coordinación entre compartimentos de la administración. Por ejemplo, implicar a salud pública en relación con los datos de inspección de ejemplares abatidos. Con respecto a medio ambiente, hay interacción en relación con los planes de ordenación cinegética y los permisos en cuestiones de bioseguridad (permisos para abatimiento de ejemplares, vallados y otras medidas de seguridad).

El flujo de información y comunicación de las acciones de PATUB se resume en la siguiente Figura.



Figura 23.- Flujo de la comunicación en relación con el control de la tuberculosis en fauna silvestre.

4.1.- Objetivo

Dar a conocer las actuaciones que se llevarán a cabo dentro de PATUBES, así como los motivos y su finalidad. Se trata de educar, informar y movilizar a los actores involucrados a favor del control de la TB animal.

4.2.- Público diana

4.2.1.- Comunicación interna

Funcionarios de las AAPP central y autonómicas en ganadería, medio ambiente y salud pública, implicados en el programa.

4.2.2.- Comunicación externa

- Cazadores, dueños y gestores de caza (y asociaciones)
- Veterinarios (y colegios)
- Ganaderos (y asociaciones)
- Conservacionistas (y asociaciones)
- OPIs y empresas involucradas
- Periodistas (y medios de comunicación)

4.3.- Estrategia

La comunicación de PATUBES debe empezar por un acuerdo entre AAPP, seguido de la necesaria comunicación interna. Todos los entes relacionados con el programa deben conocerlo, y la información que se dé debe ser homogénea para poderla comunicar de forma eficaz a los actores externos y poder responder ante ellos. En este punto, que los veterinarios de las AAPP que van a trabajar más directamente con cazadores y ganaderos entiendan las motivaciones del programa es fundamental para que lo puedan transmitir a los otros entes implicados. En ocasiones la información se va perdiendo a medida que va bajando escalas en la administración. Ese es un punto crítico a evitar para lograr que la información llegue a todos los agentes implicados.

Como ejemplo, la aparición de “leyendas urbanas” en el mundo ganadero en relación a la campaña de erradicación de la tuberculosis ha hecho mucho daño al prestigio de las pruebas diagnósticas. Ello ha generado una desconfianza en ellas y en el programa. Sin la confianza e implicación de los ganaderos, la erradicación de la TB no es posible. Revertir esa situación es difícil, pero a través de una buena estrategia de comunicación desde las AAPP se puede mejorar esa percepción.

Algunos científicos y profesionales veterinarios pueden ayudar a obtener credibilidad para PATUBES, actuando como socios estratégicos de las AAPP en la comunicación sobre control de TB. Fundamentalmente son dos:

1. Los **OPIs** involucrados cuentan con buena reputación, credibilidad e independencia, y por tanto son claves para que la información llegue de forma fiel a ganaderos, cazadores, conservacionistas y público general.

2. **Veterinarios y ADS**. Son una vía de comunicación directa con todos los ganaderos sometidos a programas, por tanto es un grupo de personas al que se debe comunicar muy bien el programa y sus motivos. Es importante que esa comunicación sea bidireccional, para que las AAPP puedan resolver las dudas de este grupo para que esas dudas no se transmitan a los ganaderos.

Junto a estos socios estratégicos, sería interesante idear un argumentario común para interactuar con el sector ganadero, cinegético y conservacionista, a fin de responder de forma uniforme y cohesionada a sus dudas y desconfianzas.

En comunicación es fundamental saber que todo hueco que se deje sin información lo rellenarán otros, por tanto es vital dar la información necesaria y hacerla accesible a los interesados.

4.4.- Contenidos

Para el éxito del programa, no es conveniente que se perciba PATUBES como una imposición de las AAPP sin unos objetivos claros que van a beneficiar a más de un sector, sino que es importante que todos los sectores entiendan la base y los objetivos del programa. La información debería llegar a todos los niveles (ej.: hasta empleados de ganaderos, guardas de caza, etc.).

En cada sector, los beneficios y necesidad de monitorizar y controlar la TB en la fauna pueden ser distintos, pero en todos los casos es primordial encontrar los argumentos para convencer al sector en cuestión. Para ello, lo primero es buscar las motivaciones que tiene cada sector para cumplir con PATUBES, de esta manera se facilitará mucho la adopción del programa.

