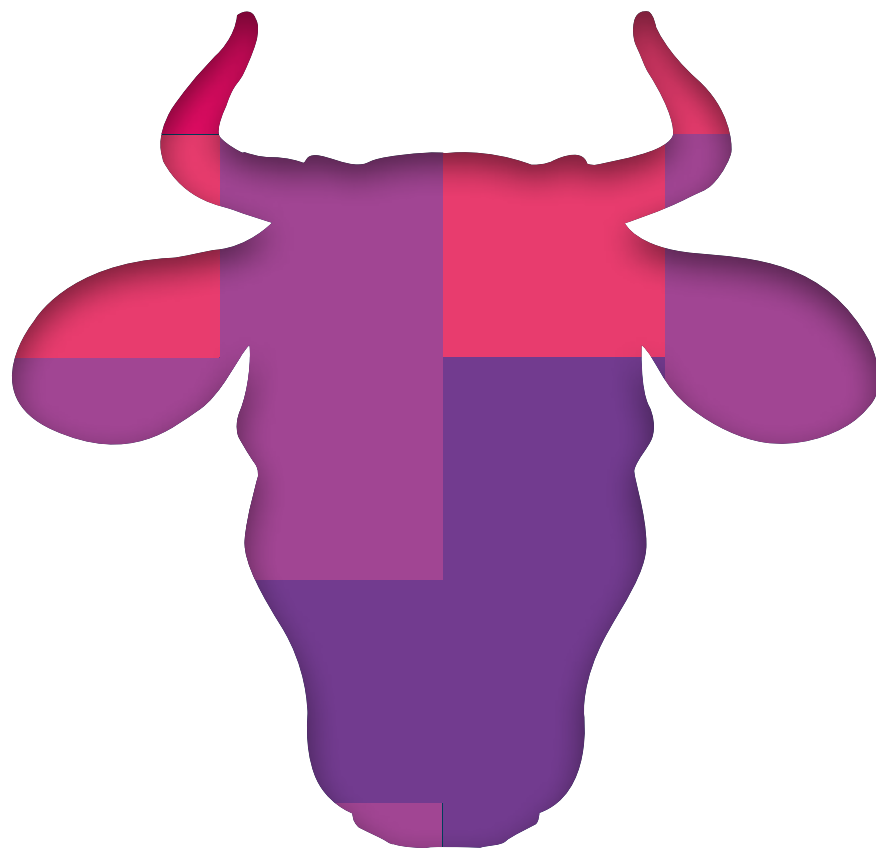


MANUAL

PARA LA ACTUACIÓN FRENTE A LA

TUBERCULOSIS

EN FAUNA SILVESTRE



Medidas de bioseguridad en explotaciones extensivas de ganado bovino



UNION EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



GOBIERNO
DE ESPAÑA

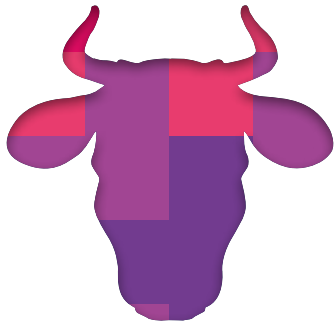


MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



PNDR
Programa Nacional
de Desarrollo Rural
2014-2020

Jordi Martínez-Guijosa, Pelayo Acevedo, Ana Balseiro,
Ignacio García-Bocanegra, José Luís Sáez-Llorente,
Joaquín Vicente, Christian Gortázar.



**MANUAL PARA LA ACTUACIÓN
FRENTE A LA TUBERCULOSIS
EN FAUNA SILVESTRE**

INTERACCIÓN ENTRE FAUNA SILVESTRE Y GANADO BOVINO

Ciconia ciconia

Bos taurus



**Medidas de bioseguridad
en explotaciones
extensivas de ganado
bovino**

Dama dama





UNION EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



PNDR
Programa Nacional
de Desarrollo Rural
2014-2020

Publicación financiada con cargo al Proyecto para la aplicación de medidas innovadoras para el diagnóstico precoz y control eficaz de tuberculosis en ganadería extensiva y fauna silvestre, desarrollado por el Grupo Operativo Supraautonómico Tuberculosis (GOSTU), cofinanciado al 80% con fondos FEADER y un importe total de 444.167,73€.

AGRADECIMIENTOS

Esta obra colectiva ejecutada por el Grupo Operativo Supraautonómico Tuberculosis (GOSTU) y coordinada desde el IREC, ha sido elaborada en el marco del Proyecto Innovador para el Diagnóstico Precoz y Control Integral de Tuberculosis en Ganadería Extensiva y Fauna Silvestre, cofinanciado por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural y el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, si bien, los conocimientos medidas aplicadas han implicado a muchos colegas dentro y fuera del Grupo, a los que expresamos nuestra gratitud. Gracias igualmente a todos los colegas que amablemente han cedido imágenes. Dez Delahay facilitó los vídeos de tejón, que agradecemos a la UK Animal and Plant Health Agency. Los fundamentos científicos y técnicos en los que se basa esta obra nacen de muchos proyectos, contratos y colaboraciones, entre los que nos gustaría destacar los siguientes:

- Desarrollo de protocolos de mitigación del riesgo de contacto y transmisión de enfermedades compartidas entre ganado y ungulados silvestres. MINECO AGL2013-48523. 2014-2017.
- Bioseguridad. Aplicación y seguimiento de programas de bioseguridad en explotaciones bovinas de carne. Ministerio de Agricultura - COVAP 2015-2017.
- Evaluación de protocolos de bioseguridad y de la gestión de ungulados en la transmisión de enfermedades compartidas ONEGEST. MINECO AGL2016-76358 2016-2019.
- Mejora de la bioseguridad en ganadería bovina extensiva del Valle de Alcudia (Proyecto Piloto Innovador en el ámbito de la Sanidad Animal y Vegetal). Consejería de Agricultura JCCM 2018-2022.
- Diseño, implantación y evaluación de programas sanitarios y de bioseguridad para la mitigación del riesgo de transmisión de la tuberculosis en el Ganado porcino extensivo en Extremadura. Junta de Extremadura-Grupo Solano 2018- 2019.
- Entender y cuantificar el efecto de la densidad de ungulados silvestres como determinante de patógenos emergentes multi-hospedador bajo una perspectiva de Salud Global WILD DRIVER. MINECO CGL2017-89866 2018-2021.
- Wildlife: collecting and sharing data on wildlife populations, transmitting animal disease agents ENETWILD OC/EFSA/ALPHA/2016/01. EFSA UE 2017-2023.
- Armonización de los datos poblacionales de la fauna silvestre en España: aplicaciones a la vigilancia sanitaria y control de enfermedades compartidas con el ganado. PID2019-111699RB-I00. Plan Nacional de Investigación 2020-2023.
- Contratos con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), Junta de Castilla y León, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Gobierno de Navarra, Generalitat de Cataluña y Xunta de Galicia.

MANUAL PARA LA ACTUACIÓN FRENTE A LA TUBERCULOSIS EN FAUNA SILVESTRE.

Medidas de bioseguridad en explotaciones extensivas de ganado bovino

Editores: Jordi Martínez-Guijosa, Pelayo Acevedo, Ana Balseiro, Ignacio García-Bocanegra, José Luís Sáez-Llorente, Joaquín Vicente, Christian Gortázar.

Coordinadores: Jordi Martínez-Guijosa, Christian Gortázar

Autores:

- **Introducción:** Alejandro Pérez Riquelme, Christian Gortázar y Jordi Martínez Guijosa
- **Gestión Ganadera Responsable:** Christian Gortázar y Jordi Martínez Guijosa
- **Agua:** Jose Ángel Barasona, Roxana Triguero y Joaquín Vicente
- **Alimento:**
 - **Riesgos asociados al aporte de alimento de volumen (paja, heno, ensilado y afines):** Christian Gortázar
 - **Riesgos asociados al aporte de alimento concentrado (tacos):** Jordi Martínez Guijosa, Vidal Montoro y Javier Fernández de Simón
 - **Riesgos asociados a la alimentación en tolvas:** Ana Balseiro
- **Suplementación mineral:** Jordi Martínez Guijosa
- **Almacenaje de alimento:** Jordi Martínez Guijosa, Patricia Barroso
- **Purines:** Jordi Martínez Guijosa, Vidal Montoro, Beatriz Cardoso
- **Gestión de pastos:** Olga Mínguez González, Jordi Martínez Guijosa y Saúl Jiménez Ruiz
- **Vallados:** Julio Isla, Jordi Martínez Guijosa
- **Ganado bovino como factor de riesgo:** Patricia Barroso, Beatriz Vaz de Freitas Cardoso y Christian Gortázar
- **Aprovechamientos cinegéticos de caza mayor en terrenos ganaderos y su entorno:** Christian Gortázar y Nicolás Urbani
- **El tejón:** Ana Balseiro, Pelayo Acevedo
- **Especies no incluidas en los programas sanitarios oficiales:** Patricia Barroso Seano y Jordi Martínez Guijosa
- **Comentarios finales:** Christian Gortázar y Jordi Martínez Guijosa

Fotografía: Jose Ángel Barasona, Christian Gortázar, Jordi Martínez Guijosa, Saúl Jiménez Ruíz, Ana Balseiro, Eduardo Laguna, Jose Francisco Lima Barbero, Patricia Barroso, Olga Mínguez González, Andrew Tryon, Julio Isla, Paddy Coleman, Victor Lizana, United Kingdom Animal and Plant Health Agency, Javier Ferreres, Beatriz Cardoso, Ignacio García Bocanegra, Grupo de Investigación en Sanidad Animal y Zoonosis (GISAZ, Córdoba), Jose Ardaiz y Daniel Jareño.

Gráficos: OIE, José Ángel Barasona, Joaquín Vicente, GISAZ, Ignacio García Bocanegra, Ricardo Carrasco García, Christian Gortázar y Jordi Martínez Guijosa.

Diseño y maquetación: Ático, Estudio Gráfico.

Imprime: Lince Artes Gráficas

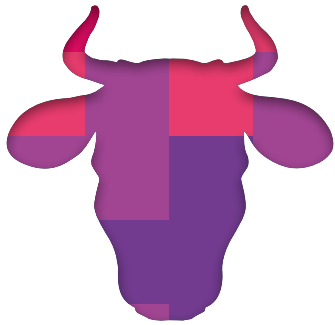
Reservado todos los derechos. «No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea mecánico, electrónico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del *copyright*.»

ISBN: 978-84-09-31650-2

Depósito Legal: CR 329-2021

ÍNDICE

0. INTRODUCCIÓN.....	11
1. GESTIÓN GANADERA RESPONSABLE	23
2. AGUA	29
3. ALIMENTO	45
4. SUPLEMENTACIÓN MINERAL.....	59
5. ALMACENAJE DE ALIMENTO	69
6. ESTIÉRCOLES Y PURINES.....	79
7. GESTIÓN DE PASTOS.....	87
8. VALLADOS.....	99
9. GANADO BOVINO COMO FACTOR DE RIESGO	109
10. APROVECHAMIENTO CINEGÉTICO DE CAZA MAYOR EN TERRENOS GANADEROS Y SU ENTORNO	117
11. EL TEJÓN	125
12. ESPECIES NO INCLUIDAS EN LOS PROGRAMAS SANITARIOS OFICIALES.....	133
13. COMENTARIOS FINALES.....	145
14. REFERENCIAS	148



INTRODUCCIÓN

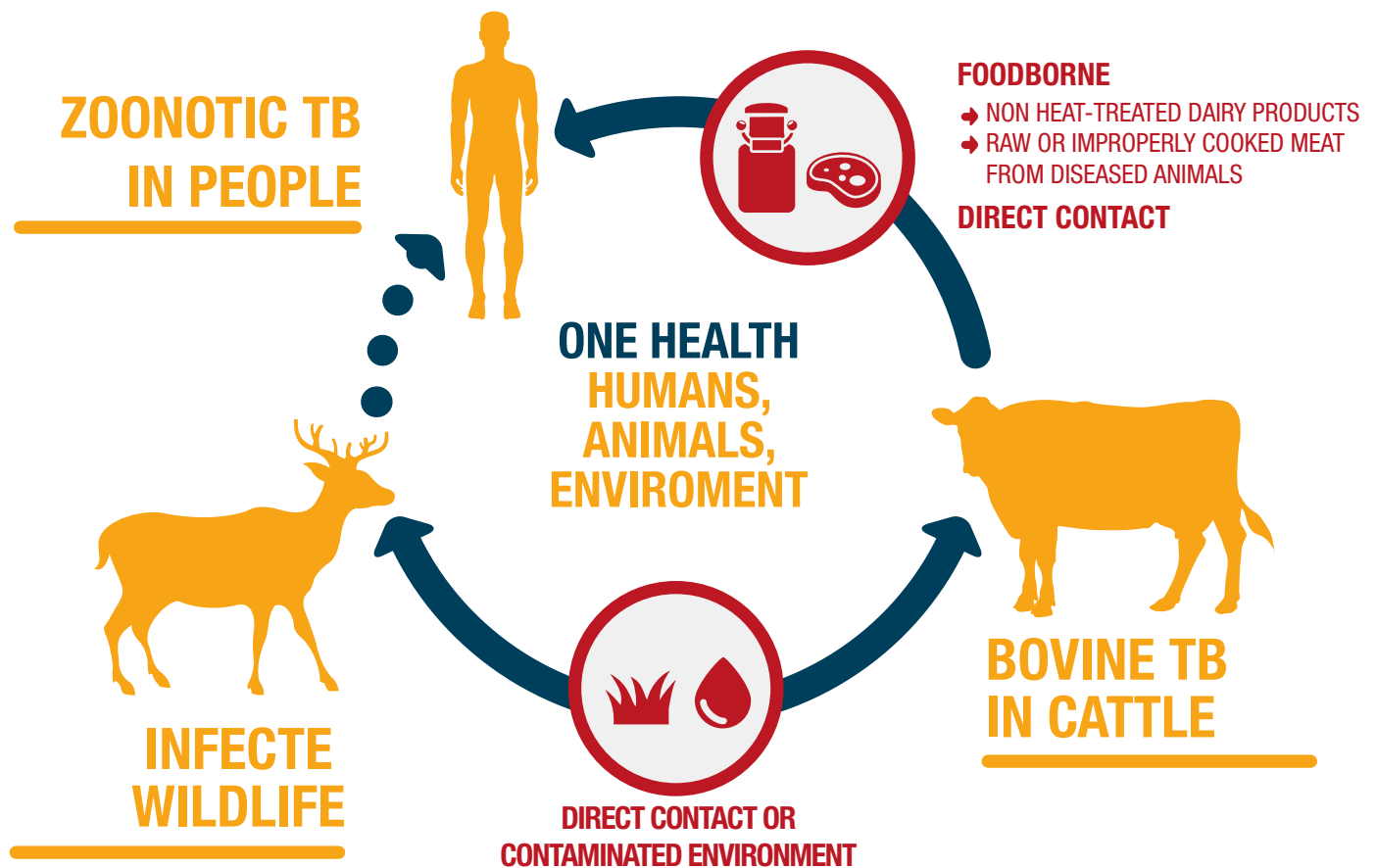


Figura 0.1.- Infografía del concepto One Health (“Una salud”) en relación a la tuberculosis zoonótica. Fuente: OIE, OMS, FAO.

Tuberculosis humana y tuberculosis animal o tuberculosis zoonótica

La tuberculosis animal, es una enfermedad infecciosa causada por el bacilo *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*) y otros bacilos emparentados, como *M. caprae*, que se engloban dentro del Complejo *Mycobacterium tuberculosis* (CMT), al que también pertenecen otras especies como *M. tuberculosis*, el principal

INTRODUCCIÓN

causante de la tuberculosis humana. Cuando hablamos de tuberculosis bovina nos referimos específicamente a la que afecta a esta especie animal. La micobacteria causante de la tuberculosis fue aislada por Robert Koch, médico y microbiólogo alemán, a finales de S. XIX (1882), reconociéndolo como el agente etiológico de la enfermedad (“bacilo de Koch”). La tuberculosis es una enfermedad de distribución mundial, que afecta a multitud de especies y que puede transmitirse por contacto directo o indirecto. Se trata de una zoonosis, ya que puede transmitirse entre humanos y animales, razón por la que se considera un problema de salud pública.

La tuberculosis, también denominada “tisis” o “peste blanca”, ha supuesto históricamente en Europa una de las enfermedades infecciosas con mayor impacto en la mortalidad en humanos hasta principios del S. XX, afectando a personajes como el escritor Robert Louis Stevenson, el científico Ramón y Cajal o el rey Alfonso XII. Para luchar contra este problema, a partir de los años '20 del siglo pasado se implantaron una serie de medidas, como la pasteurización de la leche o programas de control sanitario en ganado vacuno basados en el diagnóstico de animales infectados y en la inspección *post mortem*. Gracias a estas medidas se consiguió una reducción drástica de los casos tanto en humanos como en bovinos.

Aunque *M. tuberculosis* es el principal agente etiológico de la tuberculosis en humanos, *M. bovis* y otros pueden causar la enfermedad zoonótica. A nivel global, la tuberculosis zoonótica tiene una repercusión relevante a nivel de salud pública en ciertas regiones, principalmente en África y el Sudeste asiático. A nivel europeo, gracias a las campañas de saneamiento del ganado, así como a los tratamientos y medidas de bioseguridad en la leche, la tuberculosis



zoonótica es hoy una infección rara, con sólo 170 casos confirmados en 2018, siendo la tasa de infección media entre 2014-2018 reportada de entre 0,04-0,05 casos por cada 100 mil habitantes. Otro problema importante asociado a la tuberculosis es el desarrollo de resistencias antimicrobianas. Existen cepas de micobacterias súper resistentes frente a antibióticos que dificultan en gran medida el tratamiento de los pacientes humanos.

La Organización de Naciones Unidas (ONU) ha incluido la lucha contra la tuberculosis dentro de sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con el objetivo de erradicarla en un futuro próximo, junto con otras enfermedades humanas como la malaria o el SIDA. Para ello, la OMS y la FAO han puesto en marcha, junto con la Organización Internacional de Epizootias (OIE), una estrategia para poner fin a la tuberculosis a través de un enfoque “One Health” (Una Salud, o Salud Global), que aborde la enfermedad tanto en animales como en humanos.

La lucha contra la tuberculosis bovina en Europa y en España

Las medidas de control de la tuberculosis animal en los Estados Miembros (EEMM) de la Unión Europea (UE) se centran en la especie bovina y se ejecutan a través de Programas Nacionales de Erradicación de Tuberculosis Bovina (PNETB), que tienen como objetivo fundamental reducir las pérdidas económicas debidas al descenso en la producción que ocasiona la enfermedad en el ganado vacuno, aunque al tratarse de una enfermedad zoonótica, la lucha contra esta enfermedad es importante también por sus implicaciones en la sanidad pública. La prevalencia media de la tuberculosis bovina en las explotaciones de vacuno en Europa es del 0,9%, aunque presenta una variabilidad muy alta incluso a nivel nacional. Existen EEMM (centro y norte de Europa) que están oficialmente libres (aunque el patógeno pueda mantener su presencia), mientras que en otros la enfermedad está presente de manera endémica. En algunos países (España, Italia, Portugal y Reino Unido) existen regiones oficialmente libres.

El objetivo de los PNETB en Europa es aumentar rápidamente el porcentaje de rebaños libres de tuberculosis bovina para lograr el reconocimiento de regiones oficialmente indemnes a la tuberculosis bovina (“Officially Tuberculosis Free” u “OTF”), previamente a la erradicación final de la enfermedad. Este estatus se puede alcanzar en una región o país cuando la prevalencia de rebaños infectados es inferior al 0,1% durante 6 años consecutivos, es decir, con al menos un 99,9%

INTRODUCCIÓN

de los rebaños oficialmente indemnes. La UE incluye dentro de sus presupuestos comunitarios la cofinanciación de los programas de erradicación de enfermedades animales, entre los que se incluye la tuberculosis bovina. Durante el periodo 2009-2014 se destinó un total de 346,4 millones de € para los PNETB, lo que representa un 26,2% del presupuesto total destinado a los programas de erradicación de enfermedades animales durante ese periodo. Los PNETB que se llevan a cabo en todos los EEMM están regulados principalmente por la Directiva del Consejo 78/52/CE. Esta directiva establece unos parámetros comunes y unos requisitos mínimos que deben cumplir las explotaciones de ganado bovino en la UE para el movimiento de animales según su clasificación sanitaria: T1 (no incluidas en el programa); T2 (no indemnes), que puede ser a su vez TS o TR; T3 (indemnes). En el caso de España, la definición de un rebaño “oficialmente libre de tuberculosis bovina” está reflejada en el Anexo I del Real Decreto 1716/2000.

Factores de riesgo para la tuberculosis bovina

Existen multitud de factores que pueden influir en la epidemiología de la tuberculosis bovina, cuya importancia a la hora de mantener y transmitir la enfermedad es muy variable dependiendo del contexto, lo que resulta clave a la hora de llevar a cabo los programas de lucha y control. Por ejemplo, las explotaciones con antecedentes de casos positivos son más susceptibles a la aparición de nuevos casos que aquellas en las que nunca se han detectado casos en el pasado. Otros factores que debemos considerar son la aptitud productiva, que suele ir asociada al tipo de explotación (más intensiva en la de leche y más extensiva en la de carne), y el tamaño de la explotación. Por lo general, las explotaciones de carácter extensivo son más susceptibles de sufrir nuevos brotes de tuberculosis, especialmente en zonas donde existen reservorios silvestres. Independientemente de las características de la explotación, algunos factores clave en la epidemiología de la tuberculosis bovina son:

- Infección residual: se refiere a bovinos infectados que permanecen en la explotación tras dar un resultado negativo o inconclusivo a las pruebas diagnósticas oficiales, y que ayudan a mantener la enfermedad en la explotación.
- Movimiento de ganado: se refiere a los animales que se mueven entre explotaciones. El movimiento de animales bovinos entre distintas regiones es una práctica muy habitual a pesar de que representa una de las causas principales de aparición de nuevos brotes de tuberculosis bovina.

- Fauna silvestre: se ha demostrado que la fauna silvestre puede actuar como reservorio natural de *M. bovis* y otros miembros del CMT y ser una fuente de transmisión de al ganado vacuno.
- Bioseguridad: hace referencia a las medidas que se llevan a cabo en una explotación y su entorno para impedir la transmisión de una enfermedad infecciosa, tanto entre animales dentro de la propia explotación como por la introducción del agente infeccioso desde el exterior.

Un estudio reciente, basado en una evaluación de riesgos cualitativa a partir del análisis de los datos de 3.819 brotes detectados durante el periodo 2014-2016, identificó las infecciones residuales y las interacciones con fauna silvestre como las causas más frecuentes de brotes de tuberculosis (36% cada una), seguidas de la compra de ganado infectado (14%) (Ciaravino et al., 2021). En efecto, la tuberculosis animal no es solamente un problema de salud pública y de ganaderos. También merma la producción de caza mayor y afecta al lince ibérico, nuestro predador más emblemático. En consecuencia, a los sectores de la caza y la conservación también les interesa su control.

La tuberculosis es una infección multi-hospedador

Los ungulados domésticos, así como jabalíes, ciervos, gamos y tejones son hospedadores preferentes para este bacilo. La tuberculosis es, por tanto, una enfermedad multi-hospedador. 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, considerándose el propio bovino seguido del jabalí los más relevantes en zonas de alta prevalencia de la Península Ibérica. 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, el jabalí, el ciervo o el tejón tendrían cierto papel epidemiológico, a valorar en cada situación. En cualquier caso, resulta fundamental entender que la tuberculosis debe controlarse de forma integral, abarcando todas las especies animales implicadas, domésticas y silvestres, en cada situación.

INTRODUCCIÓN

• Jabalí

En ambientes mediterráneos de España y Portugal, el jabalí constituye un importante reservorio de CMT, pudiendo alcanzar prevalencias de infección superiores al 80% en algunas situaciones. Los niveles de prevalencia varían mucho, pero tienden a ser inferiores al 10% en la mitad norte, y superiores al 50% en la mitad sur peninsular. La infección puede tener lugar a edades muy tempranas, durante el primer verano de vida, 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. Un tercio de la mortalidad de los jabalíes del centro-sur de España se debe a tuberculosis generalizada. Estos individuos pueden excretar micobacterias por saliva, heces e incluso orina.

• Ciervo y gamo

Ciervos y gamos suelen presentar prevalencias de infección muy inferiores a las del jabalí, pero, excepcionalmente pueden alcanzar valores próximos al 50%. En el norte peninsular es raro encontrar tuberculosis en ciervos o gamos. En el sur, sin embargo, no es infrecuente encontrar prevalencias en torno al 10-15%. En ambientes mediterráneos, un tercio de los ciervos con infección confirmada por cultivo presenta tuberculosis generalizada. 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. Igual que en el jabalí, la excreción se produce por vía oral y fecal, y se han encontrado casos de excreción urinaria.