Algunos de esos beneficios para cada sector se podrían resumir de la siguiente forma:

- Cazadores/gestores
 - Ventajas de una mayor sanidad en las fincas: menor mortalidad de jabalí, mejores trofeos de ciervo y gamo, etc.
 - Mejor preservación del entorno con densidades bajas
 - Caza más natural, más auténtica
 - Responsabilidad de cara al sector ganadero para así evitar conflictos
- Veterinarios (y colegios)
 - Responsabilidad de ser buenos profesionales
 - Velar por la salud pública y la sanidad animal
- Ganaderos (y asociaciones)
 - El hecho de que se implementen medidas en la caza es un argumento para que también en su sector aumente el esfuerzo en un buen control de la enfermedad (buenas instalaciones y buen cumplimiento del programa)
 - Los ganaderos pueden además participar activamente en el control de TB apostando por la bioseguridad
- Conservacionistas
 - Controlar la TB beneficia directamente al lince ibérico y al oso
 - Los residuos de caza, bien gestionados, suponen un recurso vital para las aves necrófagas (ej.: con la colocación de muldares portátiles)
- Periodistas y medios
 - Es importante que sepan dónde se encuentra la información oficial y/o contrastada relacionada con PATUBES para que la usen de esas fuentes. Toda información que no esté en MAPAMA/OPIs, la buscarán de otras fuentes cuya validez puede no estar contrastada y eso puede perjudicar al programa.
- Público general

- Importante que conozca que en España se toman medidas para controlar esta enfermedad.
- España lidera la I+D para el control de la TB y eso se debería comunicar mejor.

4.5.- Medios

En primer lugar, para el inicio de la comunicación interna y diseño de un ideario y argumentario, serán necesarias reuniones entre los OPIs implicados en el programa y las AAPP. Esas reuniones se deberían coordinar y liderar desde MAPAMA.

Los principales medios para la comunicación serán los siguientes:

- Reuniones con los socios estratégicos
 - Con el objetivo de unificar criterios y conseguir el apoyo de los veterinarios, ADS, ganaderos, sector cinegético y conservacionistas.
- Jornadas (comunicación interna)
 - Jornadas técnicas MAPAMA con las CCAA para la discusión del argumentario y unificación de criterios en cuanto al programa.
- Jornadas (comunicación externa)
 - Jornadas informativas del programa por regiones a asociaciones de cazadores, ganaderos y veterinarios. Si en estas jornadas se cuenta con el apoyo de los veterinarios (por haber hablado con ellos antes), ayudarán a reforzar la comunicación del programa a los cazadores y ganaderos.
- Redes sociales (Web MAPAMA, Twitter, Facebook)
 - Difusión del programa tanto a los agentes implicados como al público general (y periodistas)
- Vídeos sobre PATUBES (p.ej.: <https://www.youtube.com/watch?v=wa47eNETNno>), sobre aspectos concretos como bioseguridad, sobre epidemiología, sobre pruebas diagnósticas, etc. Son una muy buena herramienta (barata y eficaz) donde el lenguaje utilizado está perfectamente cuidado, por lo que evita confusiones y malas interpretaciones. Son una forma muy directa de llegar tanto a los entes implicados y se podrían añadir al canal de Youtube que MAPAMA ya tiene.
- Folletos informativos y otro material infográfico para ganaderos y sector de la caza, que se repartan en jornadas y cursos, y que estén disponibles en la Web de MAPAMA.

REFERENCIAS

Acevedo P, González-Quirós P, Prieto JM, Etherington TR, Gortázar C, Balseiro A (2014). Generalizing and transferring spatial models: A case study to predict Eurasian badger abundance in Atlantic Spain. *Ecological Modelling* 275: 1-8.

Acevedo P, Ruiz-Fons F, Vicente J, Reyes-García AR, Alzaga V, Gortázar C. 2008. Estimating red deer abundance in a wide range of management situations in Mediterranean habitats. *J Zool* 276: 37-47

Acevedo P, Vicente J, Hofle U, Cassinello J, Ruiz-Fons F, Gortazar C. 2007. Estimation of European wild boar relative abundance and aggregation: a novel method in epidemiological risk assessment. *Epidemiol Infect* 135: 519-527

Arenas-Montes A, García-Bocanegra I, Paniagua J, (...), Carbonero A, Arenas A (2013). Blood sampling by puncture in the cavernous sinus from hunted wild boar. *European Journal of Wildlife Research* 59: 299-303.