• Tejón

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, también en España. Los tejones presentan frecuentemente lesiones



tuberculosas externas, por drenaje desde linfonodos subcutáneos o por contaminación de heridas por mordedura. También pueden presentar lesiones pulmonares y lesiones renales, ambas igualmente compatibles con la excreción de micobacterias por distintas vías. En España, es probable su implicación, al menos local, en el ciclo del CMT, particularmente en regiones con cierta abundancia de este mustélido.

Otras especies silvestres, como el corzo, la cabra montés o el zorro, no tienen relevancia epidemiológica en comparación con las anteriores.

• Ganado

Aunque parezca una obviedad, es importante señalar que el ganado bovino es, probablemente, el principal reservorio de CMT. Las zonas geográficas con mayor prevalencia de tuberculosis bovina se encuentran en el cuadrante suroeste peninsular. En cuanto a las demás especies domésticas, cabras, ovejas, cerdos y camélidos pueden mantener y transmitir CMT. En ocasiones, estas especies conviven en la misma instalación o comparten zonas de pasto con el ganado bovino.

- Oveja: si bien presenta una susceptibilidad menor que el bovino, también puede infectarse y desarrollar lesiones. En explotaciones mixtas y pastos compartidos, las ovejas podrían actuar como potencial reservorio de la enfermedad.
- Cabra: ha demostrado tener una susceptibilidad especialmente alta a la infección por *M. bovis*, por lo que representa un reservorio potencial de la enfermedad en bovino en explotaciones mixtas o pastos compartidos. Por esta razón, en algunas regiones con un elevado censo caprino existen programas específicos de erradicación.
- Cerdo: al igual que su ancestro, el jabalí, el cerdo es susceptible de infectarse, por lo que en las regiones donde se mantiene a poblaciones de estos animales en extensivo y donde conviven con ganado bovino, podrían tener un papel como reservorio similar al jabalí.
- Alpaca (*Vicugna pacos*): este camélido sudamericano, muy emparentada con la llama (*Lama glama*), se ha convertido en un animal exótico relativamente popular. Es susceptible a la infección por *M. bovis*, y, por esta razón, en explotaciones de Reino Unido donde esta especie convive con ganado bovino es sometida también a pruebas diagnósticas adaptadas.

En la Península Ibérica, de cada 100 animales infectados con el complejo, se estima que 50 son especies ganaderas y 50 son especies silvestres.

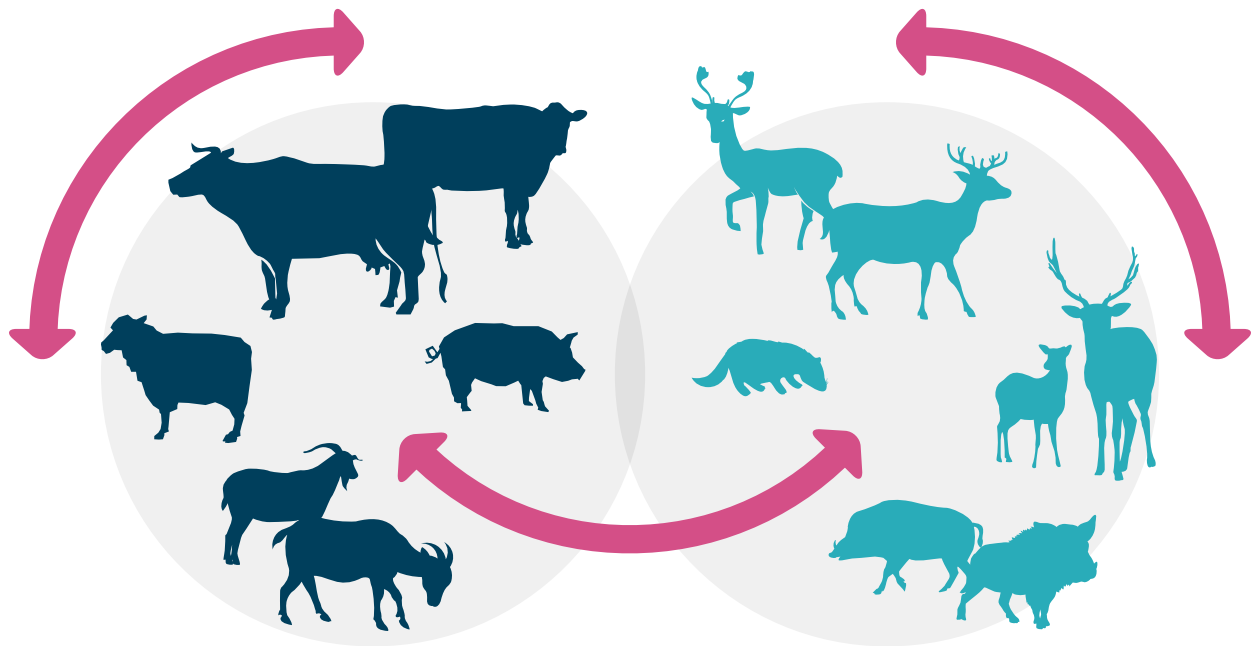
INTRODUCCIÓN

Figura 0.2.- 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.

La transmisión entre especies es indirecta

Las micobacterias causantes de la tuberculosis son capaces de sobrevivir durante algún tiempo en el medio ambiente, pero sólo se multiplican con éxito cuando infectan a determinados mamíferos. Esta capacidad de supervivencia ambiental es clave para entender la transmisión indirecta y el mantenimiento del patógeno en ambientes complejos, con participación de múltiples especies hospedadoras. En áreas mediterráneas de Portugal con alta prevalencia se detectó 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. En Doñana (Huelva) y en el Valle de Alcudia (Ciudad Real), dos zonas de alta prevalencia, se encontró ADN del CMT en el 10% de las muestras de agua y el 50% de las 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.

Además de la especie bovina, otras ocho especies (jabalí, ciervo, gamo, tejón, cabra, oveja, cerdo y alpaca) son capaces de excretar micobacterias por distintas vías. Los contactos directos entre individuos de distintas especies son infrecuentes salvo en explotaciones ganaderas mixtas. En consecuencia, la transmisión de CMT entre especies 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 torno a comederos y lugares estacionalmente ricos en alimento, como 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.

Nuevas herramientas para el control de la tuberculosis en España

Toda la información anterior se recoge en el libro blanco llamado Plan de Actuación para la TUBerculosis en Especies Silvestres (PATUBES). Este documento, accesible en la web del Ministerio de Agricultura, contiene abundante información sobre la epidemiología de la tuberculosis animal en España, con especial atención a la importancia y posibilidades de control en animales silvestres.¹

En cuanto a la regulación efectiva, existen varios Reales Decretos que afectan a los traslados de fauna silvestre, a la gestión de residuos de caza y a la bioseguridad:

• Traslados

En España, el traslado de especies silvestres y cinegéticas está regulado por el Real Decreto 1082/2009, 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 la fauna silvestre.

¹https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/patubes2017_3_tcm30-378321.pdf

INTRODUCCIÓN

· **Gestión de residuos de caza mayor**

Una cuestión importante a la hora de minimizar el riesgo de transmisión de tuberculosis derivado de la caza es la gestión de subproductos o materiales procedentes de especies cinegéticas denominados como SANDACH (Subproductos Animales No Destinados al Consumo Humano). Aunque el Real Decreto 1528/2012 ya regulaba previamente estos subproductos, debido a los distintos intereses de las partes implicadas en esta materia (ganaderos, cazadores y conservacionistas), fue necesario diseñar una regulación específica para los subproductos específicos derivados de la caza mayor, contemplada en el Real Decreto 50/2018, que los clasifican en 3 categorías según su nivel de riesgo:

- a) **Subproductos de categoría 1:** todas las piezas y despojos de animales silvestres procedentes de la caza cuando se sospeche que están infectados con enfermedades transmisibles a los seres humanos o animales.
- b) **Subproductos de categoría 2:** subproductos procedentes de la caza distintos a los de categoría 1 y 2.
- c) **Subproductos de categoría 3:** todas las piezas y despojos de animales silvestres procedentes de la caza que sean apto para el consumo humano, pero que no se destinen a este fin por motivos comerciales.

La gestión de los SANDACH procedentes de cacerías se realiza en base a su categoría. Por norma general, podrán eliminarse mediante incineración o enterramiento de la manera adecuada, o destinarse a producción de abono o biogás, alimentación animal (pequeños animales) o alimentación de aves necrófagas (muladares), salvo los de categoría I, que deberán eliminarse exclusivamente mediante incineración.

· **Bioseguridad en terrenos cinegéticos**

En referencia a los espacios para la explotación de especies cinegéticas a los que hace referencia el Real Decreto 138/2020, se categorizan de la siguiente forma:

- a) **Espacios de categoría I:** granjas cinegéticas y núcleos zoológicos que disponen de instalaciones adecuadas para el manejo de los animales y la realización de pruebas sanitarias destinadas a la reproducción o cría.
- b) **Espacios de categoría II:** terrenos cinegéticos que disponen de una cerca impermeable perimetral para los animales, con aporte sistemático de alimento o de agua.

- c) **Espacios de categoría III:** terrenos cinegéticos que disponen de una cerca impermeable perimetral para los animales, sin aporte sistemático de alimento o de agua.
- d) **Espacios de categoría IV:** terrenos cinegéticos no incluidos en las categorías I, II y III, así como los espacios protegidos donde sus gestores aplican un programa de control de ungulados.

De manera general, los espacios con delimitación perimetral y que realicen aporte de alimento o agua tendrán la obligación de realizar pruebas diagnósticas con periodicidad anual a un número representativo de animales, según la especie. Por otro lado, los gestores de los espacios cinegéticos de categoría III que cuenten con aprovechamiento de ganado bovino, deberán asegurarse de que estos son selectivos para las especies cinegéticas, de manera que evitan su uso compartido por el ganado.

El RD 138/2020 también especifica los requisitos de bioseguridad necesarios para estas explotaciones en base a su nivel de riesgo, acorde al nivel medio de prevalencia de tuberculosis en rebaños bovinos y fauna silvestre durante un periodo previo de 2 años:

- a. **Riesgo moderado (prevalencia del 1-3%):** consistirán fundamentalmente en el establecimiento de comederos y bebederos selectivos para ganado bovino (vallados, pasos canadienses, etc.) que impidan el acceso de la fauna silvestre a los mismos y en el refuerzo de los controles de bioseguridad (cerramientos de las instalaciones, limpieza y desinfección, etc.).
- b. **Especial riesgo (prevalencia >3%):** las mismas medidas relativas a las explotaciones cinegéticas con la categoría de riesgo moderado, además de la realización de auditorías de bioseguridad periódicas que verificarán en los siguientes puntos: características de la explotación (superficie, censos, alimentación, antecedentes de brotes de tuberculosis, etc.), visita de campo (vallado, abundancia de fauna silvestre, etc.), documentación gráfica obtenida mediante uso de técnicas como el fototrampeo, evaluación de riesgos y propuesta de medidas de refuerzo de bioseguridad (cerramientos y estructuras selectivas, manejo del ganado, uso de pastos, etc.).

• **Herramientas de diagnóstico**

En el ganado bovino, las herramientas para el diagnóstico de tuberculosis se han estado desarrollando y aplicando durante décadas, y son bien conocidas. Principalmente incluyen las pruebas basadas en inmunidad celular para el diagnóstico *in vivo*, así como el cultivo y la PCR para el diagnóstico *post mortem*.

INTRODUCCIÓN

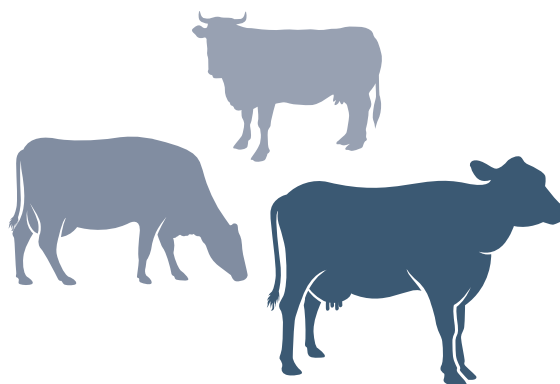
En las especies ganaderas no bovinas y en los hospedadores silvestres como el jabalí, ciervo, gamo y tejón, también existen herramientas diagnósticas, si bien algunas de ellas son experimentales. Entre ellas las nuevas técnicas ELISA resultan muy prometedoras en especies no bovinas, y también están en desarrollo distintas técnicas que permiten detectar la presencia de micobacterias del CMT en muestras ambientales o sobre animales vivos con diversas utilidades, como la determinación de factores de riesgo por utilización de pastos, cuantificar la excreción de micobacterias por hospedadores infectados o determinar la contaminación de puntos de agua.

• Posibilidades de intervención

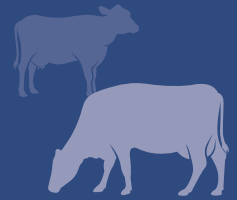
A lo largo de los capítulos que siguen a esta introducción, se exponen y desglosan desde un enfoque práctico todas las estrategias para el control y prevención del riesgo de tuberculosis derivado de la presencia de reservorios silvestres disponibles hasta la fecha. A este respecto, el PATUBES ha constituido un espaldarazo importante a la hora de enfocar la situación de la tuberculosis animal en España desde una perspectiva más holística, poniendo de relevancia la necesidad de establecer medidas de lucha específicas para la fauna silvestre que complementen al Programa nacional de erradicación de la Tuberculosis bovina.

Otro aporte reciente de importancia consiste en la actualización y mejora del programa de Vigilancia Sanitaria de Fauna Silvestre (también en el PATUBES), siendo un paso clave para disponer de los datos de abundancia y prevalencia necesarios para la toma de decisiones de gestión, así como para valorar el efecto de futuras intervenciones.

Con todo expuesto, y a la luz del conocimiento científico disponible, este manuscrito pretende ser un manual de campo para todos aquellos profesionales del sector (gestores, veterinarios, ganaderos, cazadores, etc.), que, desde un enfoque técnico y aplicado, los guíe en su respectivo papel en la lucha frente a la tuberculosis animal a través de la gestión sanitaria integrada de la ganadería extensiva y la fauna silvestre.



1 GESTIÓN GANADERA RESPONSABLE



Ganadería extensiva y tuberculosis

La ganadería extensiva es una forma de vida, una actividad que ha moldeado el paisaje y la idiosincrasia de las gentes a lo largo de toda nuestra geografía, pero que, como oficio, necesita de una rentabilidad económica sostenible en el tiempo. Este hecho es de especial relevancia en comarcas poco industrializadas donde genera actividad económica, y produce beneficios paisajísticos y de conservación al contribuir al mantenimiento de los ecosistemas de pastizal y al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Una parte fundamental para asegurar la perdurabilidad de la ganadería extensiva es aquella referente a la sanidad animal. Actualmente, uno de los mayores enemigos de esta ganadería, particularmente del bovino, es la tuberculosis. Por ello, desde hace décadas se realizan saneamientos a todos los rebaños de bovino, sin excepción, para eliminar a los animales positivos. Estas campañas de control de la enfermedad constituyen un esfuerzo titánico y continuado.

El Programa nacional de erradicación de la Tuberculosis bovina² 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. Con todo, y aunque se ha progresado muchísimo, España no termina de alcanzar su objetivo final: la erradicación. Por ello, a pesar del éxito de los programas, la visión de muchos ganaderos es pesimista. ¿Por qué siguen apareciendo vacas positivas cada año? La respuesta no es sencilla y seguramente admite tantos matices como explotaciones ganaderas hay en España. Sin embargo, los estudios científicos han permitido identificar algunos factores de riesgo:

1. Mantener bovinos infectados en la explotación, por no testar todos los animales censados, o por no hacer correctamente la intradermotuberculinización (IDTB), por ejemplo, al realizar la prueba en la paletilla en lugar de la parte anterior del cuello.
2. No disponer de instalaciones adecuadas (mangas de manejo, etc.) para la correcta realización de las pruebas.

² https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/sanidad-animal/enfermedades/tuberculosis/Tuberculosis_bovina.aspx



Figura 1.1.- Visita de campo para la evaluación de bioseguridad en una ganadería de bovino en extensivo de la comarca del Pallars Sobirà. La gestión ganadera responsable propone utilizar de forma eficaz y sostenible los recursos naturales y ganaderos para garantizar la rentabilidad económica, compatibilidad ecológica y seguridad sanitaria de la ganadería extensiva.

3. Comprar o intercambiar bovinos, o compartir pastos o aguas con otros rebaños de sanidad no contrastada.
4. Presencia en la explotación, o en explotaciones colindantes, de otras especies domésticas infectadas.
5. Contacto directo o indirecto (charcas, comederos) con especies silvestres infectadas.

La tuberculosis es un problema complejo, rodeado de mitos. Es, además, un problema de todos, no de la administración, siendo el sector ganadero el principal beneficiario de la correcta aplicación del programa de erradicación. Gracias a él, más del 98% de nuestros ganaderos de bovino pueden mover libremente sus animales por toda la Unión Europea y otros países con los que comerciamos con animales vivos.

Urge, por tanto, ayudar a los ganaderos con problemas. Si todos los actores implicados (administración, ganaderos, cazadores y conservacionistas, científicos...) abordan el problema de manera conjunta, asumiendo que la tuberculosis debe controlarse en todas las especies animales implicadas, domésticas y silvestres, habremos avanzado mucho. Las administraciones, por ejemplo,























van ampliando su vigilancia a las especies no-bovinas. Los ganaderos deben aprovechar al máximo los programas oficiales de erradicación, poniendo todos los esfuerzos de su parte. Pueden, además, complementar activamente esos programas con la implementación de mejoras de bioseguridad en sus explotaciones: de ahí el presente manual.

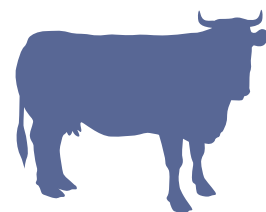
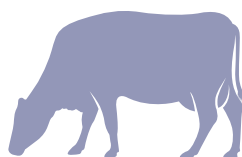
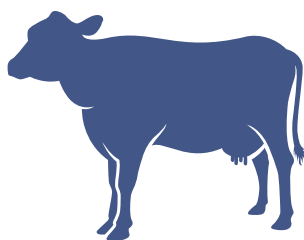
Recientemente, han surgido nuevas herramientas, como el PATUBES o el R.D. 138/2020 sobre actuaciones sanitarias en especies cinegéticas. En esencia, estas iniciativas tratan de establecer medidas para monitorizar de forma adecuada el estado sanitario y poblacional de los reservorios silvestres en España, y para prevenir la transmisión de las micobacterias del Complejo *M. tuberculosis* entre el ganado y la fauna silvestre. Dentro de este enfoque integral necesario para el control de la tuberculosis, la bioseguridad en explotaciones ganaderas de bovino en extensivo juega un papel crucial, buscando reducir la probabilidad de interacción entre los reservorios que cohabitan en los hábitats ganaderos en extensivo de la Península Ibérica para controlar así la transmisión de patógenos, concretamente las micobacterias causantes de tuberculosis. En este manual, se abordan de forma sistemática las diversas fuentes de riesgo a las que deben atender los planes de bioseguridad en ganadería extensiva, y se desglosan las medidas de mitigación desarrolladas hasta la fecha así como las posibles estrategias a seguir en aquellos casos en los que no hay información científica previa disponible.



GESTIÓN GANADERA RESPONSABLE

La siguiente tabla resume los factores de riesgo que determinan mayores prevalencias de tuberculosis, según la situación:

Factor de riesgo	Norte peninsular, terrenos abiertos, baja densidad de reservorios silvestres	Terrenos vallados y espacios naturales con sobreabundancia de ungulados
Agua		
Alimento		
Suplementación mineral		
Almacenaje de alimento		
Purines		
Gestión de pastos		
Vallados		
Ganado bovino		
Aprovechamiento cinegético		
Tejón		
Reservorios domésticos no bovinos		



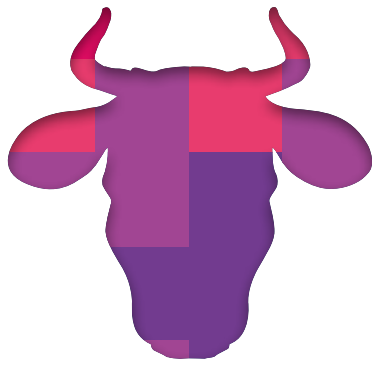
Gestión ganadera responsable

En este contexto nace el concepto de gestión ganadera responsable. Con él, nos referimos a la gestión inteligente de los recursos naturales y ganaderos para un aprovechamiento eficaz y sostenible de los mismos, tanto a nivel económico, como sanitario y ecológico. La gestión ganadera responsable requiere un conocimiento profundo sobre el contexto geográfico, cultural y natural en el que se ubica cada explotación. Conociendo los riesgos sanitarios y las opciones para su mitigación será posible buscar sinergias, o al menos evitar conflictos, con otras actividades e intereses a fin de mantener una producción ganadera rentable que aporte actividad y riqueza al medio rural, y contribuya a la conservación de la biodiversidad.

En este manual se tratan todos aquellos aspectos necesarios para adoptar ese enfoque integrado, buscando mejorar el conocimiento sobre las explotaciones y el contexto en que se ubican para adaptar las estrategias de intervención más adecuadas a cada situación particular. Esta personalización de las intervenciones favorece una gestión responsable de la ganadería y de la fauna para avanzar significativamente en el control de la tuberculosis animal.

Figura 1.2.- Ganadero con sus vacas. Una gestión ganadera responsable debe ser integral, repercutiendo positivamente no sólo en el aspecto sanitario, sino en el productivo y medioambiental, y, en definitiva, salvaguardando la perdurabilidad de la actividad ganadera en extensivo.





2 AGUA

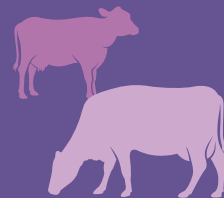


Figura 2.1.- Vaca abrevando en pastos de los Pirineos.

Descripción del riesgo

El agua representa un recurso esencial para los animales. Su disponibilidad en una explotación de bovino debe ser suficiente para garantizar el acceso sin competición y así evitar la concentración de animales. El agua debería ser de buena calidad, mantenerse en circulación constante y estar limpia, ya que pue-

de constituir una fuente importante de transmisión de patógenos. Sin embargo, esto no es común entre las explotaciones extensivas de la Península Ibérica, donde el agua puede ser de diversa procedencia y calidad, y su disponibilidad para los animales varía en función de distintas formas de almacenamiento, distribución y presentación. Por ello, este capítulo pretende describir el riesgo de transmisión de patógenos asociado a los puntos de agua y las posibilidades de intervención de forma diferencial para cada modo de abastecimiento:

- Charcas naturales o artificiales y charcos de agua permanente sin circulación en cursos fluviales
- Bebederos, abrevaderos y pilones
- Ríos, arroyos o manantiales con agua en constante circulación
- Embalses o lagunas

Figura 2.2.- Charca artificial de agua permanente para el abastecimiento del ganado bovino en una explotación en régimen extensivo que, a su vez, es un coto de caza mayor de jabalí, ciervo y corzo.



Los sistemas de manejo extensivos se caracterizan por la coexistencia de animales domésticos con poblaciones de fauna silvestre simpátrica, que puede actuar como fuente de contagio de infecciones compartidas. El consumo de agua ha sido ampliamente descrito por numerosos estudios científicos como el principal riesgo de transmisión del CMT entre diferentes especies en los ambientes mediterráneos de la Península Ibérica. En estos sistemas de producción, la ingesta de agua tanto por hospedadores silvestres del CMT (jabalí, ciervo, gamo, tejón) como por distintos hospedadores domésticos, se produce comúnmente en puntos de agua compartidos por ambos. Durante la ingesta de agua, los animales infectados pueden excretar bacterias del CMT, las cuales pueden sobrevivir temporalmente en el barro y en el agua de estos puntos (Barasona et al., 2017). La posterior ingesta de agua contaminada puede provocar la transmisión indirecta intra- e interespecífica.

Figura 2.3.- Imágenes obtenidas por fototrampeo en un punto de agua compartido por diferentes especies con un intervalo de tiempo máximo de cuatro días.



Papel epidemiológico

Históricamente se ha considerado que la transmisión directa aerógena era la vía de infección predominante del CMT, mientras que la transmisión indirecta se había considerado menos significativa. Los hallazgos patológicos, como la presencia de lesiones tuberculosas tanto torácicas como abdominales en la fauna silvestre infectada, sugieren sin embargo que los bacilos del CMT se transfieren por medio de una combinación de transmisión directa aerógena e indirecta a través del medio ambiente, agua y alimento. Además, la vía indirecta a través del uso compartido de recursos es importante para la transmisión entre diferentes especies (interfaz ganado-fauna silvestre), ya que las interacciones directas son extremadamente escasas (Cowie et al., 2016). La transmisión indirecta implica que, tras la excreción, el microorganismo debe soportar las condiciones ambientales durante el tiempo necesario para convertirse en una fuente potencial de infección para nuevos hospedadores. Actualmente se considera que los puntos de agua son focos de riesgo para la transmisión del CMT, especialmente en condiciones climáticas mediterráneas en las que el agua es escasa, su disponibilidad es estacional y los animales se agrupan a diario en estos puntos.