Barasona JA, Torres MJ, Aznar J, Gortazar C, Vicente J (2016). DNA detection reveals *Mycobacterium tuberculosis* complex shedding routes in its wildlife reservoir the Eurasian wild boar. *Transboundary and Emerging Diseases*, in press.

Balseiro A, Rodríguez O, González-Quirós P, Merediz I, Sevilla IA, Davé D, Dalley DJ, Lesellier S, Chambers MA, Bezos J, Muñoz M, Delahay RJ, Gortázar C, Prieto JM (2011) Infection of Eurasian badgers (*Meles meles*) with *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium avium* complex in Spain. *Veterinary Journal* 190(2):e21-5.

Boitani L, Trapanese P, Mattei L. 1995. Methods of population estimates of a hunted wild boar (*Sus scrofa* L.) population in Tuscany (Italy). *J Mt Ecol* 3: 204-208

Borkowski J, Palmer SF, Borowski Z. 2011. Drive counts as a method of estimating ungulate density in forests: mission impossible? *Acta Theriol* 56: 239-253

Buckland S.T., Anderson D.R, Burnham K.P., Laake J.L., Borchers D.L. & Thomas L. 2004. *Advanced Distance Sampling*. Oxford University Press, Oxford

Corner LAL, O'Meara D, Costello E, Lesellier S, Gormley E (2012). The distribution of *Mycobacterium bovis* infection in naturally infected badgers. *Veterinary Journal* 194: 166-172.

Crawshaw TR, Griffiths IB, Clifton-Hadley RS (2008). Comparison of a standard and a detailed postmortem protocol for detecting *Mycobacterium bovis* in badgers. *Veterinary Record* 163: 473-477.

Drewe y cols. 2010). , J.A., Tomlinson, A.J., Walker, N.J., Delahay, R.J. 2010 Diagnostic accuracy and optimal use of three tests for tuberculosis in live badgers *PLoS ONE* 5: e11196.

Gavier-Widén D, MM Cooke, J Gallagher, MA Chambers and C Gortázar (2009). A review of infection of wildlife hosts with *Mycobacterium bovis* and the diagnostic difficulties of the 'no visible lesion' presentation. *New Zealand Veterinary Journal* 57: 122-131.

Harris S, Cresswell P, Jefferies D. 1989. Surveying badgers. An occasional publication of the Mammal Society nº 9, 29 pp

Jiménez Ruíz S, García Bocanegra I, Cano Terriza D, Paniagua Risueño J, Miró Rodríguez F, Fernández Aguilar X, Lavín S, Carbonero Martínez A, Arenas Casas A, Arenas Montes A (2015). Evaluación de la extracción de sangre mediante punción del seno cavernoso de la duramadre en ungulados silvestres. 33º Encuentro Grupo de ecopatología en Fauna salvaje y de montaña, Libro de abstracts pp. 35.

Lara-Romero C, Virgós E, Revilla E. 2012. Sett density as an estimator of population density in the European badger *Meles meles*. *Mammal Rev* 42: 78-84

Martín-Hernando MP, Torres MJ, Aznar J, Negro JJ, Gandía A, Gortázar C (2010). Sampling strategy, lesion pattern and lesion distribution in naturally *Mycobacterium bovis* infected red deer and fallow deer. *Journal of Comparative Pathology* 142: 43-50.

Moreno-Opo R, Margalida A, Garcia F, Arredondo A, Rodriguez C, Gonzalez M. (2012). Linking sanitary and ecological requirements in the management of avian scavengers: effectiveness of fencing against mammals in supplementary feeding sites. *Biodivers Conserv* 21:1673-85.

Rowcliffe JM, Field J, Turvey ST, Carbone C. 2008. Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *J Appli Ecol* 45: 1228-1236

Royle JA, Chandler RB, Sollmann R, Gardner B. 2013. *Spatial Capture - Recapture*. Academic Press/Elsevier. 612 pages

Santos N, Geraldés M, Afonso A, Almeida V, Correia-Neves M (2010). Diagnosis of Tuberculosis in the Wild Boar (*Sus scrofa*): A Comparison of Methods Applicable to Hunter-Harvested Animals. *PLoS ONE* 5: e12663.

Santos N, Santos C, Valente T, Gortázar C, Almeida V, Correia-Neves M (2015). Widespread Environmental Contamination with *Mycobacterium tuberculosis* Complex Revealed by a Molecular Detection Protocol. *PLOS ONE* 10: e0142079.

Tuytens FAM, Long B, Fawcett T, Skinner A, Brown JA, Cheeseman CL, Roddam AW, MacDonald DW. 2001 Estimating group size and population density of Eurasian badgers *Meles meles* by quantifying latrine use. *J Appli Ecol* 38: 1114-1121

ANEXOS

Anexo 1. Tabla Excel para el registro de información sobre resultados fauna silvestre en el marco del PATUBES	I
Anexo 2. Esquema de contenidos del manual del cazador formado (borrador, en elaboración para APROCA)	II
Anexo 3. Esquema de contenidos para un plan de control sanitario para espacios naturales en el marco del PATUBES	III-V
Anexo 4. Tabla para la adecuación de los tipos de cotos existentes según a la legislación de las Comunidades Autónomas atendiendo a los niveles de riesgo frente a la Tuberculosis bovina propuestos en el PATUBES	VI-VII

Anexo 1

Tabla Excel para el registro de información sobre resultados fauna silvestre en el marco del PATUBES

Esta tabla puede encontrarse en el siguiente [vínculo](#).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Referencia	Ref. campo	Provincia	Localidad	Estrat. por riesgo	Estrat. geográfica	Métrica obo	E. edad	Sexo	Tipo muestreo	Sangre para suero	L.Motivos legítimos	Result. serológicos	Cultivos
1			Albacete		Valados cravatil con con capilares	Zona de alto riesgo		Borracho (1 año)	Hembra	Encuentro en el medio físico	Si			
2					Otros valados cravatil con	Zona de bajo riesgo		Joven (1-2 años)	Macho	Carrocería/parqueo	No			
3					Terneros salvajes			Adulto (3 años)	Desconocido					
4								Desconocido						
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														

Anexo 2

Esquema de contenidos del manual del cazador formado (borrador, en elaboración para APROCA)

BLOQUE 1: LA CAZA - GESTIÓN Y SANIDAD

- 1.1.- Principales especies cinegéticas y su situación en España
- 1.2.- Caza en España: modelos de gestión cinegética
- 1.3.- Aspectos sanitarios de la actividad cinegética
- 1.4.- Claves para una gestión cinegética responsable desde el punto de vista sanitario

BLOQUE 2. LA CARNE DE CAZA

- 2.1.- Modelos de aprovechamiento
- 2.2.- Características de la carne de caza (y sus elaborados)

BLOQUE 3. ACTUACIÓN DEL CAZADOR FORMADO

- 3.1. Evisceración y despiece
- 3.2. Reconocimiento de alteraciones
- 3.3. El cazador: cinco actuaciones clave

Esquema de contenidos para un plan de control sanitario para espacios naturales en el marco del PATUBES

Justificación

Cuando un espacio natural protegido tenga aprovechamientos ganaderos y se encuentre tuberculosis (TB) en la fauna silvestre del mismo, será necesario establecer un plan de control sanitario específico. En situaciones de baja prevalencia las principales actividades serán de monitorización sanitaria y poblacional. En casos extremos de muy alta prevalencia de TB en ambientes multi-hospedador, estos planes deberán contemplar medidas de intervención.

Estructura del plan

Un plan de control sanitario debe contener un apartado de monitorización, en el que se presenta la información sobre las poblaciones animales y su situación en relación con la TB, y un apartado de intervención, en la que se describen las acciones de control implementadas. La re-evaluación anual del plan, aportando nuevos datos de monitorización, permitirá evaluar la eficacia de las medidas implementadas en los periodos precedentes.