La tuberculosis es más frecuente en explotaciones ganaderas con un menor número de arroyos por hectárea, probablemente debido a la concentración de micobacterias en el punto de agua, a que el reducido número de fuentes de agua obliga a una mayor agregación de individuos, o una combinación de ambos factores (Cowie et al., 2014). En el centro y sur de la península, estos recursos compartidos también han sido identificados como puntos de contagio en poblaciones de ungulados silvestres en ausencia de ganado (Vicente et al., 2007). Los años con menor pluviosidad vienen acompañados por un aumento de la generalización de la infección en el jabalí (Vicente et al. 2013). Esto puede deberse a una mayor susceptibilidad a la infección por la falta de alimento, al aumento de la transmisión/contaminación por mayor agregación, o a una combinación de ambos efectos en los años más secos. El aumento de la generalización de lesiones puede repercutir en la dinámica de excreción del patógeno. De hecho, las vías estudiadas (nasal, oral y fecal) en jabalíes capturados aleatoriamente han evidenciado unas altas tasas de excreción (superior al 30%) de ADN del CMT. El comportamiento de revolcarse y las hozaduras de los jabalíes, en particular, pueden contribuir a la contaminación ambiental en las áreas que rodean los puntos de agua (Barasona et al., 2017).

Frecuencia de interacción en puntos de agua

Al tratarse de un recurso esencial y en ocasiones escaso, el agua atrae a una amplia variedad de especies e implica un riesgo de interacción, principalmente de tipo indirecto. Debido a que las micobacterias del CMT son capaces de resistir tanto en el barro como en el agua de estos puntos, estas interacciones representan un riesgo de transmisión.

Varios estudios han cuantificado las tasas de contacto entre animales en ambientes mediterráneos utilizando para ello diversas metodologías: GPS y cámaras trampa. Estos estudios estiman que jabalíes y vacas contactan de forma indirecta aproximadamente una vez al día, ciervos y vacas 5 veces al día, jabalíes y cerdos entre 1 - 6 veces (en función del área), y ciervos y cerdos 10 veces al día en las condiciones de estudio (Cadenas-Fernández et al., 2019; Triguero-Ocaña et al., 2020, 2019). La tasa de contacto observada en estos estudios está correlacionada con la distancia a puntos de agua, existiendo una mayor probabilidad de contacto en zonas más cercanas a puntos de agua. Estos resultados sugieren que la disminución de la tasa de contactos inter-especie, especialmente en puntos de agua, repercutiría en la transmisión del CMT, tanto por evitar las bacterias presentes en el medio ambiente como al evitar los cadáveres de animales enfermos que intentan reducir su temperatura corporal en el agua. Además, el control de otras enfermedades, como brucelosis porcina o enfermedad de Aujeszky, se vería beneficiado de tales medidas.

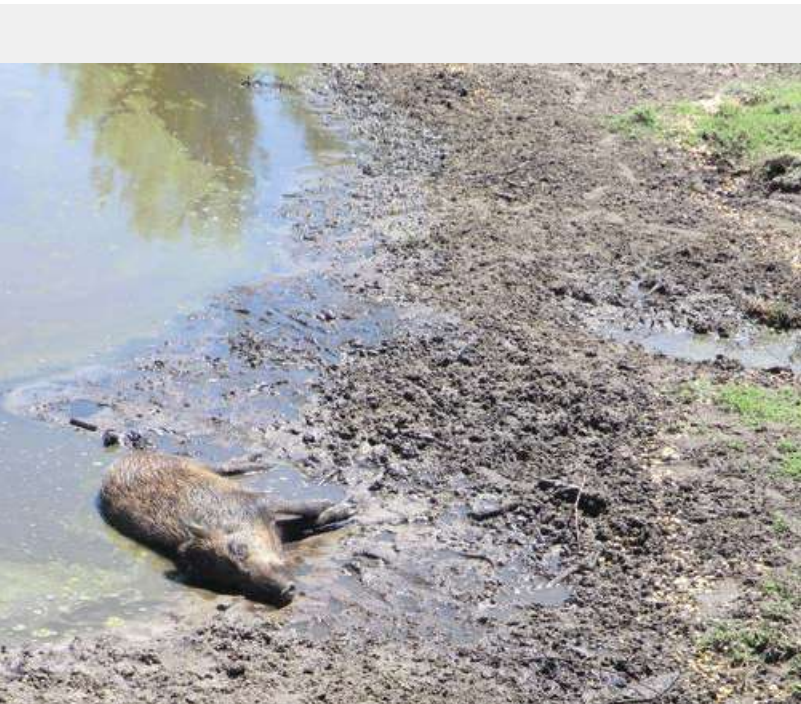


Figura 2.4.- Presencia de cadáveres de jabalí y ciervo en puntos de agua. La observación de cadáveres o de animales visiblemente enfermos cerca del agua de una charca se asocia con un mayor riesgo de detección de CMT.

Supervivencia de CMT en agua y barro

La contaminación ambiental con el CMT puede desempeñar un papel muy importante en la propagación de la enfermedad. La supervivencia de estas bacterias en el medio ambiente se ve afectada principalmente por la exposición a la luz solar, humedad, temperatura y la cantidad de materia orgánica en el sustrato. Diferentes estudios indican que esta supervivencia varía desde 18 hasta 332 días en diferentes gradientes de temperatura, siendo más resistente en tierra que en agua, sobre todo a bajas temperaturas y en condiciones de umbría (Kukielka et al., 2013). En heces, su persistencia mínima es de varias semanas en ambientes húmedos, como la orilla de un punto de agua, pudiendo persistir hasta varios meses (Campbell et al., 2019). En climas mediterráneos, *M. bovis* puede sobrevivir en heces experimentalmente contaminadas hasta un mes. En dos comarcas ganaderas del centro y sur de España con elevada incidencia de tuberculosis en el ganado bovino y elevada prevalencia en ungulados silvestres, se ha detectado que más del 50% de los lodos de la orilla de las charcas fueron positivos a la presencia del CMT, y un 10% de muestras de agua. Además, se ha encontrado una relación negativa entre el diámetro de las charcas y la probabilidad de encontrar ADN de bacterias del CMT, siendo por tanto más probable encontrar bacterias del CMT en charcas con un diámetro menor. En pilones, donde el agua está elevada del suelo y no contacta con la fauna silvestre (al menos con el jabalí y el tejón), no se encontró presencia del CMT (Barasona et al., 2017).

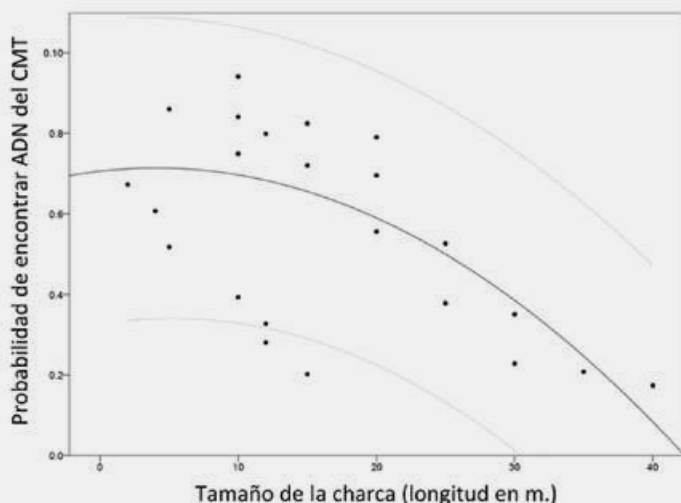


Figura 2.5.- Relación entre la probabilidad de encontrar ADN de bacterias del CMT y el tamaño (diámetro máximo medido en metros) de charcas. Barasona et al. 2017.

Evidencia científica del riesgo en:

Charcas naturales o artificiales y charcos de agua permanente sin circulación en cursos fluviales

Aportación	Referencia
<p>España (centro-sur). Necropsias, índices de abundancia. Ciervo y jabalí.</p> <p>La agregación de jabalíes en torno a puntos de agua artificiales incrementa la probabilidad de encontrar lesiones de TB tanto en ciervos como en jabalíes.</p> <p>La escasez de agua en los años más secos favorece la generalización de lesiones de TB y por tanto la mortalidad en jabalíes.</p>	(Vicente et al., 2013, 2007)
<p>EEUU (Texas). GPS. Cerdo asilvestrado.</p> <p>Los puntos de agua incrementan la probabilidad de contactos directos e indirectos entre ganado y cerdos asilvestrados.</p>	(Cooper et al., 2010)
<p>EEUU (Michigan). Análisis de riesgo.</p> <p>La presencia de charcas en zonas ganaderas se asoció con rebaños positivos a la TB.</p>	(Knust et al., 2011)
<p>Zimbawe. GPS. Búfalo cafre.</p> <p>Más del 70% de las interacciones entre ganado y búfalos ocurren a menos de 500 m de una charca o arroyo.</p>	(Miguel et al., 2013)
<p>España (centro-sur). Fototrampeo.</p> <p>Interacciones indirectas entre ungulados silvestres (ciervo y jabalí) y animales domésticos (ganado y cerdo) en charcas.</p>	(Barasona et al., 2017; Kukielka et al., 2013)
<p>España (Doñana). Drones. Estadística bayesiana.</p> <p>La incidencia de TB está negativamente relacionada con la densidad de puntos de agua.</p>	(Barasona et al., 2014b)
<p>España (Doñana). Collares GPS. Jabalí y bovino.</p> <p>La presencia de puntos de agua es un factor relevante en el solapamiento espacial del jabalí y el ganado bovino, especialmente en verano y otoño.</p>	(Barasona et al., 2014a)
<p>España (centro-sur). Fototrampeo.</p> <p>Agregación de ungulados silvestres en torno a charcas de explotaciones bovinas.</p>	(Carrasco-García et al., 2016)

Aportación	Referencia
<p>España (Ciudad Real, Doñana). PCR ambiental y fototrampeo.</p> <p>Presencia de bacterias del CMT en muestras de barro (55,8%) y agua (8,9%) recogidas en charcas permanentes.</p> <p>Mayor porcentaje de charcas positivas al CMT cuando se observan ungulados silvestres visiblemente caquéuticos en las orillas.</p> <p>Mayor riesgo de presencia de ADN de CMT en charcas de menor diámetro.</p>	<p>(Barasona et al., 2017)</p>
<p>Uganda. Cuestionarios. Análisis de riesgo.</p> <p>El riesgo de transmisión del CMT entre fauna silvestre y ganado es elevado en charcas compartidas con elevada interacción entre especies.</p>	<p>(Meunier et al., 2017)</p>
<p>Francia. Fototrampeo.</p> <p>En ambientes atlánticos, el jabalí y el ciervo tienen mayor riesgo de interacción con el ganado bovino en charcas que el tejón.</p>	<p>(Payne et al., 2017)</p>
<p>España (Doñana). <i>Proximity loggers</i> en puntos de agua.</p> <p>Los contactos entre especies fueron más frecuentes en horas crepusculares, durante la primavera y el otoño. Los puntos de agua fueron los lugares donde se daban interacciones con más frecuencia.</p>	<p>(Triguero-Ocaña et al., 2019)</p>
<p>España (centro-sur). Análisis de riesgo y aplicación de medidas de mitigación.</p> <p>La principal fuente de riesgo en las explotaciones de bovino extensivo estudiadas son las charcas.</p>	<p>(Martínez-Guijosa et al., 2021)</p>

Valoración: riesgo alto



Bebederos, abrevaderos y pilones

Aportación	Referencia
Sudáfrica (Parque Krüger). Detección ambiental mediante PCR. Búfalo cafre. No se encuentran bacterias del CMT en las muestras de agua de bebederos utilizados por búfalos africanos experimentalmente infectados con <i>M. bovis</i> .	(Michel et al., 2007)
España (centro-sur). Fototrampeo. Interacciones indirectas entre ungulados silvestres (ciervo y jabalí) y ganado (vaca y cerdo) en bebederos bajos.	(Barasona et al., 2017; Kukielka et al., 2013)
España (centro-sur). Fototrampeo. Agregación de ungulados silvestres en torno a bebederos de explotaciones bovinas.	(Carrasco-García et al., 2016)
Francia. Fototrampeo. Presencia de ciervo, jabalí y tejones junto a abrevaderos destinados a ganado bovino.	(Payne et al., 2016)
Italia (Cerdeña). Fototrampeo. Interacciones directas e indirectas entre cerdos domésticos, cerdos asilvestrados y jabalíes en torno a bebederos de ganado.	(Cadenas-Fernández et al., 2019)
España (centro-sur). Análisis de riesgo y aplicación de medidas de mitigación. En cuanto a fuentes de agua para ganado, los bebederos son aquellos que representan menor riesgo en las explotaciones de bovino en extensivo estudiadas.	(Martínez-Guijosa et al., 2021)

Valoración: riesgo medio




Ríos, arroyos o manantiales con agua en constante circulación

Aportación	Referencia
<p>España (centro-sur). Fototrampeo.</p> <p>Interacciones indirectas entre ungulados silvestres (ciervo y jabalí) y ganado (vaca y cerdo) en cursos fluviales.</p>	(Kukielka et al., 2013)
<p>Zimbawe. GPS.</p> <p>Más del 70% de las interacciones entre ganado y búfalos ocurren a menos de 500 m de una charca o arroyo.</p>	(Miguel et al., 2013)
<p>España (centro-sur). Cuestionarios. Análisis de riesgo.</p> <p>Mayor probabilidad de presencia de tuberculosis en explotaciones bovinas con una menor densidad de arroyos.</p>	(Cowie et al., 2014)
<p>Italia (Cerdeña). Fototrampeo.</p> <p>Interacciones directas e indirectas entre cerdos domésticos, cerdos asilvestrados y jabalíes en cursos fluviales.</p>	(Cadenas-Fernández et al., 2019)
<p>España (centro-sur). Collares GPS, modelización espacialmente explícita. Jabalí.</p> <p>El jabalí usa preferentemente ríos y arroyos para sus desplazamientos y pasos a través de vallados.</p>	(Laguna et al., 2021a)
<p>España (centro-sur). Análisis de riesgo y aplicación de medidas de mitigación.</p> <p>Tras las charcas, la principal fuente de riesgo en las explotaciones de bovino extensivo estudiadas son los manantiales.</p>	(Martínez-Guijosa et al., 2021)

Valoración: riesgo medio



Embalses o lagunas

Aportación	Referencia
<p>EEUU (Michigan). Análisis de riesgo.</p> <p>La presencia combinada de grandes superficies de agua y vegetación atrae a los ciervos, lo que aumenta la probabilidad de contaminación con <i>M. bovis</i> de la vegetación alrededor de la fuente de agua.</p>	<p>(Kaneene et al., 2002)</p>
<p>España (centro-sur). Fototrampeo.</p> <p>Interacciones indirectas entre ungulados silvestres (ciervo y jabalí) y ganado (vaca y cerdo) en orillas de grandes superficies de agua.</p>	<p>(Barasona et al., 2017; Kukielka et al., 2013)</p>
<p style="text-align: center;">Valoración: riesgo medio</p> <div style="text-align: right;">  </div>	

Aspectos insuficientemente conocidos

Los puntos de agua han sido ampliamente estudiados debido a su relevancia epidemiológica en la transmisión de enfermedades, tanto por suponer un punto de agregación de distintas especies como por ser capaces de funcionar como fuente de contagio ambiental de diversos patógenos. No obstante, existen algunos aspectos que requieren un estudio más profundo. Por ejemplo:

- Se sabe que la distancia a puntos de agua es un factor de riesgo que incrementa la probabilidad de mayores tasas de contacto entre ungulados silvestres y domésticos. No obstante, no se han cuantificado las tasas de contacto asociadas a puntos de agua más que a través de aproximaciones o indicadores.
- Desconocemos la dosis infectiva o carga bacteriana necesaria en el agua, o en el barro, para producir infección en un animal susceptible.
- Se ignora la capacidad infectiva de las micobacterias detectadas a través de técnicas de detección ambiental (generalmente PCR).
- La eficacia de la mayor parte de las medidas de prevención para reducir el riesgo derivado del uso compartido del agua debe ser evaluada científicamente.
- Los animales en estado avanzado de tuberculosis (generalizada), con excreción activa por varias vías, denominados super-excretores, merecen ser estudiados en profundidad, ya que contribuyen de forma desproporcionada a la contaminación del agua y a la transmisión indirecta de CMT y pueden causar brotes de tuberculosis en explotaciones bovinas.

Métodos de mitigación o control del riesgo

Los métodos para el control del riesgo derivado del uso compartido del agua son los siguientes:

- La higiene es fundamental en el mantenimiento de los puntos de agua, recomendando siempre el uso de bebederos controlados. Es aconsejable limpiar regularmente y evitar el estancamiento, especialmente si se detecta tuberculosis en ganado o en fauna. El agua no debe desbordar y formar charcas alrededor, donde además pueda acceder la fauna silvestre. Se recomienda una franja cementada que sobresalga en torno a 1 metro en la base de las piletas.



Figura 2.6.- A la izquierda, el escenario a evitar



y a la derecha la solución propuesta.

- Las charcas (al menos, las menores de 20 metros de diámetro) han de evitarse como fuente de agua para el ganado, eliminando o vallando, y sustituyendo por pilones de fácil limpieza.
- Uso segregado de los puntos de agua para fauna silvestre y doméstica, utilizando vallado ganadero perimetral en charcas destinadas a la fauna silvestre para evitar el acceso del ganado. De esta manera, la fauna silvestre sigue teniendo puntos de agua naturales dispersos, lo que diluye las probabilidades de contacto.



Figura 2.7.- Jabalí y ciervo bebiendo de una charca de menos de 20 metros de diámetro la misma noche en que una vaca pasa por el exterior del vallado ganadero que le impide el acceso a este punto de agua. Es recomendable proveer al ganado de una fuente de agua alternativa en condiciones, preferiblemente, un bebedero para ganado bovino.



Figura 2.8.- Bebedero con base de cemento para evitar la presencia de barro y tratamiento del agua, manteniéndola clara y limpia.

- Mejorar la calidad del agua de las piletas mediante su higienizado por varios métodos posibles, como la adición de cloro. Esta medida no es efectiva en el caso de las charcas, debido a la concentración de materia orgánica y sus efectos negativos para la biodiversidad.
- En explotaciones extensivas es recomendable la abundancia de bebederos para reducir el efecto negativo de la agregación sobre la transmisión de patógenos.
- Evitar el acceso del ganado a los cercados durante las épocas del año en las que existan charcos estacionales que puedan ejercer como puntos de agregación.
- Eliminación higiénica e inmediata de ungulados silvestres caquéticos o cadáveres en las cercanías de un punto de agua.



Figura 2.9.- Cadáver de ciervo encontrado en una charca durante una visita a una explotación ganadera. Los animales enfermos, con fiebre, tienden a buscar las charcas para refrescarse. Su presencia implica un alto riesgo de transmisión de patógenos como las micobacterias causantes de tuberculosis.



Figura 2.10.- Bebedero de ganado bovino de 60 cm de altura y boya para evitar que rebose.

- Habilitar bebederos de mayor altura diseñados para ganado bovino, a los que el jabalí y el cerdo no puedan acceder. Instalar tapa a los bebederos de menor altura (destinados a porcino) para evitar que el bovino pueda acceder. Cuando haya indicios de actividad de los tejones, sería aconsejable evitar que éstos accedan a los abrevaderos del ganado, elevándolos a más de 60 cm.



Figura 2.11.- Bebedero porcino con tapas y base de cemento, destinado a porcino. Aunque rebose un poco, no hay charco, y las tapas son una buena solución para que no accedan las vacas

Evidencia científica sobre la eficacia de las medidas de mitigación o control

A pesar de que nuestro conocimiento sobre la eficacia de las medidas de mitigación expuestas es muy limitado, principalmente por la ausencia de réplicas experimentales, existen las siguientes evidencias científicas respecto a las posibles estrategias para reducción en las interacciones entre especies y reducción de la transmisión de *M. bovis* en puntos de agua:

Aportación	Referencia
<p>España (Ciudad Real). Estudio experimental no replicado.</p> <p>Vallado ganadero perimetral de charcas para evitar el acceso del ganado (Figura 2.11 A,B).</p> <p>Vallado cinegético perimetral de charcas y puertas selectivas de ganado para evitar el acceso de ungulados silvestres (Figura 2.11 C,D).</p>	<p>(Barasona et al., 2013)</p>
<p>EEUU (Michigan). Recomendación del WRMAP (Wildlife Risk Mitigation Project Strategy).</p> <p>Se recomienda la eliminación o sustitución de puntos de agua de bovino a nivel de suelo por otros bebederos selectivos menos accesibles para el resto de especies.</p>	<p>(Walter et al., 2012)</p>
<p>España (Navarra). Análisis de riesgo y aplicación de medidas de mitigación.</p> <p>El vallado de charcas en pastos comunales, junto a la construcción de pilones elevados como alternativa, contribuyó al control de un foco endémico de tuberculosis en explotaciones bovinas extensivas.</p>	<p>Datos no publicados, fuente SVO Navarra</p>



Aportación

España (centro-sur). Análisis de riesgo y aplicación de medidas de mitigación.

Las charcas y manantiales son la principal fuente de riesgo en las explotaciones pero que las acciones mejor recibidas por los ganaderos son aquellas relacionadas con la gestión de bebederos.

Además, se destaca la dificultad de controlar el riesgo en cursos de agua (ríos y arroyos), debido a que suelen transcurrir por diferentes parcelas y propiedades, y por las dificultades legales en la implementación de medidas de mitigación.

Referencia

(Martínez-Guijosa et al., 2021)



Figura 2.12.- (A, B) Vallado ganadero en torno a un punto de agua que permite el paso de la fauna, pero no del ganado. (C, D) Vallado cinegético y puerta selectiva para ganado en torno a punto de agua que permite el paso del ganado, pero impide el acceso a los reservorios silvestres.



Figura 3.1.- Vacas alimentándose de balas de paja sobre el suelo. Valle de Alcudía, Ciudad Real.

RIESGOS ASOCIADOS AL APORTE DE ALIMENTO DE VOLUMEN (PAJA, HENO, ENSILADO Y AFINES)

Descripción del riesgo

Los rumiantes necesitan alimento de volumen, rico en celulosa, como el heno o la paja de cereal. Sin embargo estos alimentos de volumen, sobre todo el heno y los ensilados, más ricos en proteínas que la paja de cereal, también resultan atractivos para los rumiantes silvestres como ciervos y gamos.

El alimento de volumen suele ofrecerse al ganado de las siguientes formas:

- En pajaras, frecuentemente comederos circulares, sin techo, de grandes dimensiones
- En premezclados tipo “unifeed”, en comederos elevados o directamente sobre el suelo
- En forma de pacas o balas sobre el suelo
- Directamente sobre el suelo, esparcido en pequeños montones

Papel epidemiológico

La transmisión (entre especies distintas) de las micobacterias del CMT tiene lugar, sobre todo, en puntos de agua o de alimentación. El conocimiento actual identifica el agua y los puntos de aporte de concentrados como mayor riesgo, puesto que ambos atraen tanto a cérvidos como a jabalíes y tejones. El alimento de volumen, por tanto, supondría un riesgo algo menor, al resultar menos atractivo para el jabalí. Sin embargo, alimentos como la alfalfa, restos de huerta o restos de vegetales de hoja verde fresca que terminen en la ganadería, al ser más palatable y nutritiva, también pueden suponer un riesgo y atraer a jabalíes.

Ofrecer el alimento de volumen para el ganado directamente en el suelo constituye un riesgo para la transmisión de micobacterias del CMT, principalmente a partir de ciervos o gamos infectados.



Figura 3.2.- Jabalí atraído por restos de paja en el suelo.

Evidencia científica del riesgo

Aportación	Referencia
Reino Unido. Fototrampeo y radioseguimiento. Tejón. El ensilado resulta atractivo para los tejones.	(Garnett et al., 2002)
EEUU (Michigan). Infección experimental. Ciervo de cola blanca. Se demuestra la capacidad de transmisión de <i>M. bovis</i> a través del alimento en ciervos de cola blanca.	(Palmer et al., 2004b, 2004a)
EEUU. Experimento de laboratorio. <i>Mycobacterium bovis</i> sobrevive al menos 7 días sobre paja, a temperaturas entre -20°C y +23°C.	Palmer and Whipple, 2006)
España (Ciudad Real). Encuestas y análisis de riesgos. Ofrecer el heno directamente sobre el suelo, en lugar de utilizar pajeras, es uno de los principales factores de riesgo de tuberculosis para el rebaño.	(Cowie et al., 2014)
Canadá. Observacional. Ciervo canadiense. La probabilidad de que los ciervos dañen (y eventualmente contaminen) las balas de heno para el ganado, es mayor en proximidad de espacios naturales protegidos, vegetación de cobertura, cultivos atractivos o ríos.	(Gooding and Brook, 2014)
Reino Unido. Estudio caso-control. Añadir harina (de cereal) encima del ensilado se identifica como factor de riesgo de tuberculosis.	(O'Hagan et al., 2016)
España (centro-sur). Fototrampeo. No existe una diferencia significativa en el riesgo de interacción en comederos respecto al existente en puntos aleatorios en la ganadería.	(Carrasco-García et al., 2016)
España (Ávila). Encuestas y análisis de riesgos. Ofrecer el heno directamente sobre el suelo, en lugar de utilizar pajeras, aumenta el riesgo de tuberculosis para el rebaño.	IREC, informe inédito para JCyL 2019
España (centro-sur). Análisis de riesgo y aplicación de medidas de mitigación. No se identifican puntos de alimentación de volumen con un alto riesgo de tuberculosis derivado de la presencia de fauna silvestre.	(Martínez-Guijosa et al., 2021)

Valoración: riesgo medio



Aspectos insuficientemente conocidos

La evidencia científica acerca del riesgo que supone ofrecer el alimento de volumen directamente sobre el suelo es limitada y no existen estudios ibéricos sobre su uso por parte de los hospedadores no bovinos del CMT. Tampoco existen estudios ibéricos sobre la eficacia de eventuales medidas de mitigación, pero se apunta a que los riesgos son limitados, especialmente en el centro-sur español.

Métodos de mitigación o control del riesgo

No existe una forma práctica y generalizable de mitigar este riesgo. El simple uso de pajeras o comederos que impidan el contacto directo del alimento con el suelo, con ser recomendable, no evita el acceso de ciervos o gamos al alimento (pero es mejor que nada). Además, parte del alimento caerá al suelo en torno al comedero, generando riesgo.



Figura 3.3.- Vacas comiendo paja en una pajera. Pirineo.

Algunos métodos para el control del riesgo derivado del aporte de alimento de volumen son los siguientes:

- Aportar el alimento de volumen en un recinto cerrado accesible sólo al ganado.
- Utilizar pajeras o comederos elevados, adecuados para el alimento de volumen. Eso no evitará el acceso de ciervos y gamos, pero se asocia con un menor riesgo de tuberculosis.
- Distribuir el alimento por la mañana y ajustar la cantidad de alimento suministrada para que pueda ser completamente consumida por el ganado en el mismo día, y minimizando así la atracción de fauna silvestre y potenciales interacciones.

Además, en Estados Unidos, donde existe un serio problema de interacción entre el ciervo de cola blanca y ganado bovino en puntos de alimentación y almacenaje de alimento, se han testado multitud de métodos para evitar interacciones, como perros de guarda, láseres o elementos mecánicos, con diferentes resultados (ver a continuación).



Figura 3.4.- Pajera en recinto cerrado con techo propio.

Evidencia científica sobre la eficacia de las medidas de mitigación o control

Aportación	Referencia
Estados Unidos (Michigan). Estudio experimental. Ciervo de cola blanca. Se evalúan los láseres verdes y azules como dispositivos para disuadir a los ciervos de aproximarse a zonas concretas. Se concluye que no son efectivos a tal efecto.	(VerCauteren et al., 2006a)
Estados Unidos (Michigan). Estudio experimental. Ciervo de cola blanca. Se prueba una pajera para ganado bovino modificada para ahuyentar a los ciervos que posee dos brazos móviles de PVC con superficie reflectante. Su efectividad fue casi total durante las dos primeras semanas sin alterar el comportamiento del ganado, pero decayó posteriormente, revelando la habituación de los ciervos.	(Seward et al., 2007)
Estados Unidos (Michigan). Estudio experimental. Ciervo de cola blanca. Se evalúan barreras para ciervo y diferentes tipos de puertas para evitar el acceso del ciervo de cola blanca. Se evidencia su efectividad a primera instancia, pero los ciervos se habituaron a las barreras y terminaron saltándolas. Las puertas mostraron problemas de funcionalidad.	(VerCauteren et al., 2009)
Estados Unidos (Michigan). Estudio experimental. Estrategias de adiestramiento. Ciervo de cola blanca. Se evidencia la utilidad de perros de guarda (Montaña de los Pirineos) para evitar el acceso de ciervos a los pastos, comederos y lugares de almacenamiento de alimento.	(Gehring et al., 2010; Vercauteren et al., 2008; VerCauteren et al., 2012)
España (Ciudad Real). Estudio experimental. Ciervo y jabalí. Se evalúa la efectividad de varios tipos de vallado y puertas con apertura con empuje modificadas para ser abiertas por el ganado bovino. Se evidencia su eficacia como métodos para la segregación de los recursos entre reservorios silvestres y ganado, así como un impacto sanitario positivo en el ganado (saneamientos negativos), siempre y cuando se mantenga un adecuado mantenimiento de las instalaciones.	(Barasona et al., 2013)

Figura 3.5.- Vacas alimentándose de paja en pajera con bandeja, evitando así que gran parte del alimento caiga al suelo.



RIESGOS ASOCIADOS AL APORTE DE ALIMENTOS COMPUESTOS EN EL SUELO (TACOS)



Figura 3.6.- Ganado esperando su comida.

Descripción del riesgo

Los tacos son pequeños bloques compactados compuestos por diferentes tipos de alimento para ganado (cereal, alfalfa, maíz, etc.), y potencialmente enriquecidos con proteína, vitaminas y minerales. Durante el proceso de elaboración, estos compuestos alimenticios se someten a tratamientos físicos y químicos con el objetivo de preservar el producto lo más higiénico posible y libre de patógenos. Como concentrados habitualmente utilizados para proporcionar mantenimiento en épocas de escasez, los tacos son muy apetecibles tanto para el ganado como para la fauna silvestre.



Figura 3.7.- Tacos de alfalfa para rumiantes.

En ganadería extensiva, es muy frecuente repartirlos en largas tiras directamente en el suelo para que todo el rebaño pueda acceder a ellos. Esta forma de presentación, provoca que sean accesibles a los reservorios silvestres si quedan excedentes tras su consumo por el ganado.

Papel epidemiológico

Del mismo modo que el resto de recursos alimenticios, mientras los tacos sean accesibles a reservorios silvestre como el ciervo, el gamo, el tejón o el jabalí, constituyen una fuente potencial de interacción entre fauna silvestre y ganado, y la consiguiente transmisión de micobacterias del CMT causantes de enfermedad.

Evidencia científica del riesgo

Aportación	Referencia
Hasta la fecha, no existe evidencia científica del riesgo asociado a este tipo de alimentación, aunque sí que se ha constatado la interacción de forma observacional.	-
Valoración: riesgo medio ● ● ●	

Aspectos insuficientemente conocidos

No se ha estudiado el uso que realiza la fauna silvestre de este tipo de recurso. Aunque se conoce de forma empírica que se sienten atraídos por los restos, así como las horas de mayor actividad de los reservorios silvestres (generalmente nocturno-crepuscular), no se ha estudiado formalmente el fenómeno.



Figura 3.8.- Repartir tacos en el suelo al atardecer aumenta el riesgo de atraer reservorios silvestres.

Métodos de mitigación o control del riesgo

Las medidas de gestión para la distribución de este tipo de alimento al ganado son las siguientes:

- Distribuir el alimento de tacos para el ganado por la mañana, cuando el ganado aumenta su actividad y esta es relativamente baja para la fauna silvestre. De esta manera, se maximiza la probabilidad de que el alimento sea consumido por el ganado y no por la fauna silvestre.



- Ajustar la cantidad de alimento suministrada para que pueda ser completamente consumida por el ganado, y minimizar la probabilidad de que queden restos de comida.
- Dejar de suministrar los tacos libres en el suelo sin protección, y hacerlo en comederos de cierta altura o con una barrera (altura aprox. > 60 cm) para evitar que sean accesibles a reservorios silvestres, al menos tejón y jabalí.



Figura 3.10.- Barreras construidas con quitamiedos reciclados para la distribución de tacos en una ganadería de bovino en extensivo. Obsérvese su cantidad y colocación, con el objetivo de que todos los animales del rebaño tengan acceso al alimento. Su eficacia no ha sido formalmente demostrada.

Evidencia científica sobre la eficacia de las medidas de mitigación o control

Aportación

Referencia

España (Ciudad Real). Estudio experimental. Ciervo y jabalí.

Se evalúa la efectividad de varios tipos de vallado y puertas con apertura con empuje modificadas para ser abiertas por el ganado bovino. Se evidencia su eficacia como métodos para la segregación de los recursos entre reservorios silvestres y ganado, así como un impacto sanitario positivo en el ganado (saneamientos negativos), siempre y cuando se mantenga un adecuado mantenimiento de las instalaciones

(Barasona et al., 2013)



RIESGOS ASOCIADOS A LA ALIMENTACIÓN EN TOLVAS



Figura 3.11.- Tolva para terneros junto al rebaño.

Descripción del riesgo

Es frecuente que los bovinos adultos y terneros en extensivo o semi-extensivo dispongan de alimento concentrado en tolvas. En muchas ocasiones estas tolvas son accesibles para especies silvestres como ciervos, gamos, jabalíes e incluso tejones, que se ven atraídos por la presencia del alimento. Esto conlleva la posible contaminación del alimento por parte de animales infectados o enfermos con CMT, principalmente a través de la saliva (en el caso del tejón también la orina) y, por tanto, el riesgo de una transmisión indirecta de tuberculosis a través del uso compartido de dichas tolvas. Este riesgo es especialmente elevado en aquellas tolvas diseñadas para o utilizadas por terneros, con un tamaño similar al de algunas especies silvestres, lo que hace que el acceso a las mismas sea mucho más fácil para estas.

Figura 3.12.- Terneros y jabalíes comiendo de la misma tolva en una ganadería bovina. Se puede observar incluso un jabalí dentro de la tolva.



Papel epidemiológico

Debido al alto valor nutricional del alimento suministrado a los terneros, el excedente que suele acumularse en las tolvas, y su fácil accesibilidad para algunos de los principales reservorios silvestres de tuberculosis como el tejón o el jabalí, las tolvas suponen una de las tipologías de presentación del alimento que mayor riesgo implican en cuanto a interacción entre reservorios silvestres y domésticos.

Evidencia científica del riesgo

Aportación	Referencia
España (Asturias). Fototrampeo. Tejón. Los jabalíes acceden al alimento situado en tolvas para terneros.	(Balseiro et al., 2019)
Valoración: riesgo medio ● ● ●	

Aspectos insuficientemente conocidos

La evidencia científica acerca del riesgo que suponen las tolvas accesibles para especies silvestres es muy limitada. En este sentido no existen estudios sobre si determinados modelos de tolvas favorecen o no el acceso de especies silvestres o sobre qué probabilidad de acceso tienen las distintas especies silvestres que comparten hábitat.



Métodos de mitigación o control del riesgo

El uso de tolvas selectivas puede reducir las oportunidades potenciales de transmisión, principalmente a través de la saliva, considerada la ruta más importante de eliminación de micobacterias. Solo existe un estudio sobre la eficacia de una tolva selectiva adaptada a terneros cuyo propósito era excluir el acceso de jabalíes. El diseño de dicha tolva se basó en unas barras movibles que impedían introducir la cabeza a los jabalíes, pero que sí permitían el acceso de los terneros. Este diseño resultó muy eficaz e impidió el acceso de los jabalíes al alimento. Además, el hecho de que los terneros tuvieran que introducir no solo la cabeza sino también el cuello a través de las barras instaladas, limitaba la movilidad de la cabeza y el cuello, reduciendo así la cantidad de comida que caía al suelo y, en consecuencia, la atracción de jabalíes y las posibilidades de contacto indirecto.



Figura 3.14.- Prueba de la eficacia de una tolva selectiva para terneros y excluyente de jabalíes. Se observa como acceden terneros y como no es posible para los jabalíes acceder a la misma. Además, se consigue reducir la presencia de jabalíes en el entorno.

Evidencia científica sobre la eficacia de las medidas de mitigación o control

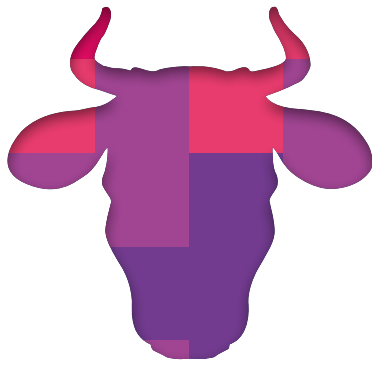
Aportación

España (Asturias). Fototrampeo.

El diseño de una tolva selectiva para terneros impide el acceso a jabalíes y reduce la presencia de pienso en el suelo y, por lo tanto, de jabalíes que se ven atraídos por el mismo.

Referencia

(Balseiro et al., 2019)



4 SUPLEMENTACIÓN MINERAL



Figura 4.1.- Vaca usando un bloque mineral enriquecido.

Descripción del riesgo

La suplementación mineral consiste en el aporte de minerales al ganado para evitar deficiencias minerales en el ganado derivadas de su escasez en el suelo y, con ello, en los pastos y forrajes que consumen los animales. En algunas ocasiones, la suplementación mineral es usada para maximizar el aprovechamiento de los pastos, ya que el ganado tiende a permanecer en aquellos lugares donde tienen acceso a la suplementación mineral, apurando el pasto de estas zonas con mayor intensidad.

SUPLEMENTACIÓN MINERAL

Para ello, las estrategias más frecuentemente utilizadas por los ganaderos son:

- Bloques minerales comerciales de sal pura (NaCl).
- Bloques minerales comerciales enriquecidos para rumiantes. Compuestos principalmente por cloruro sódico (NaCl), magnesita calcinada (MgO) y carbonato de calcio (CaCO₃).
- Piedras de sal de mina. Compuestas principalmente por sal (NaCl), con trazas de otros elementos en cantidad variable.
- Minerales esenciales para rumiantes suministrados (premezclados) con la alimentación regular del ganado en caso de que exista.

Esta última estrategia no será contemplada en este capítulo, sino en el capítulo anterior correspondiente a la alimentación.

Las formas habituales para disponer los bloques o rocas minerales son muy variadas, dependiendo de las preferencias del ganadero:

- Directamente en el suelo.
- Sobre plataformas metálicas o de madera para evitar que se mojen.
- En comederos o colgados con una cuerda de árboles, postes u otro tipo de objetos.
- Sal en grano directamente sobre rocas planas.

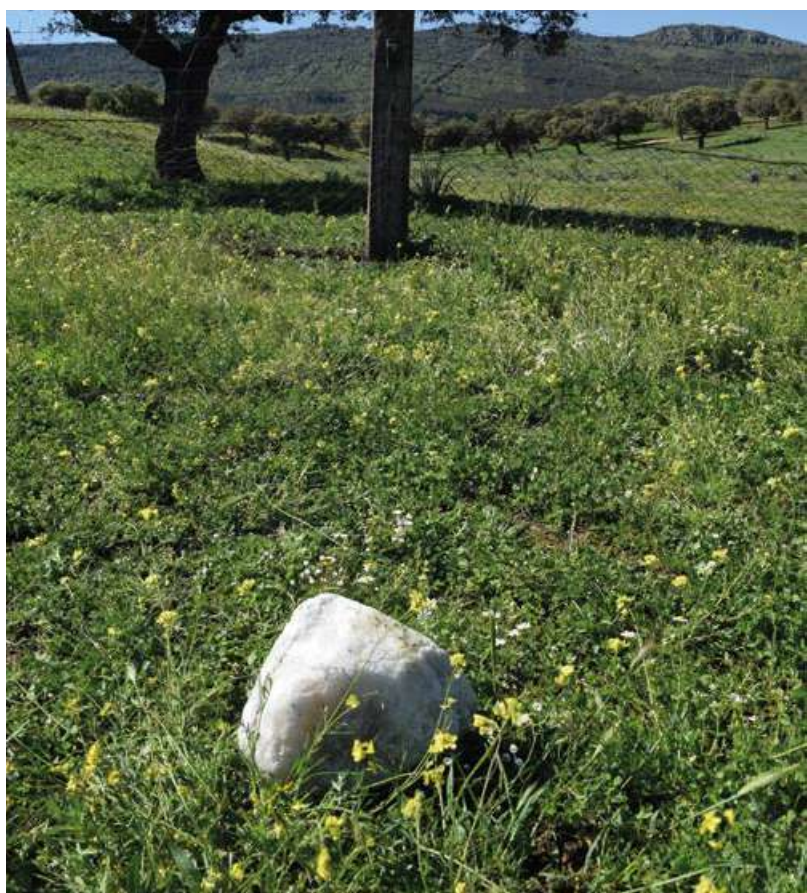




Figura 4.2.- Diferentes formas de presentación de la suplementación mineral: bloque artificial colgado de un árbol, piedra de sal natural en el suelo, piedras de sal natural sobre plataforma metálica y de hormigón, y piedras planas donde se dispersa la sal en grano (de izquierda a derecha y de arriba a abajo, empezando por la página anterior).



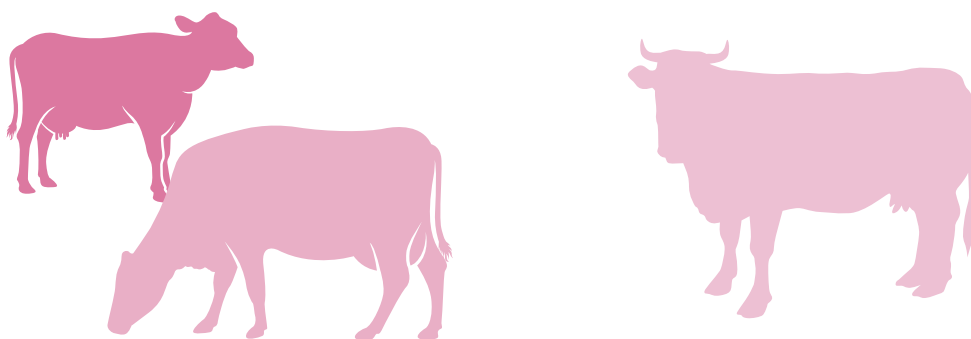
Papel epidemiológico

Del mismo modo que el agua y el alimento, la suplementación mineral representa un recurso esencial para los animales que atrae a una amplia variedad de especies e implica un riesgo de interacción, principalmente de tipo indirecto. Debido a que las micobacterias causantes de la tuberculosis son capaces de resistir sobre este tipo de sustratos minerales, estas interacciones representan un riesgo de transmisión de patógenos.

Por tanto, el uso de suplementación mineral representa un riesgo de interacción entre especies del que se deriva un riesgo de transmisión de micobacterias del CMT.

Sin embargo, investigaciones recientes señalan que el riesgo potencial de transmisión del CMT en puntos de suplementación mineral parece menor comparado con el riesgo existente en puntos de agua o de alimentación. Esto es debido a que la transmisión mediada por piedras de sal se ve condicionada por varios factores:

- La intensidad de uso de la suplementación mineral por parte de la fauna silvestre en explotaciones ganaderas parece ser mucho menos frecuente que el uso del agua o de alimentos.
- La capacidad de supervivencia de *Mycobacterium bovis* en sustratos minerales también es menor a la supervivencia en agua, barro o alimentos.
- Existe un escaso solapamiento entre los patrones de actividad diaria de las especies ganaderas y silvestres implicadas, limitando así su interacción dentro de una ventana temporal corta.



Evidencia científica del riesgo

Aportación	Referencia
<p>Canadá. Cuestionarios. Ciervo canadiense y ciervo de cola blanca.</p> <p>Los puntos de suplementación mineral para bovino atraen al ciervo canadiense y al ciervo de cola blanca.</p>	(Brook et al., 2013)
<p>Canadá. Cuestionarios. Telemetría. Ciervo canadiense.</p> <p>Los puntos de suplementación mineral atraen al ciervo canadiense. Cuando son de localización fija, provocan un aumento del uso de los pastos de invierno por parte de los ciervos.</p>	(Pruvot et al., 2014)
<p>Francia. Fototrampeo.</p> <p>El ciervo utiliza los puntos de suplementación mineral con mayor frecuencia que el jabalí, especialmente en verano</p>	(Payne et al., 2016)
<p>EEUU. Experimental. Cultivo.</p> <p><i>Mycobacterium bovis</i> es capaz de sobrevivir hasta tres días sobre sustrato mineral en condiciones de sombra y frío, mientras su supervivencia a mayores temperaturas o bajo la luz solar es menor de una hora.</p>	(Kaneene et al., 2017)
<p>España (centro-sur). Fototrampeo. PCR</p> <p>Se constata el uso compartido del suplemento mineral por parte de ganado bovino, caprino, ovino y porcino, así como por parte del ciervo y el jabalí, en explotaciones ganaderas extensivas del centro-sur de español</p> <p>Teniendo en cuenta la supervivencia de <i>Mycobacterium bovis</i> en el sustrato mineral, las interacciones con potencial de transmisión de micobacterias son menos frecuentes que las reportadas en puntos de agua o alimentación</p> <p>Las especies silvestres presentan un patrón de uso nocturno-crepuscular, mientras que en las especies ganaderas es principalmente diurno</p> <p>El jabalí y el cerdo no hacen uso de la suplementación mineral si está situada al menos a un metro de altura</p> <p>El ciervo prefiere la suplementación mineral situada en zonas próximas a cobertura vegetal, evitando la presencia de ganado bovino</p>	(Martínez-Guijosa et al., 2020a)
<p>España (centro-sur). Análisis de riesgo y aplicación de medidas de mitigación.</p> <p>Un tercio de las explotaciones de bovino en extensivo estudiadas aporta suplementación mineral de tal manera que puede ser usada fácilmente por los reservorios silvestres de TB.</p>	(Martínez-Guijosa et al., 2021)

Valoración: riesgo bajo



Aspectos insuficientemente conocidos

Existen vacíos de conocimiento para la correcta gestión sanitaria de la suplementación mineral. Por ejemplo:

- Se desconoce el uso que hacen los reservorios silvestres en zonas más septentrionales de la península, donde la composición de especies y el manejo ganadero y faunístico difiere notablemente a los de la zona mediterránea más estudiada.
- Se desconoce el efecto que tiene el reducido tamaño de los bloques o piedras de sal, comparado con puntos de agua o alimentación, sobre la probabilidad de transmisión de patógenos por contacto intraespecífico directo.

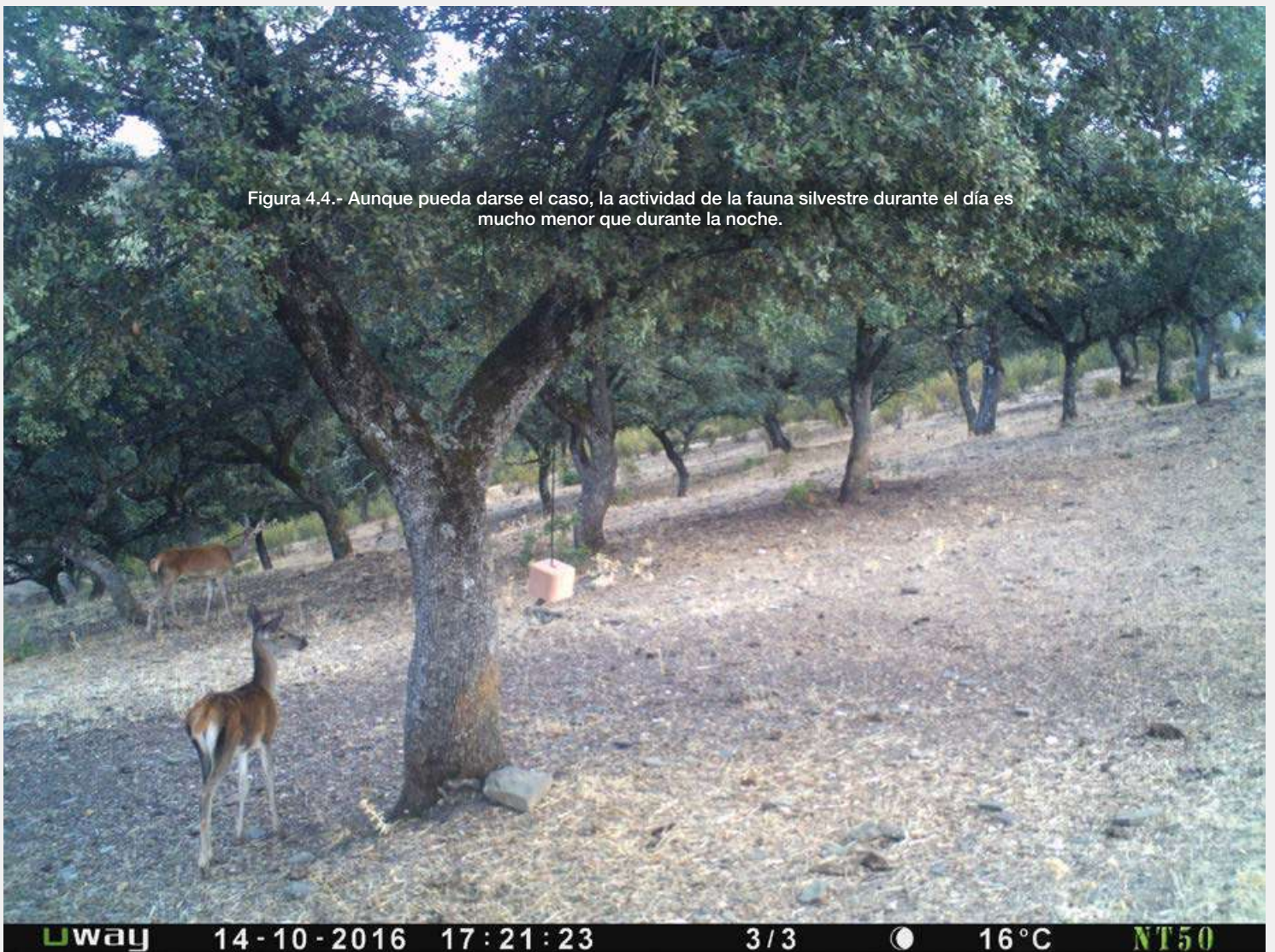


Figura 4.3.- Ciervos, jabalíes y vacas usando la misma piedra de sal en menos de 24 horas.