Monitorización

Especie	Tipo	Acción	Resultado	Observaciones
Jabalí	Poblacional	Registro de resultados de caza	Tendencias demográficas	La calidad de los datos de caza es muy variable entre regiones
	Poblacional	(idealmente) censo	Densidad absoluta	Costoso; metodologías en desarrollo (fototrampeo)
	Sanitario	Muestreo serológico	Seroprevalencia (buen indicador de prevalencia)	Puede complementarse con algunos cultivos con fines epidemiológicos
Ciervo y gamo	Poblacional	Censo	Densidad absoluta	Metodologías bien establecidas (método de distancias)
	Sanitario	Muestreo de suero y tejidos linfoides	Prevalencia de anticuerpos, de lesiones y de cultivo	Puede obviarse en favor del jabalí en zonas de baja prevalencia, pero debe incluirse en zonas de alta prevalencia
Tejón	Poblacional	Censo	Densidad absoluta	Metodologías bien establecidas (inventario de tejoneras + fototrampeo)
Ganado	Poblacional	Censo	Distribución y censo ganadero	Actualizar
	Poblacional	Movimientos y pastos compartidos	Origen y destino de traslados de bovinos, ovinos, caprinos y porcinos extensivos	

Bovinos	Sanitario	Saneamiento	Prevalencia de reactores a IDTB	Junto con la seroprevalencia de jabalí, principal indicador de resultados del plan de control
Otros ungulados domésticos	Sanitario	Seroprevalencia	Prevalencia de anticuerpos	

Intervención

Tipo	Acción	Resultado	Observaciones
Ninguna intervención	Sólo mantener la monitorización	Tendencias demográficas y de prevalencias	Reconsiderar en caso de que empeoren los indicadores sanitarios en jabalí o en bovino
Bioseguridad	Control de traslados; testados pre y post-movimiento en todas las especies relevantes objeto de traslado	Registro de traslados e incidencias; disminución del riesgo de introducción	
Bioseguridad	Gestión de residuos de caza: evitar el acceso del jabalí	Reducción del riesgo de transmisión entre especies	
Bioseguridad	Análisis de riesgos en explotaciones ganaderas e implementación de medidas correctoras	Información epidemiológica específica; colaboración ganaderos	Cumple tres funciones: (1) identificar riesgos locales; (2) realizar acciones concretas de mitigación y (3) implicar al ganadero en el control de TB
Control poblacional (jabalí, ciervo, gamo)	Incrementar la extracción; limitar el aporte de alimento (...)	Frenar el crecimiento demográfico de los hospedadores	
Inmunización (experimental, no disponible)	Inmunización oral de jabalíes	Reducir la incidencia en rayones, reducir la prevalencia en la población	Herramienta experimental no disponible en la actualidad
Zonificación	Definición del espacio natural como zona endémica de TB	Trato diferenciado en cuanto a traslados de fauna y ganado	A considerar en situaciones extremas

Re-evaluación periódica del plan

Anualmente en zonas de alta prevalencia, y periódicamente (cada 3 años) en las de baja prevalencia, se re-evaluará el plan, describiendo la evolución en el tiempo de los principales indicadores sanitarios (reactores bovinos a IDTB, tanto incidencia individual como prevalencia

de rebaños; prevalencia de jabalíes seropositivos) y de los principales indicadores poblacionales (al menos, resultados de caza de jabalí; idealmente, densidades de las especies relevantes). A la vista de los resultados de ambos indicadores pueden tomarse decisiones en cuanto a medidas de intervención.

Anexo 4

Tabla para la adecuación de los tipos de cotos existentes según a la legislación de las Comunidades Autónomas atendiendo a los niveles de riesgo frente a la Tuberculosis bovina propuestos en el PATUBES

TIPOS DE TERRENOS CINEGÉTICOS CONTEMPLADOS EN LA LEGISLACIÓN AUTONÓMICA	TIPOS DE COTO POR RIESGO FRENTE A TB - FIGURAS PROPUESTAS EN EL PATUBES			
	Riesgo 1.- Granjas cinegéticas y núcleos zoológicos	Riesgo 2.- Vallados cinegéticos con suplementación a base de concentrados	Riesgo 3.- Otros vallados cinegéticos	Riesgo 4.- Terrenos abiertos
ANDALUCÍA				
ARAGÓN				
ASTURIAS				
BALEARES				
CANARIAS				
CANTABRIA				
CASTILLA LA MANCHA				
CASTILLA Y LEÓN				

CATALUÑA				
EXTREMADURA				
GALICIA				
LA RIOJA				
MADRID				
MURCIA				
NAVARRA				
COMUNIDAD VALENCIANA				
PAÍS VASCO				
CIUDAD AUTÓNOMA DE CEUTA				
CIUDAD AUTÓNOMA DE MELILLA				