Métodos de mitigación o control del riesgo

Los métodos para el control del riesgo derivado del uso compartido de la suplementación mineral son los siguientes:

- No utilizar piedras de sal, ni naturales ni artificiales. Administrar el suplemento mineral premezclado en el pienso.
- Retirar la suplementación mineral durante la noche para prevenir la mayor parte de las visitas de ungulados silvestres. Puede llevarse a cabo retirándolo manualmente o mediante el uso de algún dispositivo que se pueda cerrar (con tapas o trampillas).



- Colocar la suplementación mineral a una altura mínima de un metro para impedir su uso por parte del jabalí (o del tejón).



Figura 4.5.- Para evitar que las piedras de sal estén en el suelo, pueden colocarse en comederos o colgarlas de un árbol, como se hace tradicionalmente, evitando así su uso por parte del jabalí y el tejón.

SUPLEMENTACIÓN MINERAL

- Establecer puntos de suplementación mineral en pastizales abiertos, lejos de cobertura vegetal, para reducir su uso por parte del ciervo, y, en menor medida, del jabalí.

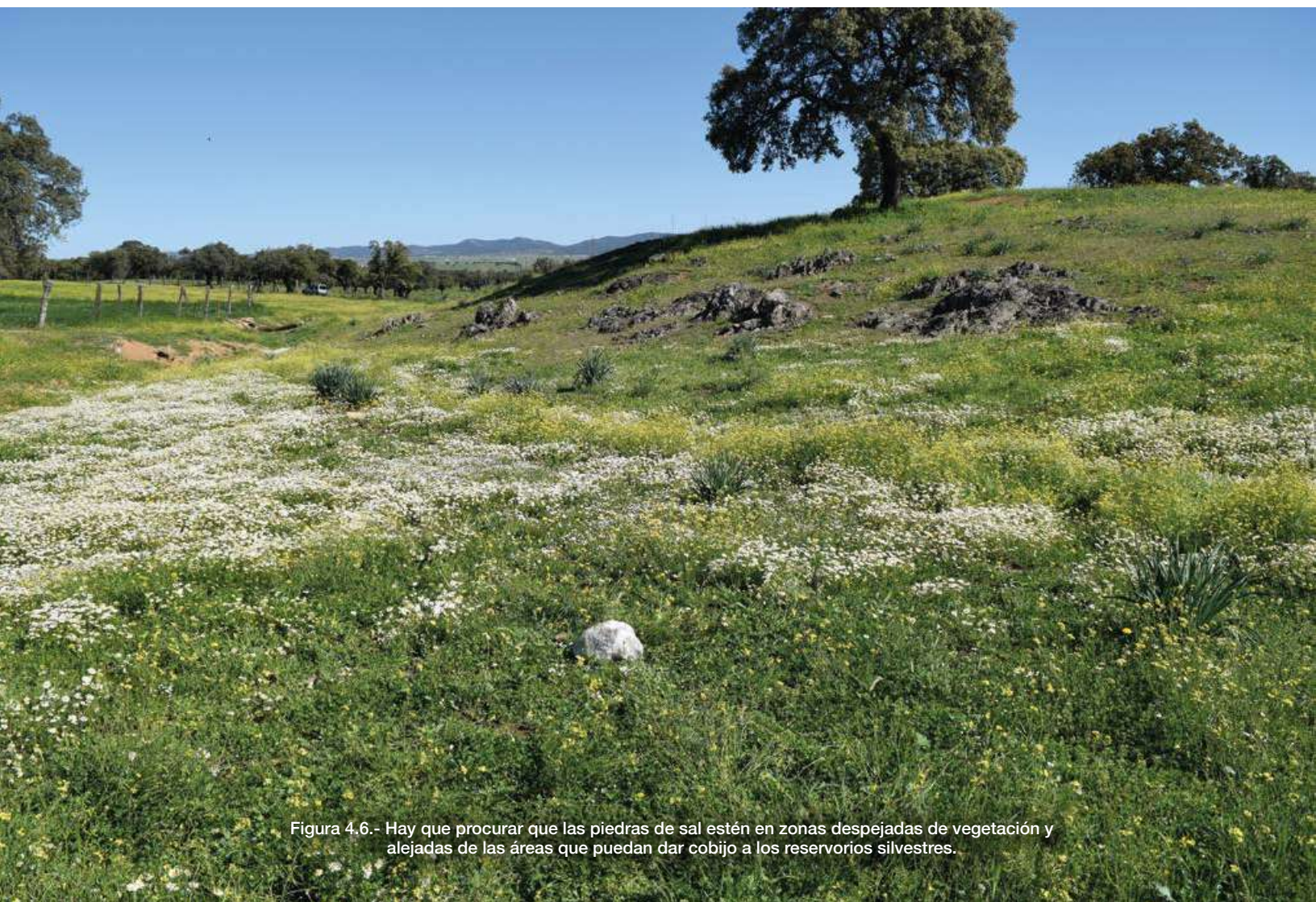


Figura 4.6.- Hay que procurar que las piedras de sal estén en zonas despejadas de vegetación y alejadas de las áreas que puedan dar cobijo a los reservorios silvestres.

- Segregar el uso de la suplementación mineral para las diferentes especies ganaderas que la utilizan mediante el manejo de pastos, evitando así la principal fuente de interacción interespecífica, y obstaculizando la transmisión indirecta del patógeno.



Figura 4.7.- Ganado bovino y caprino interactuando el mismo día en un punto de suplementación mineral

Evidencia científica sobre la eficacia de las medidas de mitigación o control

Aportación

España (centro-sur). Análisis de riesgo y aplicación de medidas de mitigación.

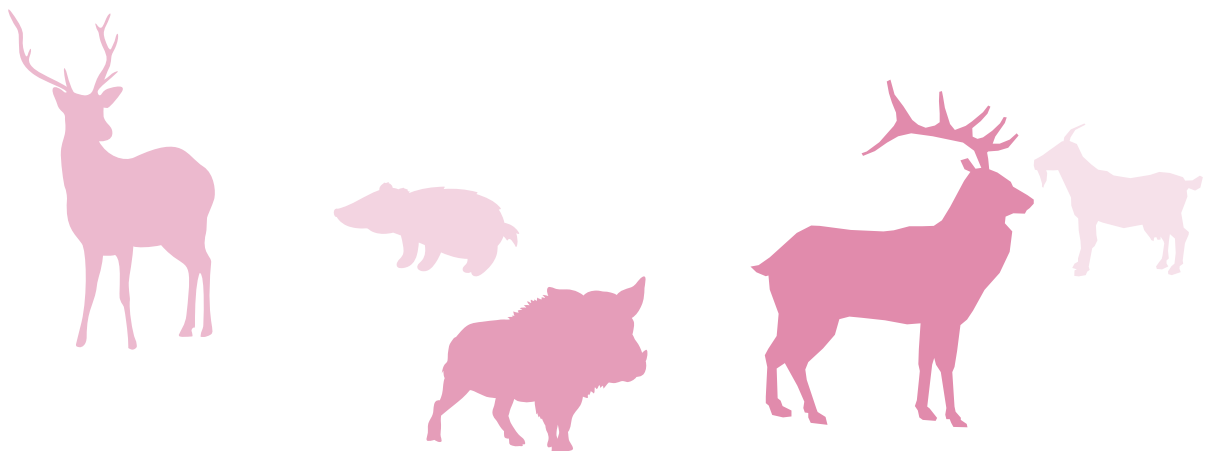
Las acciones de mitigación referentes a la gestión del suplemento mineral fueron las más ampliamente aceptadas e implementadas por los ganaderos.

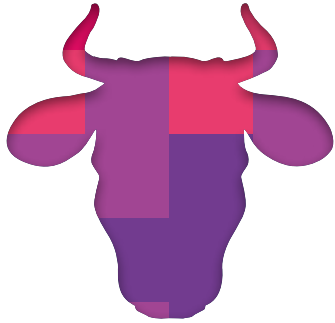
Hasta la fecha, no existe evidencia experimental de la efectividad de las medidas de control propuestas.

Referencia

(Martínez-Guijosa et al., 2021)

-





5 ALMACENAJE DE ALIMENTO



Figura 5.1.- Balas de paja almacenadas en una explotación ganadera.

Descripción del riesgo

El alimento para el ganado, sea del tipo que sea, necesita ser almacenado para su posterior uso. Es deseable que se almacene en lugares donde se mantenga protegido de las inclemencias del tiempo, así como de numerosos animales que pueden verse atraídos buscando cobijo o nutrientes.

ALMACENAJE DE ALIMENTO

Para ello, las formas más comunes de almacenaje son las siguientes:

- Corrales exteriores. Normalmente utilizados para almacenar alimento de volumen (paja, heno, ensilado, etc.) cubierto con plásticos o lonas, o bajo un techado, para evitar que se moje cuando llueva.



Figura 5.2.- Alimento almacenado en corrales exteriores, fácilmente accesible por reservorios silvestres.

- Naves y edificios. Es el sistema más habitual. Se aprovecha un edificio cubierto y cerrado para guardar en su interior el alimento. Suele tener aberturas para facilitar la ventilación.



Figura 5.3.- Pienso almacenado dentro de un edificio, donde es más fácil controlar el acceso. Sin embargo, conviene cerrar los huecos que puedan aprovechar tejones o incluso jabalíes.

ALMACENAJE DE ALIMENTO

- Silos. Construcciones cilíndricas utilizadas para almacenar grano u otros productos a granel.

Este capítulo no solo trata de cómo proteger el alimento almacenado, sino de la forma de evitar el acceso de los reservorios silvestres a corrales, naves y edificios. No obstante, el acceso de animales silvestres a este tipo de instalaciones viene motivada por la presencia de alimento (ya sea almacenado o dispuesto para el ganado). Por ello, nos centraremos en la presencia de alimento en su interior como eje central del capítulo.

Figura 5.4.- Silos de almacenaje de alimento ganadero. La presencia de restos de alimento bajo los silos puede atraer a la fauna silvestre.



Papel epidemiológico

La presencia de alimento representa un riesgo de interacción entre especies del que se deriva un riesgo de transmisión de micobacterias del CMT. Este riesgo puede ser directo, cuando los reservorios silvestres entran en las instalaciones y hay presencia de ganado en su interior. Sin embargo, este tipo de interacciones es el menos frecuente, al menos para jabalí y ciervo. Normalmente, el riesgo de transmisión es indirecto, mediante contaminación bacteriana del alimento almacenado o dispensado en el interior de las instalaciones, el cual será posteriormente consumido por el ganado.

Es importante remarcar que el acceso de tejones a naves ganaderas y lugares de almacenaje de alimento es un importante factor de riesgo para la transmisión de las micobacterias causantes de tuberculosis. Sin embargo, debido a que las evidencias disponibles son principalmente en Reino Unido, este capítulo se centra en el acceso de jabalí y cérvidos a dichas instalaciones (ver el capítulo “Tejón” en esta misma sección del manual).

En cuanto al jabalí y los cérvidos en Europa, parece que la relevancia del acceso al alimento almacenado o el interior de edificios ganaderos es menor que en el caso del tejón. Sin embargo, en lugares como Michigan, EEUU, el acceso de los ciervos de cola blanca al heno almacenado durante el invierno (época del año donde todo está cubierto de nieve y escasea el alimento a esas latitudes) es un factor de riesgo relevante para la transmisión de micobacterias causantes de tuberculosis.



Figura 5.5.- Jabalí y tejón saliendo de un cercado ganadero donde se almacena alimento para el ganado en una explotación navarra.

Evidencia científica del riesgo

Aportación	Referencia
<p>EEUU (Michigan). Encuestas. Modelización. Ciervo de cola blanca.</p> <p>Se evidencia como almacenar el alimento en edificios cerrados o protegidos a prueba de ciervo de cola blanca disminuye el riesgo de tuberculosis. Por otra parte, almacenar grandes cantidades de heno en el campo o junto a vallado ganadero, aumenta el riesgo de tuberculosis.</p> <p>Se identifica el alambre de espino y el pastor eléctrico como factores disuasorios para el ciervo de cola blanca, mientras que almacenar el alimento en el exterior se identifica como un factor atrayente, sobre todo si está desprotegido.</p>	(Kaneene et al., 2002)
<p>EEUU (Minnesota). Encuestas. Ciervo de cola blanca.</p> <p>La presencia de alimento almacenado en la explotación no estuvo significativamente asociado al uso por parte del ciervo de cola blanca, indicando que las prácticas de alimentación del ganado pueden ser un factor de mayor importancia.</p>	(Knust et al., 2011)
<p>EEUU (Michigan). Cultivo.</p> <p><i>M. bovis</i> es capaz de persistir 58 días en heno almacenado al aire libre.</p>	(Fine et al., 2011)
<p>EEUU (Michigan). Encuestas. Collares GPS. Ciervo de cola blanca.</p> <p>De forma similar a Knust et al. 2011, se evidencia que la presencia de alimento almacenado en la explotación no estuvo significativamente asociado al uso por parte del ciervo de cola blanca, indicando que las prácticas de alimentación del ganado pueden ser un factor de mayor importancia.</p>	(Berentsen et al., 2014)
<p>España (centro-sur). Fototrampeo.</p> <p>No se registraron entradas de jabalí o ciervo a naves o edificios de uso ganadero.</p>	(Carrasco-García et al., 2016)
<p>Francia. Fototrampeo.</p> <p>Para ciervo y jabalí, la frecuencia de visitas de ciervo y jabalí a instalaciones ganaderas o lugares de almacenaje de alimento fue la más baja comparada con la frecuencia de visitas a puntos de agua o alimentación del ganado.</p>	(Payne et al., 2016)
<p>España (centro-sur). Análisis de riesgo y aplicación de medidas de mitigación.</p> <p>El riesgo de tuberculosis derivado del posible acceso de reservorios silvestres al alimento almacenado es generalmente nulo, siendo elevado solo en casos puntuales (3,6% de las explotaciones estudiadas).</p>	(Martínez-Guijosa et al., 2021)

Valoración: riesgo bajo



Aspectos insuficientemente conocidos

En general, dada su aparentemente escasa frecuencia y relevancia como factor de riesgo, el uso que hace el jabalí y los cérvidos del alimento almacenado y el interior de las construcciones ganaderas en ambientes mediterráneos es un campo inexplorado. Sin embargo, es recomendable no ignorar esta fuente de riesgo, ya que, de darse, puede ser de gran importancia. Así pues, se recomienda que se contemple como una fuente de riesgo potencial en los planes de actuación frente a la tuberculosis en fauna silvestre, así como en estudios venideros que aborden la interacción entre reservorios silvestres y domésticos en ganaderías.

Métodos de mitigación o control del riesgo

Los métodos para el control del riesgo derivado del almacenaje de alimento son los siguientes:

- Almacenar el alimento en lugares cerrados a prueba de ungulados silvestres, preferiblemente edificios. Si existe presencia de tejón en la zona, reforzar las medidas de bioseguridad con paneles de aluminio, puertas, barreras o vallados electrificados (ver capítulo “Tejón”).



Figura 5.6.- Edificio impermeable a reservorios silvestres de tuberculosis. Obsérvese el madero tapando el hueco bajo una de las puertas.

- De almacenar el alimento en corrales exteriores, proveer a los mismos con vallados a prueba de ungulados silvestres, que pueden ser reforzados con barreras a prueba de jabalí, alambre de espino o pastores eléctricos. Si existe presencia de tejón en la zona, reforzar las medidas de bioseguridad con paneles de aluminio, barreras o vallados electrificados (ver capítulo “Tejón”).



Figura 5.7.- Barreras de madera para evitar el acceso de jabalí y tejón al alimento.

- Dentro de la nave, almacenar el alimento (particularmente el concentrado) de manera que no caiga al suelo y bien protegido.
- En el caso de los silos, evitar dejar restos de alimento accesibles a los ungulados silvestres cuando se extraiga el ensilado.



Figura 5.8.- Los restos de unifeed en el suelo pueden atraer multitud de especies a la explotación, incluyendo reservorios silvestres de tuberculosis.

Evidencia científica sobre la eficacia de las medidas de mitigación o control

Aportación

EEUU (Michigan). Encuestas. Modelización. Ciervo de cola blanca.

Se evidencia que almacenar el alimento en edificios cerrados o protegidos a prueba de ciervo de cola blanca disminuye el riesgo de tuberculosis. Por otra parte, almacenar grandes cantidades de heno en el campo o junto a vallado ganadero, aumenta el riesgo de tuberculosis.

Referencia

(Kaneene et al., 2002)

Se identifica el alambre de espino y el pastor eléctrico como factores disuasorios para el ciervo de cola blanca, mientras que almacenar el alimento en el exterior se identifica como un factor atrayente, sobre todo si está desprotegido.

Aportación	Referencia
<p>EEUU (Michigan). Experimento práctico. Ciervo de cola blanca.</p> <p>Revisión de la eficacia de varios tipos de vallado para la exclusión del ciervo de cola blanca a fuentes de alimento.</p>	<p>(VerCauteren et al., 2006b)</p>
<p>EEUU (Michigan). Experimento práctico. Ciervo de cola blanca.</p> <p>Se comprueba la eficacia de varias barreras y puertas para excluir al ciervo de cola blanca. Se evidencian deficiencias y se proponen soluciones.</p>	<p>(VerCauteren et al., 2009)</p>
<p>Canadá. Observacional. Encuestas. Ciervo canadiense. Ciervo de cola blanca.</p> <p>Tras vallar el heno almacenado en el campo, las visitas de ciervo canadiense a la explotación decrecieron un 21%, mientras que las visitas de ciervo de cola blanca no decrecieron significativamente. Así mismo, ningún ganadero observó ciervo canadiense dentro de los recintos, pero un 18% observó ciervo de cola blanca en su interior una vez instalado el vallado.</p>	<p>(Brook, 2010)</p>
<p>EEUU (Michigan). Experimento práctico. Ciervo de cola blanca.</p> <p>Se testan cortinas de PVC para ahuyentar a ciervos de cola blanca de lugares de almacenaje de alimento. No concluyente, pero con potencial.</p>	<p>(Berentsen et al., 2010)</p>



Aportación**Referencia**

Canadá. Observacional. Ciervo canadiense.

Vallar los espacios en los que se almacenan las pacas de heno reduce los daños (y la posibilidad de contaminación) por ciervos.

Vallar el espacio natural cercano reduce los daños (y la posibilidad de contaminación) por ciervos en pacas de heno.

(Gooding and Brook, 2014)

EEUU (Michigan). Experimento práctico. Collares GPS. Ciervo de cola blanca.

Se monitoriza el comportamiento espacial del ciervo de cola blanca tras la instalación de vallados y puertas para evitar el acceso de esta especie a los lugares de almacenaje de alimento. Los ciervos que previamente hacían uso del alimento almacenado cambiaron su comportamiento tras la instalación del vallado a patrones propios de ciervos que no utilizaban el recurso previamente. Sin embargo, se observaron intentos continuados (a baja frecuencia) de acceder al alimento almacenado, poniendo de relevancia la necesidad de mantener el vallado y las puertas en buen estado.

(Lavelle et al., 2015)

EEUU (Michigan). Revisión bibliográfica. Ciervo de cola blanca.

Se concluye que es necesario proteger el alimento para el ganado almacenándolo en edificios cerrados o con vallados a prueba de ciervos con las puertas cerradas.

(VerCauteren et al., 2018)



ESTIÉRCOLES Y PURINES



Figura 6.1.- Ganado bovino en una parcela pastada intensamente y con gran cantidad de excrementos. Los excrementos atraen lombrices y otros invertebrados que, a su vez, pueden atraer a tejones y jabalíes.

Descripción del riesgo

El estiércol y los purines animales son aquellos residuos compuestos por orina, excrementos sólidos o líquidos, o una mezcla de ellos, fermentados o con capacidad de fermentar. Se denomina estiércol a aquellos residuos con al menos un 12% de materia seca, y purines cuando están mezclados con materia líquida

(>88% de humedad). El estiércol es el tipo de residuo ganadero más común en ganadería extensiva, mientras que los purines solo suelen estar presentes cuando se acumulan excrementos y orina en lugares concretos (como bebederos, comederos o instalaciones), o por coexistencia de la ganadería extensiva con cebaderos que usen agua para limpieza por arrastre. Tanto el estiércol como los purines se han usado tradicionalmente para producir abono y compost.

Los excrementos de bovino y los prados ricos en materia orgánica son ricos en lombrices, lo que, a su vez, resulta muy atractivo para tejones y jabalíes, grandes consumidores de estos invertebrados (Acevedo et al., 2019). Las lombrices pueden contener bacterias del CMT si se alimentan sobre material contaminado (Barbier et al., 2016). En consecuencia, el estiércol y purines de rebaños infectados pueden suponer un riesgo para otros rebaños bovinos, para otras especies ganaderas, o para la fauna silvestre. La cantidad de residuos orgánicos ganaderos producidos en las explotaciones es muy variable y depende, entre otros factores, del manejo y la carga ganadera, instalaciones, alimentación, clima, fugas, aguas de limpieza, etc. Habitualmente, el ganado bovino en extensivo deposita sus deyecciones en el ambiente de forma dispersa, sin embargo, tienden a acumularse entorno a los recursos más usados, como puntos de agua o alimentación. En los casos en los que está estabulado, se producirá una mayor acumulación de orina y estiércol, conllevando diferencias en el riesgo epidemiológico que implica, por lo que requiere de estrategias de gestión diferentes.



Figura 6.2.- Retirada periódica y balsa de purines en explotación lechera. En aquellas ganaderías donde los animales pasan gran parte del tiempo estabulados, lógicamente se producirá una mayor acumulación de orina y excrementos.

Entre las diferentes estrategias que existen para la gestión y tratamiento de estiércol y purines. Las principales estrategias con riesgo epidemiológico que existen para la gestión y tratamiento de estiércol y purines, son:

- Aplicación directa al suelo: es la técnica más usada por los ganaderos para aprovechar los residuos de la explotación. El estiércol o los purines no deben utilizarse sin fermentar (compostar) cuando exista tuberculosis en la explotación.
- Compostaje: el compostaje es un proceso de descomposición biológica y estabilización de la materia orgánica, bajo condiciones que permitan un desarrollo de temperaturas termofílicas (40-60°C) como consecuencia de una producción biológica de calor, que da un producto final estable, libre de patógenos y semillas de malas hierbas.

Adicionalmente, existe una moderna práctica ganadera que implica la utilización del compost: la cama caliente de compost. Este tipo de cama caliente, utilizada normalmente en ganaderías lecheras, es una alternativa a la cama caliente de paja con ventajas como el aprovechamiento eficaz los recursos de la explotación, que está considerada más ecológica que otras alternativas, y ofrece un buen nivel de confort y salubridad para el ganado. Sin embargo, hay que tener en cuenta que es necesaria una buena gestión de este tipo de camas para evitar que jueguen un papel epidemiológico como el explicado más abajo.



Figura 6.3.- Vacas echadas sobre cama caliente de compost.

Papel epidemiológico

El riesgo epidemiológico del estiércol y los purines deriva principalmente de dos factores:

- La capacidad de los animales tuberculosos de excretar micobacterias a través de las heces. Las micobacterias pueden sobrevivir en el ambiente, suponiendo una fuente potencial de transmisión de patógenos.
- La atracción que pueden ejercer los excrementos sobre los reservorios silvestres. Se ha demostrado que tanto el tejón como el jabalí pueden verse atraídos por la presencia de estiércol bovino, probablemente por la riqueza en lombrices y otros invertebrados.

Evidencia científica del riesgo

Aportación

Revisión bibliográfica.

La baja frecuencia e irregularidad de excreción de *M. bovis* a través de las heces por parte del ganado bovino, incluso por parte de animales gravemente infectados, sugiere que la excreción a través de las heces es una vía de transmisión menos importante que la transmisión directa por vía respiratoria. Además, el ganado bovino tiende a evitar los pastos con excrementos durante el pastoreo, disminuyendo naturalmente el riesgo.

Sin embargo, los excrementos depositados por el ganado bovino infectado por CMT pueden mantenerse infectivos durante bastante tiempo, dependiendo de la temperatura y la concentración de patógenos.

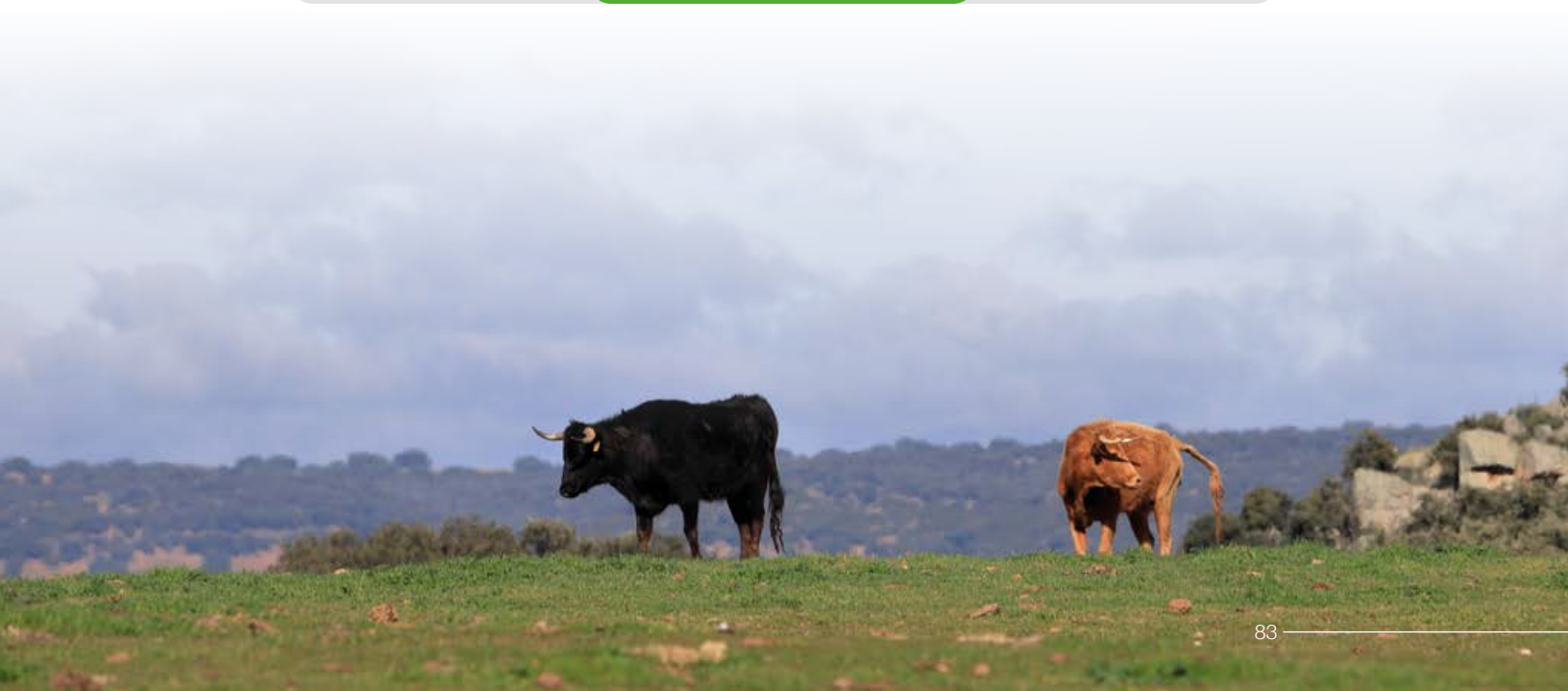
Referencia

(Phillips et al., 2003)



Figura 6.4.- Jabalíes buscando alimento entre los excrementos de ganado bovino. Huelva.

Aportación	Referencia
<p>Francia. Observacional. Jabalí.</p> <p>El jabalí puede buscar activamente excrementos de ganado bovino en los pastos en busca de lombrices u otros invertebrados.</p>	<p>(Baubet et al., 2003)</p>
<p>Revisión bibliográfica.</p> <p>Los riesgos asociados a la aplicación directa de purines húmedos como abono son mayores que la utilización de purines sólidos y secos.</p> <p>En áreas con saneamientos anuales, la mayor parte de las vacas infectadas son eliminadas del rebaño antes de que la enfermedad alcance estados avanzados, y por tanto el riesgo de excreción es reducido.</p> <p>A pesar de que teóricamente el ganado infectado es capaz de excretar <i>M. bovis</i> a través de la orina, existe muy poca evidencia que lo confirme.</p>	<p>(McCallan et al., 2014)</p>
<p>Reino Unido. Collares GPS. Tejón.</p> <p>Los tejones se alimentan habitualmente bajo los excrementos del ganado bovino, y se ven atraídos por pastos utilizados por este.</p>	<p>(Woodroffe et al., 2016)</p>
<p>España (Asturias). Collares GPS. Tejón.</p> <p>Se evidencia que el comportamiento espacial de los tejones se ve más afectado por la disponibilidad de alimento, como las lombrices, que la búsqueda de cobijo, lo que propicia los contactos indirectos entre tejones y ganado bovino.</p>	<p>(Acevedo et al., 2019)</p>
<p>Francia. Experimentos de laboratorio. Lombriz.</p> <p>Las lombrices pueden contener bacterias del CMT si se alimentan sobre material contaminado.</p>	<p>(Elodie Barbier et al., 2016)</p>
<p style="text-align: center;">Valoración: riesgo bajo</p>	



Aspectos insuficientemente conocidos

Todavía no se ha cuantificado el riesgo potencial de transmisión derivado de la atracción de los reservorios silvestres (principalmente tejón y jabalí) hacia los excrementos del ganado bovino. Además, dado que en ganaderías con buenas prácticas de bioseguridad en puntos de agregación sigue ocurriendo transmisión del CMT desde la fauna al ganado bovino, el riesgo mediado por la contaminación ambiental a través de deyecciones (principalmente) debe jugar un papel relevante, aunque no cuantificado (dada su complejidad).

Métodos de mitigación o control del riesgo

Los métodos para el control del riesgo derivado de la gestión de estiércol y purines son los siguientes:

- Cuando el ganado está estabulado, es necesario llevar a cabo una correcta gestión del estiércol desde el punto de vista sanitario ante un brote de tuberculosis en el ganado. Para ello, hay que seguir las recomendaciones legales presentes en el “Protocolo para la gestión del estiércol en explotaciones de rumiantes positivas CSG” del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Estas recomendaciones consisten en almacenar el estiércol líquido largos periodos de tiempo (al menos 6 meses) antes de su aplicación, y el sólido al menos 30 días, distribuirlo en el pasto al menos 60 días antes de que entre el ganado, y cuando se haga, hacerlo en días sin viento y con métodos de inyección directa. Además, no compartir el equipamiento, desinfectarlo debidamente y mantener las explotaciones tan limpias como sea posible para minimizar el contacto entre los animales y el purín almacenado.

Además, es posible encontrar valiosa información al respecto a través de TBhub, una web de consulta del gobierno del Reino unido donde se unifica toda la información referente a la tuberculosis del país.

- Realizar un tratamiento adecuado de los purines para generar compost libre de patógenos. Particularmente, en el caso de CMT, el microorganismo se inactiva en el estiércol a una temperatura de unos a 65 °C mantenida al menos durante 14 días. No obstante, el proceso dura más, y para completar el mismo se recomienda una duración que oscila entre los 100 y los 180 días según las temperaturas alcanzadas, materia orgánica, aireamiento, etc. Además, resulta frecuente su tratamiento con desinfectantes como el hidróxido de calcio, muy efectivo especialmente para la inactivación de las micobacterias (MAPA, 2020).



Figura 6.5.- Tractor abonando el campo con purines. Un riguroso tratamiento de los purines para producir compost seguro y de calidad es esencial para evitar la transmisión y mantenimiento de las micobacterias entre las especies reservorio que habitan la explotación

- A pesar de la ausencia de pruebas experimentales al respecto, más allá del control poblacional (ver capítulo “Sobreabundancia y control poblacional”), las medidas de mitigación enfocadas a reducir el riesgo derivado del uso de los pastos con presencia de excrementos de bovino por parte del tejón y el jabalí pasaría por una correcta gestión ganadera de los pastos (ver capítulo “Gestión de pastos”). Estas consistirían en dejar sin pastar aquellas zonas abonadas con compost sanitariamente seguro durante unos meses para evitar el periodo de máxima atracción del tejón y el jabalí, así como evitar el sobrepastoreo. Esto permitiría que el ganado se desplace de una zona a otra, evitando la acumulación excesiva de excrementos y la interacción indirecta en los pastos.



Figura 6.6.- Las zonas sobrepastoreadas o con carga ganadera instantánea al administrar alimento pueden presentar una acumulación anormal de excrementos, los cuales pueden atraer a reservorios silvestres de tuberculosis como el tejón y jabalí, que acuden en busca de los invertebrados que se alimentan de las heces del ganado.

Evidencia científica sobre la eficacia de las medidas de mitigación o control

Aportación

Referencia

España (Ciudad Real). Estudio experimental. Ciervo y jabalí.

No existe evidencia científica de ninguna medida preventiva específica para evitar el uso de los pastos con presencia de excrementos por parte del tejón o el jabalí. Si bien la exclusión de fauna en zonas de alimentación, con concentración de deyecciones, se asoció con un descenso en la prevalencia de tuberculosis en el ganado bovino.

(Barasona et al., 2013)

Revisión bibliográfica.

Cuanto más tiempo pasen los purines almacenados, y cuanto más tiempo pase entre que los pastos son abonados y el ganado empieza a pastarlos, menor es el riesgo de infección. Se calcula que debe ser almacenada al menos por 6 meses para permitir la inactivación natural de *M. bovis*. Puede usarse hidróxido de calcio y agua para reducir la contaminación por *M. bovis*.

(McCallan et al., 2014)

Prueba experimental.

Los purines necesitan ser expuestos a una temperatura media de 60-70°C durante 3 semanas durante el compostaje para destruir *M. bovis*, y la mayoría de montones de estiércol no alcanzan dicha temperatura. Estos purines compostados no pueden considerarse necesariamente seguros y, según la comisión reguladora de la UE EC 1774/2002, someter al compost a 70°C durante 60 minutos debe preceder a la digestión anaeróbica para eliminar el riesgo de transmisión de patógenos.

(Blaiotta et al., 2016)



GESTIÓN DE PASTOS



Figura 7.1.- Vacas en pastos comunales.

Descripción del riesgo

El pastoreo es una actividad inherente a los sistemas ganaderos en extensivo desde tiempos ancestrales. Esta práctica constituye la base de la alimentación para el ganado en extensivo. Existe un ciclo energético sostenible a través del cual los animales aportan nutrientes al suelo, mediante sus deyecciones,

mientras que el pasto proporciona los nutrientes necesarios para las especies ganaderas. Tanto es así, que el abandono del pastoreo se asocia en la mayoría de las situaciones a un deterioro paisajístico y medioambiental.

La gestión de pastos incluye aquellas prácticas de manejo del territorio orientadas a conseguir un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales por parte de las especies ganaderas. Estas especies deben integrarse como un elemento más de los ecosistemas, junto a las demás especies de fauna y flora, buscando un equilibrio entre producción y conservación mediante la adecuación de los niveles de carga ganadera.

Existen diversos tipos de gestión praterense en las ganaderías extensivas de España, que se pueden agrupar en dos grandes grupos:

- De puerto. Característica de la mitad norte peninsular y las zonas montañosas donde abundan las nevadas. Consiste en un ciclo anual en el que los animales se trasladan a los pastos de montaña durante la primavera, cuando desaparece la nieve y se descubre el pastizal. Los animales aprovechan estos pastos de altitud a lo largo del verano y parte del otoño, hasta que vuelve la nieve, y los animales son estabulados durante el invierno. El movimiento del ganado entre ambas zonas suele llevarse a cabo mediante trashumancia o transtermitancia, lo cual implica a su vez un posible movimiento de agentes patógenos. Además, es importante tener en cuenta que los pastos de montaña suelen ser de tipo comunal, de uso compartido, lo cual supone un factor de riesgo adicional para la aparición de enfermedades. A esto hay que añadir que, en ocasiones, los animales solo son testados una vez al año, antes de la subida a pastos. Por lo tanto, la difusión de la infección entre distintos rebaños no será detectada hasta un año después de haberse producido el movimiento de aprovechamiento de puertos.



Figura 7.2.- Pastos de puerto en verano.

- Fincas ganaderas. Característica de la mitad sur peninsular donde la escasez de recursos viene determinada por las sequías estivales. Suele consistir en una gestión rotacional de parcelas para aprovechar los pastos de las zonas más húmedas y umbrías durante el estío, donde el agua y el pasto resiste por más tiempo. En este caso, los movimientos ganaderos se encuentran restringidos por vallados perimetrales y la rotación de parcelas tiene lugar dentro de las propias fincas, habitualmente con propiedad particular. No obstante, existe riesgo de introducción de enfermedades con la incorporación de nuevos animales de origen externo (transacciones comerciales) o por el libre movimiento de especies silvestres con las que comparten hábitat.



Figura 7.3.- Vacas pastando en una finca ganadera del centro-sur español.

- Aprovechamiento de parcelas de pequeño tamaño, cañadas, cordeles etc. Este tipo de aprovechamiento de pastos es habitual tanto en zonas tanto de montaña como de dehesa o valle. En las zonas de montaña suele tratarse de pequeñas parcelas ubicadas en los alrededores de los cascos urbanos, localizadas en las zonas de menor altitud, entre las zonas de puerto y el núcleo de población o entre los ríos y los núcleos de población. En el caso de las zonas de dehesa, son pequeñas parcelas donde no se ha realizado la concentración parcelaria, que carecen en muchos casos de vallado y que son aprovechadas por un pequeño número de animales de varios ganaderos que van rotando dependiendo de la

abundancia de pasto en cada parcela. Tanto en zonas de montaña, como de dehesa o valle, se aprovechan cañadas y cordeles por un número de cabezas que van avanzando utilizando los pastos que crecen en ellos.

En este caso el riesgo va asociado a movimientos con posibilidad de ubicación colindante de reses procedentes de rebaños calificados y reses de rebaños positivos sin medidas de bioseguridad mínimas. Del mismo modo, un rebaño positivo puede tener sus reses localizadas en distintos puntos, multiplicando la posibilidad de difusión de agentes patógenos.

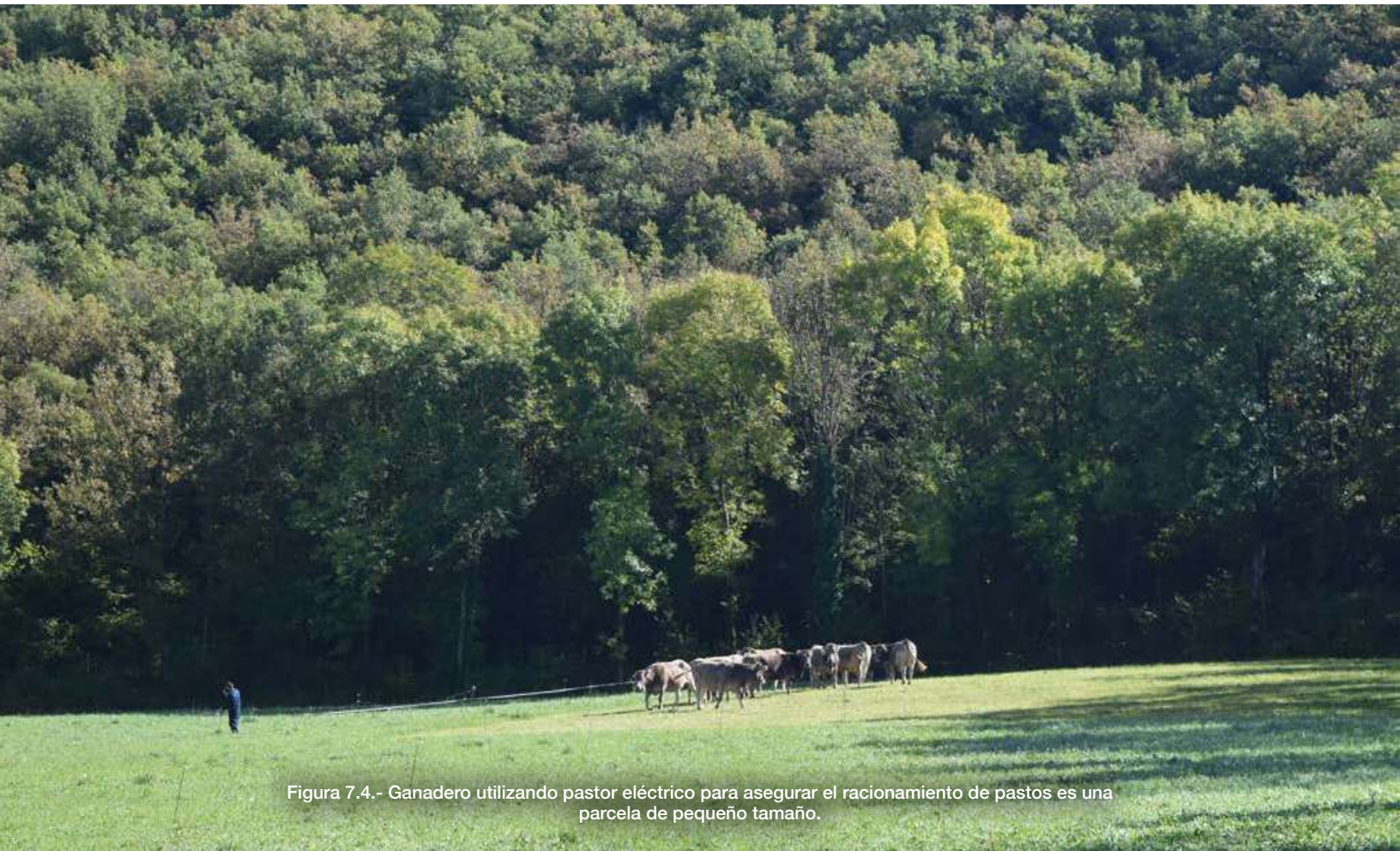


Figura 7.4.- Ganadero utilizando pastor eléctrico para asegurar el racionamiento de pastos es una parcela de pequeño tamaño.

Este capítulo se centra en la gestión de los pastos desde el punto de vista sanitario, con el objetivo de evitar las posibles interacciones entre los reservorios silvestres y el ganado bovino, para reducir la posible transmisión de micobacterias pertenecientes al CMT.

Papel epidemiológico

El papel epidemiológico de la gestión de pastos tiene varias vertientes:

- Existe un riesgo de transmisión de micobacterias del CMT al ganado por el contacto, fundamentalmente indirecto, a través de la alimentación de pastos contaminados y puntos o zonas de aporte de agua por reservorios tanto de especies domésticas (bovino, caprino, ovino o porcino) como de especies silvestres excretoras. Las vías más comunes de excreción son la oral, seguida de la nasal (pueden ser muy relevantes en jabalí), fecal y, en menor medida, orina (aunque puede ser de especial importancia en tejón).
- Riesgo de transmisión por contacto directo con rebaños de distintas especies de ganado doméstico (particularmente en pastos comunales) así como de especies silvestres. Se ve incrementado por la dificultad de instaurar medidas de bioseguridad y separación de rebaños. En este caso, el riesgo puede tener carácter estacional dependiendo de las distintas producciones de los pastos (bellota o manzana) que motiven el aprovechamiento por otras especies ganaderas posibles reservorios de la enfermedad.
- Ponderación del coste/beneficio de la utilización de pastos de titularidad pública. Las implicaciones económicas del uso de pastos suponen en muchos casos, que pastos aprovechados en un periodo anterior por rebaños con reses positivas a tuberculosis, se sigan utilizando sin esperar un periodo de descanso óptimo que minimice el riesgo por contacto indirecto.
- La legislación exime de la emisión de Guías de Origen y Sanidad Animal (documento sanitario de traslado) a los movimientos de pastos ubicados en el mismo municipio de la explotación principal. Esto dificulta enormemente la gestión sanitaria racional.



Figura 7.5.- Aglomeración de rebaños de diferente titularidad y especies a las puertas de unos pastos comunales.

Evidencia científica del riesgo

Aportación	Referencia
<p>España. Encuesta epidemiológica. Análisis de riesgos.</p> <p>La interacción con fauna silvestre y el uso compartido de pastos se identifican como algunos de los factores de riesgo más relevantes para los brotes de tuberculosis ocurridos en España entre 2009 y 2011.</p>	(Guta et al., 2014)
<p>España (Doñana). Collares GPS. Jabalí y bovino.</p> <p>La presencia de puntos de agua es un factor relevante en el solapamiento espacial en pastos del jabalí y el ganado bovino, especialmente en verano y otoño.</p>	(Barasona et al., 2014a)
<p>Francia. Detección de ADN ambiental.</p> <p>Se identifica ADN del CMT en suelo de pastos utilizados por ganado bovino y reservorios silvestres.</p>	(Barbier et al., 2016)
<p>España (centro-sur). Fototrampeo.</p> <p>En pastos, la presencia de ciervo es más frecuente que la de jabalí. La detección de ciervo disminuye con la distancia a cobertura vegetal (matorral/monte), pero no ocurre así con el jabalí, que es más ubicuo. En ambas especies se asocia la frecuencia de detección con su abundancia local. En situaciones de baja densidad de ciervo, el uso de pastos se centra casi íntegramente en una banda de 100 metros cerca de la cobertura vegetal, mientras que en densidades elevadas está muy presente en todos los pastos de la explotación.</p>	(Carrasco-García et al., 2016)
<p>Castilla y León. Modelización de factores de riesgo.</p> <p>El uso de pastos comunales se identifica como uno de los principales factores de riesgo de tuberculosis para el ganado bovino y caprino, así como para el jabalí.</p>	(Gortázar et al., 2017)
<p>Francia. Cultivo.</p> <p><i>Mycobacterium bovis</i> puede sobrevivir varios meses en el suelo, con mayor persistencia suelos con temperaturas bajas (4°C). Sin embargo, no se detectaron diferencias con respecto a la composición del suelo.</p>	(Barbier et al., 2017)
<p>Mundial: Historia sobre el avance de la lucha contra la tuberculosis.</p> <p>Los países con mayor aprovechamiento de pastos (entre otros factores) llevan retraso en la erradicación.</p>	(Good et al., 2018)

Aportación	Referencia
España (Navarra). Epidemiología espacial, detección de ADN ambiental, análisis de factores de riesgo. El uso de pastos comunales supone un riesgo epidemiológico para la tuberculosis.	(Martínez-Guijosa et al., 2020b)
España (Doñana). Telemetría, análisis de redes, análisis de factores de riesgo. Los pastos permanentes del Parque Nacional actúan como puntos de agregación y de riesgo de transmisión del CMT y otros patógenos.	(Barroso et al., 2020; Triguero-Ocaña et al., 2020)
España. Análisis de factores de riesgo. Compartir pastos se evidencia como uno de los principales factores de riesgo de tuberculosis a nivel de explotación.	(Ciaravino et al., 2021)

Valoración: riesgo alto



Aspectos insuficientemente conocidos

Existen vacíos de conocimiento para la correcta gestión sanitaria de los pastos. Por ejemplo:

- Se desconocen en profundidad las interacciones que se dan entre individuos de las numerosas especies reservorio, tanto domésticas como silvestres, que utilizan los pastos comunales.



Figura 7.6.- Es necesario investigar sobre las consecuencias de que varias especies reservorio de una misma enfermedad, como la tuberculosis, compartan pastos.

- Aunque existen indicios de que la fragmentación de pastos constituye un riesgo para la tuberculosis (casos de El Barco de Ávila o de Colmenar Viejo, por ejemplo), falta investigación al respecto.
- No se ha cuantificado la importancia del riesgo difuso (en pastos) frente al asociado a puntos de agregación. Es una tarea difícil debido a la propia naturaleza del riesgo (difuso) y requiere de estudios empíricos y experimentales. Por ejemplo, aunque la probabilidad de encontrar ADN del CMT en pastos es mucho menor que en puntos de agregación como el agua, los animales pasan una proporción mucho mayor del día pastando, por lo que el riesgo que implica podría ser también elevado.
- Es necesario investigar cómo afecta la composición del suelo, su humedad, y quizás la comunidad herbácea que lo coloniza, a la supervivencia y transmisibilidad del CMT.

Métodos de mitigación o control del riesgo

Los métodos para el control del riesgo derivado del uso compartido de pastos son los siguientes:

- Si es posible, evitar el uso de pastos comunales y evitar, igualmente, utilizar como pastos parcelas dispersas. Ambas situaciones aumentan el riesgo de contacto con otros rebaños bovinos, con otras especies ganaderas y con fauna silvestre.
- Asegurar una correcta gestión sanitaria de los animales domésticos que utilizan los pastos comunales, especialmente aquellos susceptibles a tuberculosis como la cabra, el cerdo o la oveja (ver capítulos “Ganado bovino” y “Especies no incluidas en los programas sanitarios oficiales”).
- Evitar, en la medida de lo posible, que el ganado susceptible a la infección por CMT padezca en zonas de especial afluencia de reservorios silvestres. Dependiendo de la presencia estacional o no de los reservorios silvestres (o los factores que determinan su atracción) en estos pastos, esta medida deberá aplicarse permanentemente o de forma temporal. Como consecuencia, es necesario establecer un plan de rotación de parcelas o zonas de pastoreo que busque el equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos naturales y la segregación espacial y temporal de las especies implicadas en la epidemiología de la tuberculosis.



Figura 7.7.- En este caso particular, este arroyo es un punto de difícil gestión mediante acciones concretas. Mantiene agua, la humedad y la umbría durante el verano, y al desembocar en un embalse la parcela no puede ser completamente vallada, facilitando la presencia de fauna silvestre cuando el agua escasea. Por tanto, la medida más eficaz para evitar el riesgo de tuberculosis sería evitar pastar esta parcela, o en su defecto, evitar que las vacas entren durante el verano.

- Garantizar con medidas de bioseguridad correctas la mayor separación posible entre distintos rebaños que aprovechen pastos comunales, instalando medios de producción (mangas de manejo, comederos y bebederos) exclusivos para cada rebaño, así como separaciones físicas a través de cercados de los distintos terrenos que sean aprovechados por ganaderos diferentes



Figura 7.8.- Poseer unas infraestructuras adecuadas, como vallados o bebederos en buen estado, es esencial para una gestión segura y eficiente de los pastos comunales.

- En fincas ganaderas con aprovechamiento mixto del territorio (ganadero y cinegético), se pueden instalar vallados impermeables a ciervo y jabalí separando la zona ganadera de la cinegética (en la medida de lo posible en combinación con otras acciones de control) para permitir un uso exclusivo de los pastos ganaderos por el ganado bovino.
- En aquellas ganaderías donde exista cultivo forrajero, es muy importante la ubicación y gestión de los mismos, ya que son zonas de especial atracción para la fauna, y pueden representar un riesgo, sobre todo si ocupan posiciones centrales entre los pastos usados por el ganado.
- Si la presencia de reservorios silvestres en los pastos se asocia a un factor o recurso concreto (agua, alimento, estiércol, suplemento mineral, etc.), se debe intentar segregar su uso por especies o grupos de especies (silvestre-doméstico, por ejemplo). Si esto no es posible, habría que considerar la posibilidad de eliminar dicho elemento. Para más detalles consultar el capítulo correspondiente a cada tipo de recurso.

- En situaciones de sobreabundancia de algún ungulado reservorio silvestre, se debe controlar la población para mantenerla en niveles adecuados, sostenibles y deseables, es decir, en bajas densidades (ver capítulo “Sobreabundancia y control poblacional”).
- Si se detectan ungulados silvestres enfermos o en mal estado que puedan ser excretores de CMT, estos animales deberían ser extraídos prioritariamente de la población (ver capítulo “Presencia de animales visiblemente enfermos y caza selectiva”).

Figura 7.9.- Pradera cultivada para el pastoreo junto a un espacio natural protegido con gran abundancia de reservorios silvestres de tuberculosis. La presencia de pastos ganaderos junto a terrenos con gran abundancia de fauna donde no existe un control poblacional es bastante común en España, conllevando complejos problemas de gestión. Se deberán combinar los diferentes puntos anteriormente citados, es decir, valorar la instalación de un vallado que dificulte el paso de jabalíes, ciervos y gamos, actuar correctamente sobre aquellos recursos que atraen a la fauna silvestre hasta la ganadería, así como monitorizar y gestionar las poblaciones de ungulados silvestres del espacio protegido en cuestión para evitar la sobreabundancia y facilitar un correcto estado sanitario de las mismas.



Evidencia científica sobre la eficacia de las medidas de mitigación o control

Aportación	Referencia
<p>Reino Unido. Revisión bibliográfica. Tejón.</p> <p>Existe evidencia de que la gestión de pastos reduce el riesgo de contaminación por micobacterias. Algunas medidas eficaces son: sistema de pastos rotativo, evitar que los animales se alimenten de pastos muy cortos, no introducir ganado en campos recién segados, mover el ganado a pastos frescos por la tarde, entre otros.</p>	(Ward et al., 2010)
<p>España (centro-sur). Análisis de riesgo y aplicación de medidas de mitigación.</p> <p>Aquellas acciones de mitigación que implican evitar ciertas parcelas o pastarlas con especies ganaderas alternativas, son popularmente adoptadas por los ganaderos participantes, mientras que otras como evitar el movimiento de animales entre explotaciones o evitar los pastos comunales no han sido aplicadas.</p>	(Martínez-Guijosa et al., 2021)



Figura 7.10.- Pastizal a finales de verano en Pirineos.

8 VALLADOS



Figura 8.1.- Ciervo saltando un vallado ganadero.

Descripción del riesgo

Tradicionalmente, los vallados, cerramientos, cercados, alambrados o mallazos han estado ligados a la ganadería desde sus inicios. El objetivo de estos primeros vallados era el de contener a los animales domésticos dentro de terrenos delimitados, y sigue siendo el propósito principal hoy en día ya que es uno de los elementos principales que asegura la correcta gestión de los recursos de un área determinada por las diferentes especies ganaderas que la habitan.

Entre la diversidad de ganaderías de la península, podemos encontrar multitud de métodos para vallar una finca o terreno, siendo el más extendido la denominada malla ganadera, hecha de alambre y con una altura entre 1 y 1,5 metros de altura; eficaz para las especies domésticas, pero ineficaz para los reservorios silvestres. Por su altura puede ser rebasado por los cérvidos (ciervo y gamo), y es relativamente fácil la creación de gateras y pasos por las que pasan jabalíes y tejones.



Figura 8.2.- Viejo vallado ganadero con “gatera”, un hueco por donde suelen atravesar el vallado los animales silvestres que no son capaces de saltarlo.

En algunos lugares podemos encontrar las tradicionales cercas de piedra, de poco impacto ambiental (pudiendo servir de refugio incluso para pequeños animales), si bien resultan ineficaces para contener a los reservorios silvestres de la tuberculosis. También podemos encontrar el “pastor eléctrico”, muy útil para delimitar pequeñas superficies temporales, siendo muy efectivo contra el jabalí, especialmente a corto plazo. Si bien, requiere de un mantenimiento y revisión constante para evitar que un posible contacto con la vegetación haga de toma de tierra.



Figura 8.3.- A la izquierda podemos observar un tradicional muro de piedra en mal estado de conservación, a la derecha, un vallado ganadero reforzado con pastor eléctrico.

Otro de los cerramientos utilizados es el de alambre de espino. No nos referimos a la colocación de un alambre de espino en la parte alta del vallado a modo de refuerzo, sino al cerramiento realizado con un vallado formado por 3-4 alambres de espino. Este método es totalmente ineficaz para los reservorios silvestres, al ser fácilmente traspasados por el jabalí (y tejón) por su parte inferior, y por ciervos y gamos por la parte superior.



Figura 8.4.- A la izquierda, alambre de espino que permite el paso de la fauna silvestre por debajo. A la derecha detalle donde se observan pelos de tejón (círculo negro) enganchados al pasar por debajo del alambre.

Papel epidemiológico

Todos los tipos de vallados ganaderos se consideran permeables a la fauna silvestre, y, entre ella, a los reservorios silvestres de CMT. Por tanto, en aquellas circunstancias en las que una ganadería o los pastos utilizados por ella lindan con zonas cinegéticas o protegidas en las que abundan los reservorios silvestres de CMT, el cerramiento perimetral de una ganadería se muestra como la medida de mayor peso en un programa de bioseguridad. En estos casos, la ausencia de vallado, o la existencia de vallado permeable para especies silvestres, supone un riesgo para la entrada de enfermedades como la TB en la explotación. No hay que olvidar que la transmisión también puede producirse por contactos a través del vallado.

Asimismo, no debemos olvidar el papel principal de los vallados en una explotación: contener al ganado para poder manejarlo adecuadamente. El correcto mantenimiento de los vallados es esencial para poder aprovechar los recursos disponibles de forma adecuada mediante la gestión de pastos (ver capítulo sobre gestión de pastos), así como mantener segregadas las diferentes especies ganaderas (ver capítulo sobre especies no incluidas en programas sanitarios oficiales).



Figura 8.5.- Jabalí atravesando un vallado junto a sus rayones para entrar en un cercado que alberga cerdo ibérico.

Evidencia científica del riesgo

Aportación	Referencia
<p>EEUU (Michigan). Fototrampeo. Ciervo de cola blanca.</p> <p>La transmisión de diferentes enfermedades como TB y CWD (chronic wasting disease) se ve influenciada por las posibles interacciones a través de vallados.</p>	(VerCauteren et al., 2007)
<p>Sudáfrica. Modelización. Simulación. FMD (Foot-and-mouth disease o fiebre aftosa).</p> <p>Los defectos en el vallado (roturas), así como el tiempo entre la rotura y la reparación influyen sobre el número de contactos entre el ganado doméstico y especies silvestres como los búfalos.</p>	(Dion et al., 2011)
<p>Brasil. Análisis de redes. Modelización. Ganado bovino.</p> <p>Se observa una correlación espacial (proximidad) en la detección de lesiones compatibles con TB, lo que sugiere una transmisión a través del vallado.</p>	(Cárdenas et al., 2021)
<p>España (centro-sur). Collares GPS, modelización espacial. Ciervo.</p> <p>En fincas manejadas el ciervo presenta un área de campeo menor que en fincas abiertas y en espacios naturales.</p>	(Laguna et al., 2021c)
<p>España (centro-sur). Collares GPS, modelización espacial. Jabalí.</p> <p>El jabalí no ve restringida su área de campeo por la presencia de vallados, siendo mayor en fincas abiertas y cerradas que en espacios naturales.</p>	(Laguna et al., 2021b)

Valoración: riesgo medio



Métodos de mitigación o control del riesgo

- Cerramiento completo y eficaz de la explotación.
- Cerramiento de la zona de más importancia para el ganado bovino, hasta un máximo de 500 hectáreas, como prevé el RD138/2020.
- Refuerzo del vallado en puntos clave (pasos de fauna) o zonas críticas (límite con hábitats de mayor riesgo).
- Cerramientos específicos para los puntos de agua y alimentación (ver capítulos correspondientes).
- Mantenimiento una vez establecido.



Figura 8.6.- Gatera reparada mediante la colocación de grandes piedras.

En según qué situaciones, el cerramiento completo de la explotación podrá realizarse de manera más o menos satisfactoria. En explotaciones intensivas (caso de cebaderos o explotaciones lecheras) el perímetro a vallar es relativamente pequeño, por lo que una inversión en un vallado impermeable será más factible y los permisos administrativos no resultan tan limitantes.

En explotaciones extensivas, donde un vallado completo e impermeable no pueda llevarse a cabo, el cerramiento perimetral puede realizarse por tramos, es decir, reforzar el vallado en aquellos segmentos que consideremos más que-renciosos para la fauna, por su cercanía a monte, por ejemplo. En este tipo de explotaciones, y en aquellas en las que el terreno se encuentre parcelado, son igualmente importantes los vallados interiores, debiendo cumplir todas las especificaciones relativas al vallado perimetral. En este sentido, en grandes extensiones de terreno donde sea inviable el vallado perimetral, se pueden reforzar los vallados interiores igualmente por segmentos y parcelas, pudiendo permanecer los animales en la época de mayor riesgo (final del verano-otoño) en aquellas parcelas de mejor vallado (ver capítulo sobre gestión de pastos).

El vallado ganadero tradicional, de alambre y 1,5 metros de altura, es ineficaz para la contención del jabalí, si bien se pueden realizar medidas de mejora y refuerzo sobre la parte inferior del mismo. Este refuerzo puede realizarse soterrando la parte inferior de la malla, mediante ganchos, impidiendo su deformación aumentando su resistencia (colocación de “mallazo de obra”) o bien con la colocación de un pastor eléctrico. Muchas de estas actuaciones están reguladas (incluso prohibidas), por lo que necesitan consultarse con los correspondientes servicios de medio natural.



Figura 8.7 - Vallado reforzado con mallazo de obra, de mayor resistencia a la torsión y deformación

Con respecto al ciervo (y gamo), su contención mediante vallados es difícil de conseguir, ya que los cerramientos necesitan suficiente altura (al menos 2 metros). Este tipo de vallados “cinegéticos” está condicionado por la regulación vigente en cada comunidad autónoma (ver capítulo sobre cerramiento perimetral en terrenos cinegéticos).

Los cerramientos deben evitar igualmente la entrada de reservorios domésticos y, a su vez, deben evitar el contacto a través del vallado de los rebaños domésticos colindantes. Este último punto puede alcanzarse mediante la implementación de dobles vallados (los cuales, a su vez, pueden adaptarse como manga de manejo), o mediante la gestión de pastos, impidiendo la entrada de animales en las ocasiones en las que pudiera haber otros reservorios de la enfermedad en parcelas adyacentes de otras explotaciones.

En resumen, existen multitud de métodos que nos pueden ayudar a segregar las especies domésticas y silvestres, y su aplicación dependerá de diversos factores, por lo que se debe estudiar cada caso para conseguir unos resultados satisfactorios. El vallado perimetral debe incluirse en un plan de bioseguridad integrado, junto a otras medidas que actúen sobre los puntos de agua y alimentación (ver capítulos correspondientes).

Por último, el cerramiento perimetral de una explotación debe tener en cuenta igualmente los accesos a la misma, debiendo impedir eficazmente el paso de ganado. Esto se puede conseguir con puertas adecuadas, siendo ideal la utilización de pasos canadienses con vías de escape para los animales silvestres de pequeño tamaño que caigan en su interior.

Evidencia científica sobre la eficacia de las medidas de mitigación o control

Aportación	Referencia
Mundial. Revisión bibliográfica. Los vallados funcionan mejor a escala local (una charca, un edificio) que a escalas geográficas mayores.	(Gortázar et al. 2015)
Mundial. Revisión bibliográfica. Si bien la táctica de implementar vallados para evitar la entrada de reservorios silvestres y la transmisión de patógenos parece muy atractiva, la evidencia científica parece indicar lo contrario.	(Mysterud and Rolandsen, 2019)
España (centro-sur). Collares GPS, modelización espacial. Jabalí y ciervo. El jabalí presenta especial capacidad para cruzar vallados de todo tipo, mientras que el movimiento ciervo se ve condicionado ante la presencia de vallados cinegéticos.	(Laguna et al., 2021a, 2021c, 2021b)
España (centro-sur). Análisis de riesgo y aplicación de medidas de mitigación. La instalación de vallado cinegético no fue implementada en ningún caso propuesto, posiblemente por su elevado coste. La reparación del vallado ganadero es una de las medidas más aceptadas. La instalación de pastores eléctricos es una medida de mitigación poco popular en las explotaciones estudiadas.	(Martínez-Guijosa et al., 2021)

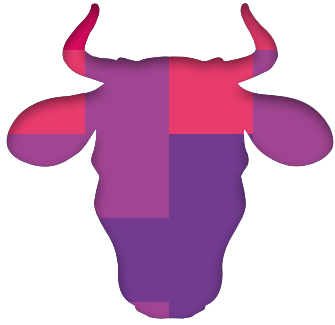


Aspectos insuficientemente conocidos.

Si bien existen varios trabajos que demuestran o sugieren la relación entre ausencia de vallado con diferentes enfermedades, o la posibilidad del contagio a través de los mismos, apenas se ha descrito la efectividad de los vallados perimetrales para contener enfermedades, asumiendo su efectividad de forma empírica. A su vez, los vallados pueden tener efectos perjudiciales sobre las especies de fauna silvestre y otras especies no-objetivo (principalmente asociados a la endogamia) que deben ser evaluados (ver capítulo sobre cerramiento perimetral en terrenos cinegéticos). De igual forma se debe profundizar en el conocimiento sobre los costes y beneficios de la implementación de este tipo de medidas.



Figura 8.8.- Ciervos y jabalíes usando una charca con vallado a prueba de ganado bovino. Obsérvese como las vacas pastan tranquilamente en las inmediaciones, donde también está cruzando una gama.



GANADO BOVINO COMO FACTOR DE RIESGO

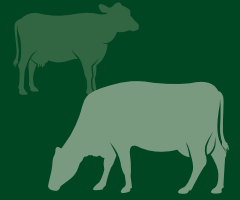


Figura 9.1.- Ganaderos y veterinarios colaborando en un saneamiento oficial de tuberculosis.

Descripción del riesgo

La presencia de animales infectados por CMT en una explotación supone un riesgo de transmisión principalmente directa, por vía respiratoria, a otros individuos del mismo rebaño. Pero también existe un riesgo de transmisión indirecta, vía agua o alimento, excepcionalmente incluso vía carroñas, al resto del rebaño, a rebaños en contacto, a otras especies ganaderas y a la fauna silvestre. Cualquier movimiento de los individuos potencialmente infectados, mediante la compraventa de animales vivos, su transporte a matadero o a pastos comunales, entre otros, incrementa la probabilidad de diseminar la infección.

Evidencia científica del riesgo

Aportación	Referencia
Varios estudios y metodologías. Los movimientos de ganado son uno de los principales factores que explican el riesgo de tuberculosis en rebaños de ganado bovino.	(Ciaravino et al., 2021; Green et al., 2008; Humblet et al., 2010; Woolhouse, 2005)
Reino Unido e Irlanda. Revisión bibliográfica. La edad es uno de los principales factores de riesgo de la infección por tuberculosis, presentando mayores tasas de incidencia los animales de mayor edad.	(Skuce et al., 2012)
España. Encuestas. Los pastos compartidos actúan como focos de transmisión de tuberculosis, incrementando el riesgo de sufrir casos positivos en los rebaños que hacen uso de ellos.	(Ciaravino et al., 2021; Guta et al., 2014)

Valoración: riesgo alto



Métodos de mitigación o control del riesgo:

Saneamientos y eliminación de animales positivos

Las campañas de saneamiento ganadero son implementadas por las administraciones autonómicas bajo la coordinación del Ministerio de Agricultura con el fin de lograr la erradicación de determinadas enfermedades. Estas campañas consisten en la realización de pruebas diagnósticas *in situ* o toma de muestras de forma sistemática con el objetivo de minimizar los riesgos sanitarios derivados de la presencia de animales enfermos en una explotación, siendo, en el caso de la tuberculosis, obligatorio el sacrificio de todos los animales positivos. Estos individuos deben ser retirados cuanto antes, minimizando el tiempo de permanencia en las explotaciones afectadas.

Actualmente, la técnica más utilizada para el diagnóstico *in vivo* es la intradermotuberculinización simple (IDTB) por su bajo coste y simplicidad de aplicación. La periodicidad de realización de las pruebas es altamente variable y depende de la comunidad autónoma, del tipo de explotación y de su calificación sanitaria. La IDTB se realiza con tuberculina PPD bovina en todos los individuos mayores de seis semanas siguiendo el procedimiento descrito en el RD 2611/1996.



Figura 9.2.- Los saneamientos en ganado de lidia son especialmente comprometidos.

Desde el momento en el son sometidos a estas pruebas hasta que se conoce su resultado, los animales deben permanecer inmovilizados en la explotación, pudiendo únicamente ser trasladados al matadero con la previa autorización de la autoridad competente en Sanidad Animal. Una vez conocido el resultado, se extiende al ganadero una certificación acreditativa de la situación sanitaria de su explotación con una calificación. Según esta calificación, las explotaciones ganaderas pueden clasificarse en tres categorías según el RD 379/1987:

- T1: son explotaciones en las que nunca se ha llevado a cabo saneamiento, por lo que se desconoce su situación sanitaria.
- T2: son explotaciones que se someten regularmente a saneamientos con el fin de adquirir la calificación de oficialmente indemnes lo antes posible.
- T3: son explotaciones oficialmente indemnes de tuberculosis.

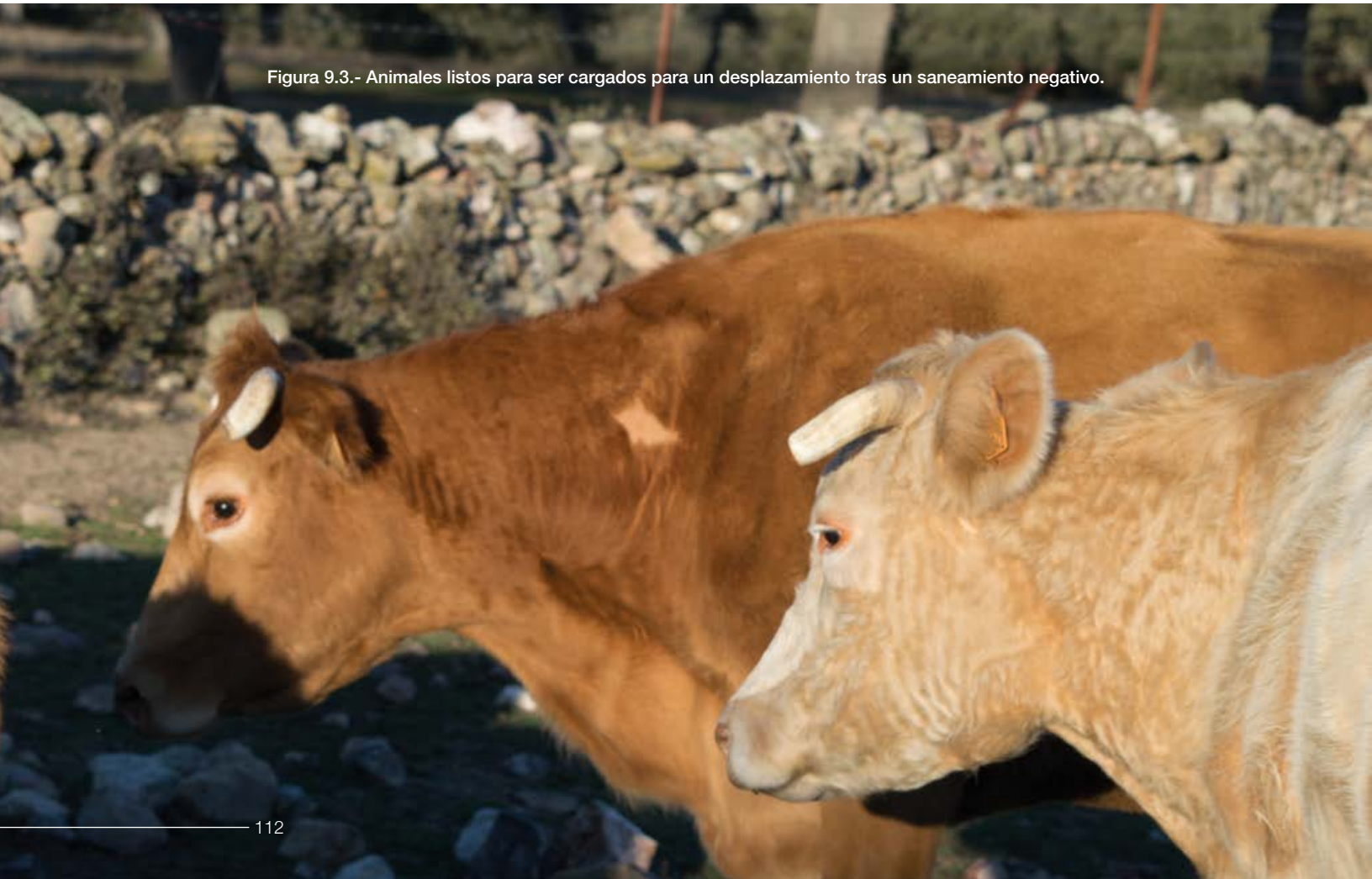
En el caso de que el resultado obtenido sea positivo, se aísla y chequea a todos los animales que hayan tenido contacto con los positivos. También se debe retirar y desinfectar el estiércol y los purines. Los positivos deben ser sacrificados en un plazo máximo de un mes desde la notificación al propietario, prorrogable hasta tres meses bajo circunstancias muy concretas. Tras el sacrificio, los vehículos, muelles de carga y descarga, así como las instalaciones donde hayan permanecido los animales positivos, deben limpiarse y desinfectarse. La IDTB debe repetirse cada seis meses como máximo para confirmar la eliminación del brote.

Control de movimientos y trazabilidad

Es importante llevar a cabo un control eficaz de los desplazamientos de animales siguiendo las directrices de la autoridad competente sobre identificación animal y trazabilidad. En España, es obligatoria la expedición de la “Guía de Origen y Sanidad Pecuaria” por parte de los Servicios Veterinarios Oficiales para cualquier traslado fuera del término municipal. Además, los titulares de las explotaciones deben disponer de un libro de registro actualizado, donde se indique el número de animales presente, las incidencias de compraventa, nacimientos, muertes, etc.

De forma previa a la realización de los movimientos, todos los animales mayores de seis semanas deben someterse a chequeos, con algunas excepciones. Estas pruebas suelen realizarse 30 días antes de que se lleve a cabo el desplazamiento. Este plazo es ampliable hasta 45 días si las autoridades competentes de origen y destino de los animales así lo acuerdan. En este caso, los animales deben permanecer aislados hasta que se conozcan los resultados de la prueba. Ningún animal que no haya resultado negativo a la IDTB puede ser trasladado (Directiva 64/432).

Figura 9.3.- Animales listos para ser cargados para un desplazamiento tras un saneamiento negativo.



Además, cada comunidad autónoma puede controlar los movimientos mediante pruebas posteriores cuando lo considere adecuado, teniendo que controlar al menos un 10% de los casos o un mínimo de 500 controles anuales planificados según análisis de riesgos, en el caso de movimientos con destino de producción (no cebaderos), procedentes preferentemente de comarcas con altas prevalencias.

Contacto con otros rebaños

En España, el pasto comunal constituye una “unidad epidemiológica”, presentando una calificación sanitaria que afecta a todos los animales que habitualmente hacen uso de él. Esta calificación influye sobre los movimientos de ganado de la explotación hacia los pastos. En el caso de detectar introducciones no permitidas de ganado, se le asignará la calificación más baja del ganado ubicado allí. De esta forma, los pastos calificados sanitariamente únicamente pueden ser utilizados por animales procedentes de explotaciones calificadas como T3.

Figura 9.4.- Animales de diferentes rebaños compartiendo pastos comunales.



En el caso de que se hallen animales positivos, los animales quedarán inmovilizados en los pastos, pudiendo ser trasladados únicamente a matadero o, excepcionalmente, a cebadero, hasta que las pruebas pertinentes concluyan con un resultado negativo (Real Decreto 2611/1996). En el caso de resultar positivos, los pastos comunales quedarán vacíos durante los siguientes 60 días, salvo algunas excepciones muy limitadas.

Desvieje temprano

Los animales más viejos son aquellos que suelen presentar prevalencias de tuberculosis más elevadas. Así, la práctica del desvieje temprano, que consiste en establecer una edad máxima para retirar a los animales de la explotación, está aconsejada para el control de la tuberculosis.



Figura 9.5.- Los animales viejos o con aspecto enfermizo, como el de la imagen, pueden suponer un riesgo sanitario para la ganadería, por lo que es recomendable no mantenerlos en el rebaño.

Evidencia científica sobre la eficacia de las medidas de mitigación o control

Aportación

Referencia

Unión Europea. Revisión retrospectiva.

La implementación de medidas de control de tuberculosis, incluyendo las campañas de saneamiento, es una medida eficaz para controlar la infección.

(Reviriego Gordejo and Vermeersch, 2006)

Reino Unido e Irlanda. Observacional. Análisis de riesgos.

La obligatoriedad de realización de pruebas de forma previa al movimiento de animales disminuye la incidencia de tuberculosis en ganado bovino.

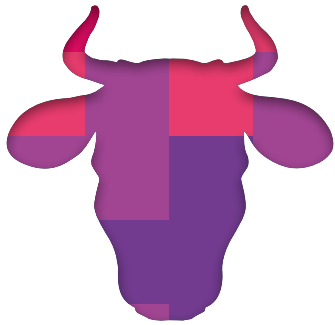
(Clegg et al., 2008; Gates et al., 2013)

Australia. Revisión retrospectiva.

El desvieje temprano (>8 años como regla general, >5 años en zonas de alta prevalencia de tuberculosis) tuvo los efectos combinados de disminuir el riesgo de tuberculosis asociado a los animales más viejos, eliminar la fuente de infección para los animales jóvenes y aumentar la producción.

(Cousins and Roberts, 2001)





1 APROVECHAMIENTOS CINEGÉTICOS DE CAZA MAYOR EN TERRENOS GANADEROS Y SU ENTORNO



Figura 10.1.- Ganado bovino pastando en un terreno acotado para su uso cinegético.

Descripción del riesgo

Cazar es aprovechar el recurso natural renovable que nos brindan las especies cinegéticas. Conviene distinguir la caza, ya sea recreativa o comercial, del control poblacional por daños o por riesgos sanitarios. Por su parte, los terrenos ganaderos son aquellos en los que el ganado, especialmente el bovino, pasa una parte significativa del tiempo, incluyendo no sólo las instalaciones ganaderas y pastos propios, sino también los pastos arrendados, municipales y comunales si los hubiere. Como es natural, la capacidad

APROVECHAMIENTOS CINEGÉTICOS DE CAZA MAYOR EN TERRENOS GANADEROS Y SU ENTORNO

del ganadero para influir en la gestión cinegética de los terrenos aprovechados por su ganado depende de la propiedad de los pastos, de la existencia o no (y grado de conservación) de vallados perimetrales, así como de la existencia de espacios naturales protegidos. Además, el ganadero apenas tiene influencia sobre la gestión de la caza en terrenos colindantes.

Algunas situaciones, no necesariamente excluyentes, que pueden encontrarse en explotaciones de ganado bovino extensivo en la Península Ibérica son:

- Explotaciones ganaderas con pastos propios, sin aprovechamiento de caza mayor.
- Explotaciones de aprovechamiento mixto, ganadero y cinegético.
- Explotaciones ganaderas con pastos propios, que además aprovechan terrenos arrendados, vecinales o comunales.
- Explotaciones ganaderas cuyos animales pastan en espacios protegidos donde el control sobre las poblaciones silvestres suele verse comprometido administrativamente, o incluso socialmente.
- Explotaciones ganaderas cuyos pastos forman parte de un terreno cinegético.
- Explotaciones ganaderas sin pastos o con pocos pastos propios, que aprovechan fundamentalmente terrenos arrendados, vecinales o comunales.
- Explotaciones ubicadas en las proximidades de poblaciones de jabalí, ciervo o gamo abundantes y con elevada prevalencia de infección por el CMT.

En consecuencia, la gestión del riesgo que supone la presencia de ungulados silvestres infectados depende de la propiedad y ubicación de los terrenos ganaderos.

Papel epidemiológico

Entre las especies de caza mayor de la Península Ibérica hay tres, jabalí, ciervo y gamo, que pueden mantener y excretar micobacterias del CMT, formando parte, junto al tejón, del “reservorio silvestre” del patógeno. La transmisión entre ungulados domésticos y silvestres ocurre principalmente de forma indirecta, mediada por recursos escasos como el agua o el alimento. La evidencia científica acerca del riesgo que supone la presencia de jabalíes, ciervos o gamos en terrenos aprovechados por el ganado, o en sus inmediaciones, es abrumadora.

Por tanto, la presencia abundante de jabalíes, ciervos o gamos en terrenos aprovechados por el ganado bovino, o en sus proximidades, representa un riesgo de interacción entre especies del que se deriva un alto riesgo de transmisión de micobacterias del CMT.



Figura 10.2.- Gamos compartiendo pastos con ganado bovino.

Evidencia científica del riesgo

Aportación	Referencia
<p>España (centro-sur). Epidemiología molecular. Ciervo y jabalí.</p> <p>Se evidencia la relación entre las cepas de <i>M. bovis</i> y <i>M. caprae</i> presentes en el ganado bovino y caprino, y los reservorios silvestres de una misma zona.</p>	(Gortázar et al., 2005)
<p>España (Cantabria). Encuestas y análisis de riesgos.</p> <p>La observación de jabalíes cerca de las explotaciones (“invernales”) aumenta 7 veces el riesgo de tuberculosis para el ganado bovino.</p>	(Cowie et al., 2014)
<p>España (Ciudad Real). Modelo de análisis de riesgos.</p> <p>Riesgo de tuberculosis en explotaciones es mayor cuando:</p> <p>Existe habitat (dehesas) que atrae a la caza mayor.</p> <p>Se ubica en zonas de alta prevalencia de tuberculosis (>50%) en jabalíes. Tiene proximidad a terrenos con alta densidad de jabalíes.</p>	(LaHue et al., 2016)
<p>España (Montes de Toledo y Doñana). Radioseguimiento. Jabalí.</p> <p>El 30% de la mortalidad de jabalíes adultos se debe a tuberculosis generalizada. Esto implica una intensa excreción y contaminación por parte de algunos jabalíes, con riesgo para el ganado.</p>	(Barasona et al., 2016)
<p>España (Castilla y León). Modelo de análisis de riesgos.</p> <p>Aunque el mayor riesgo de tuberculosis para el bovino es su manejo y el uso de pastos comunales, la abundancia de jabalíes y la prevalencia de tuberculosis en jabalíes, así como la proximidad a vallados cinegéticos, incrementan el riesgo.</p>	(Gortázar et al., 2017)

APROVECHAMIENTOS CINEGÉTICOS DE CAZA MAYOR EN TERRENOS GANADEROS Y SU ENTORNO

Aportación	Referencia
<p>España (centro-sur). Semi-experimental y ELISA. Ciervo y jabalí.</p> <p>La correcta eliminación de los residuos de la caza mayor contribuye a reducir en más del 20% la seroprevalencia de tuberculosis en los jabalíes. En las explotaciones ganaderas donde existe actividad cinegética de caza mayor la gestión inadecuada de los residuos de caza es un factor de riesgo.</p>	(Cano-Terriza et al., 2018a)
<p>España (centro-sur). Modelos.</p> <p>La capacidad de una comunidad de hospedadores para mantener la circulación del CMT es tanto mayor, cuanto mayor es el número de especies animales implicadas.</p>	(Barasona et al., 2019)
<p>España (Asturias). Datos observacionales y modelos.</p> <p>La incidencia de tuberculosis en ganado bovino aumenta en las zonas donde más aumenta la abundancia de jabalí.</p>	(Tanner et al., 2019)
<p>Europa. Modelos. Jabalí, ciervo y gamo.</p> <p>Jabalí, ciervo y gamo constituyen una porción importante del conjunto de hospedadores del CMT, en cualquier región estudiada. El control de tuberculosis exige abarcar a todos los hospedadores relevantes.</p>	(Santos et al., 2020)
<p>España (Huelva). Análisis de series temporales.</p> <p>En Doñana existe asociación temporal entre tuberculosis en ganado bovino y gamo, indicando transmisión entre especies o factores de riesgo comunes. El control de tuberculosis exige abarcar a todos los hospedadores relevantes.</p>	(Barroso et al., 2020)
<p>España (Doñana). Telemetría, análisis de factores de riesgo.</p> <p>Existen redes interespecíficas de individuos que forman comunidades establecidas de reservorios silvestres y ganado bovino que interactúan.</p>	(Triguero-Ocaña et al., 2020)
<p>España (Navarra). Análisis de riesgos, fototrampeo, PCR.</p> <p>Mediante la detección de ADN ambiental del CMT se evidencia que el riesgo de tuberculosis en ganaderías bovinas es mayor cuando acceden a pastos comunales y cuando se encuentran más próximas al bosque (en ambos casos, mayor contacto con jabalíes).</p>	(Martínez-Guijosa et al., 2020b)

Valoración: riesgo alto



Aspectos insuficientemente conocidos

La evidencia científica acerca del riesgo que supone la presencia de jabalíes, ciervos o gamos infectados en contacto con los animales de abasto es suficiente. Existen necesidades de investigación en cuanto a la dinámica de la transmisión entre especies, y su mejor control. Especialmente, se necesita más evidencia científica sobre la eficacia de cada medida de mitigación.

Métodos de mitigación o control del riesgo

Algunos métodos para el control del riesgo derivado del aprovechamiento cinegético en terrenos ganaderos y su entorno son los siguientes:

- Vallar la explotación impidiendo la entrada de jabalíes, ciervos y gamos.
- Segregar los usos ganaderos de los usos cinegéticos, mediante vallados eficaces.
- Reforzar el vallado en zonas colindantes con alta densidad de jabalíes, ciervos o gamos, sean terrenos cinegéticos o espacios naturales protegidos.
- Evitar el uso ganadero de las parcelas más querenciosas para la caza. Puede ser una evitación estacional.
- No arrendar pastos en zonas con abundancia de jabalí, ciervo y gamo, ni con alta prevalencia de tuberculosis.
- Procurar que en el entorno de la explotación ganadera se desarrolle una gestión cinegética sensata, que busque evitar la sobreabundancia de caza mayor y evite el uso de concentrados para atraer la caza para reducir las densidades de población en la medida de lo posible. Esto requiere de la coordinación con los propietarios y gestores vecinos.



APROVECHAMIENTOS CINEGÉTICOS DE CAZA MAYOR EN TERRENOS GANADEROS Y SU ENTORNO

- No atraer a la caza mayor con alimento para la caza (esperas), ni facilitando su acceso a puntos de agua, ni dejando alimento destinado al ganado accesible a la fauna silvestre.
- No favorecer la permanencia de jabalíes, ciervos o gamos en los terrenos de aprovechamiento ganadero, evitando la presencia de (o vallando) zonas de vegetación natural o de cultivo que puedan ofrecer refugio a ungulados silvestres.
- Ahuyentar jabalíes, ciervos o gamos en los terrenos de aprovechamiento ganadero, mediante disparos o sonidos.

Estas medidas, sobre todo las que implican la instalación o el refuerzo de vallados, se enfrentan a importantes barreras tanto económicas, por el elevado coste de un vallado eficaz, como administrativas, por la complejidad de la regulación acerca de vallados ganaderos o cinegéticos.



Figura 10.3.- En la imagen de la izquierda podemos observar cómo se aprovecha de forma agrícola una parcela de una explotación ganadera que linda con un Parque Nacional, evitando que entre en ella el ganado, pero sacándole todo el rendimiento posible. En el centro, un jabalí en un punto de cebado. A la derecha, encame de jabalí. Estas tres imágenes resumen los tres enfoques principales de los métodos de mitigación propuestos: segregar los usos cinegético y ganadero mediante vallados y la gestión de pastos, evitar cebar y atraer a la fauna a la explotación ganadera, y dificultar la presencia de las especies cinegéticas reservorio de tuberculosis haciendo que los terrenos aprovechados por la explotación no sean un refugio para ellas.

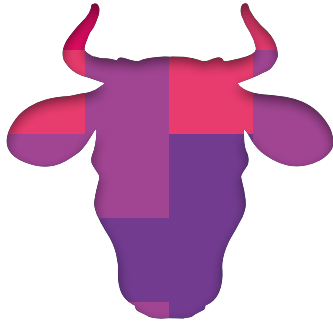


Evidencia científica sobre la eficacia de las medidas de mitigación o control

Aportación	Referencia
<p>España (Huelva). Estudio observacional. Jabalí.</p> <p>En Doñana, la incidencia de tuberculosis en bovino disminuyó tras reducir significativamente (50%) la densidad de jabalíes.</p>	<p>(Boadella et al., 2012)</p>
<p>España (Puertos de Tortosa-Beceite). Monitorización de la extracción de jabalí en una zona de alta prevalencia. Jabalí.</p> <p>La disminución drástica de la población de jabalíes junto a la retirada del rebaño bovino infectado que pastaba la zona contribuyó al descenso de la prevalencia de tuberculosis en la zona.</p>	<p>(Mentaberre et al., 2014)</p>
<p>España (centro-sur). Análisis de riesgo y aplicación de medidas de mitigación.</p> <p>Algunas acciones de mitigación relacionadas con la gestión cinegética en explotaciones ganaderas como el manejo de los residuos de caza o evitar alimentar a la fauna, son de las más adoptadas, mientras que otras.</p> <p>Se evidencia el conflicto de intereses entre el aprovechamiento económico de la actividad cinegética y la ganadería extensiva dentro de una misma propiedad o con propiedades vecinas.</p>	<p>(Martínez-Guijosa et al., 2021)</p>



Figura 10.4.- Jabalí junto a cerdos ibéricos en una explotación ganadera con aprovechamiento cinegético.



11 EL TEJÓN



Figura 11.1.- Tejón volviendo a su tejonera de buena mañana en las inmediaciones de una explotación ganadera en Navarra.

Descripción del riesgo

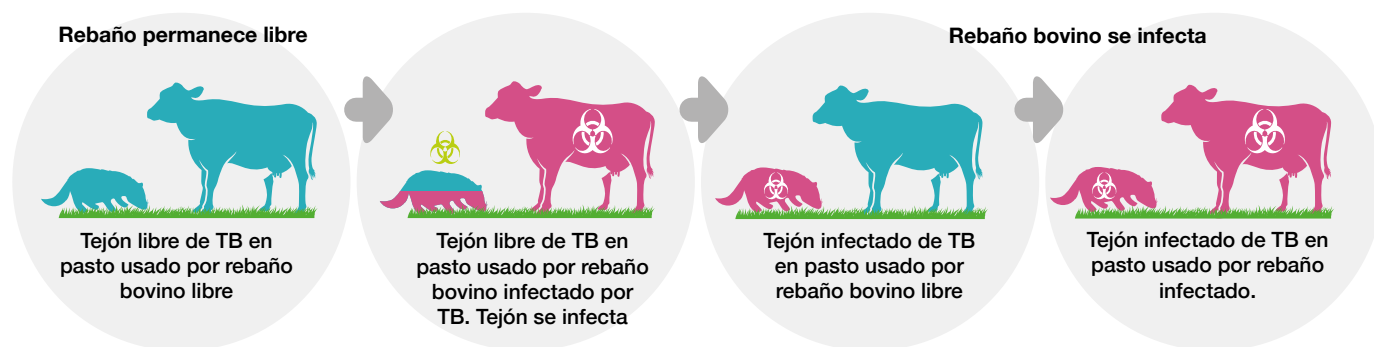
El tejón (*Meles meles*) es un mamífero ampliamente distribuido por toda Europa, estando su abundancia muy relacionada con las características orográficas y la cobertura vegetal. En la Península Ibérica las densidades son muy variables, oscilando entre 0,23-0,67 individuos/km² en el área mediterránea y 3,81 adultos/km² en el área atlántica (Acevedo et al., 2014). Son animales de hábitos nocturnos y carácter esquivo que hacen difícil su observación, y, por tanto, la percepción de los mismos como potenciales hospedadores o reservorios de tuberculosis. En este sentido, existen numerosas descripciones de tejones infectados con *M. bovis* en diferentes países europeos como Irlanda, Reino Unido, España, Portugal, Francia, Suiza y Polonia. Sin embargo, únicamente en Irlanda y Reino Unido los tejones se consideran reservorios de la enfermedad estando implicados en el mantenimiento y la epidemiología de la tuberculosis y,

por tanto, en su transmisión al ganado bovino. En las Islas Británicas se calcula que puede haber tres tejones infectados con el CMT, por cada bovino infectado; en la Península Ibérica, esta proporción es similar.

Durante la última década, en la España atlántica - donde la población de tejón es mayor y está en aumento constante - se ha estudiado su papel en lo que a epidemiología de la tuberculosis se refiere, encontrando claras evidencias de transmisión entre distintas especies, principalmente en zonas con alta prevalencia en ganado bovino (Acevedo et al., 2019). Además, los tejones infectados con tuberculosis pueden tener un comportamiento errático (por ejemplo, aumentar las distancias recorridas) y, por lo tanto, incrementar el riesgo de transmisión. En este contexto, es muy importante seguir investigando la relación entre la presencia/abundancia del tejón y su estado sanitario y relacionarlo con el riesgo que existe de transmisión para el ganado.

Papel epidemiológico

El tejón es un hospedador muy eficiente de CMT ya que el progreso de la enfermedad en esta especie es lento y los animales pueden permanecer infectados, e incluso desarrollar lesiones sin que apenas se vea afectado su estado de salud, siendo a su vez capaz de transmitir el patógeno. La infección y transmisión de tuberculosis entre tejones ocurre normalmente por contacto directo, vía aerosol o mordeduras. Sin embargo, la transmisión entre tejones y bovinos es habitual que suceda a través de contacto indirecto vía agua y alimento contaminados con saliva, orina, heces o exudado de heridas infectadas.



En España, el primer caso de tuberculosis en tejón fue identificado en 2008 en el Parque Nacional de Cabañeros (Sobrino et al., 2008). Estudios posteriores determinaron prevalencias del 7,2% en el Parque Nacional de Doñana y del 8,2% en el norte de España, con la identificación molecular de aislados comunes entre las poblaciones de ganado bovino, tejón y jabalí que demostraron un nexo epidemio-

lógico claro entre las distintas especies. Estudios más recientes indican que, en términos generales, la prevalencia de tuberculosis en tejón se ha mantenido estable o incluso ha disminuido en el norte de España. Sin embargo, se ha detectado una tendencia creciente tanto en la prevalencia como en la proporción de animales con lesiones visibles entre los tejones estudiados en los alrededores de ganaderías bovinas positivas en las áreas de mayor prevalencia de tuberculosis en el ganado bovino, lo que sugiere una preocupante contaminación ambiental, principalmente en el norte de la península con clima Atlántico (Acevedo et al., 2019).

Evidencia científica del riesgo

Aportación	Referencia
Reino Unido. Estudio determinístico. Cuantificación del riesgo. Tejón. El ganado bovino es infectado por <i>Mycobacterium bovis</i> al entrar en contacto con pastos contaminados con excreciones de tejón.	(Hutchings and Harris, 1999)
Reino Unido. Fototrampeo. Acceso de tejones infectados con <i>Mycobacterium bovis</i> a edificios y alimento en explotaciones bovinas.	(Garnett et al., 2002)
Reino Unido. <i>Proximity loggers</i> . Tejón. Las interacciones directas tejón-vaca son muy escasas. La interacción entre ambas especies es principalmente indirecta.	(Drewe et al., 2013)
Irlanda. Encuestas epidemiológicas a ganaderos de granjas positivas y negativas a TB. La presencia de tejones y la accesibilidad de los bovinos a las tejonerías se identifican como factores de riesgo relevantes. Los tejones se ven atraídos a las explotaciones por la presencia de alimento y suplementos minerales como el magnesio.	(O'Hagan et al., 2016)

11.2.- Las letrinas de tejón son un claro indicador de que este mustélido habita por las cercanías.



Aportación	Referencia
<p>España (Asturias). Collares GPS. Tejón.</p> <p>La preferencia de ciertos pastizales por los tejones se asocia con la incidencia de TB en bovinos. La restricción de movimiento en esos rebaños hace que en esas épocas se favorezca la presencia de lombrices en dichos prados por incremento de abono, hacia los cuales los tejones se ven atraídos.</p>	(Acevedo et al., 2019)
<p>Reino Unido. Genómica. Análisis epidemiológico. Tejón.</p> <p>Se caracteriza la direccionalidad de la transmisión entre tejones y ganado bovino, evidenciando que la transmisión tejón-ganado es más frecuente que ganado-tejón, así como que la transmisión intra-especies es más frecuente que entre especies.</p>	(Crispell et al., 2019)
<p>Irlanda. Fototrampeo.</p> <p>El ganado bovino pasta mayor tiempo y prefiere pastos con presencia de tejoneras y letrinas.</p>	(Campbell et al., 2020)
<p>Irlanda. Modelos epidemiológicos.</p> <p>Los tejones son el segundo factor de riesgo que condiciona los brotes de TB prolongados en el tiempo en una ganadería bovina.</p>	(Doyle et al., 2020)

Valoración: riesgo medio



Figura 11.3.- En la imagen superior izquierda, ejemplo de visita de tejón a pastos, que favorece el contacto indirecto entre ganado bovino y tejón. Huellas de tejón en la imagen superior derecha. En la parte inferior, ejemplo de interacción indirecta entre vaca y tejón.



Figura 11.4.- Detalle de pelos de tejón enganchados a un alambre de espino.

Aspectos insuficientemente conocidos

Existen numerosos vacíos de conocimiento para la correcta gestión sanitaria del tejón. Por ejemplo:

- Se desconoce la densidad de población de esta especie en la mayor parte del territorio nacional.
- Se desconoce el estado sanitario de estos animales respecto a la infección/enfermedad tuberculosa, especialmente importante en áreas de alta prevalencia de tuberculosis en ganado bovino, como el centro-sur de la península.
- Se desconoce el uso de pastos de ganado bovino por tejones.



Figura 11.5.- Ejemplos de visitas de tejones a ganaderías bovinas, que favorecen la interacción indirecta entre ganado bovino y tejón.

Métodos de mitigación o control del riesgo

Los métodos para el control del riesgo en tejón se basan en cuatro pilares:

- Limitar el acceso del ganado bovino a tejonerías y letrinas. El ganado bovino puede infectarse en prados con pasto contaminado con saliva, orina o heces de tejones infectados con el CMT, por inhalación de aerosoles o ingestión del mismo.
- Descubrir si los tejones visitan la ganadería. Se debe evaluar si existen puntos de entrada fácilmente accesibles para tejones, si se ven atraídos por alguna razón a determinadas explotaciones y si el alimento está accesible.
- Optimizar o incluir medidas de bioseguridad para prevenir la entrada de tejones a las explotaciones. Puertas o paneles de aluminio. Barreras o vallados electrificados. Recipientes específicos para almacenar el alimento.
- Control de tejones (local o generalizado, selectivo o no). Es necesario establecer previamente el papel del tejón en esas áreas de actuación. Si la densidad de población y la presencia de tuberculosis en tejón lo justifica, el sacrificio de tejones puede ser parte del control integral de tuberculosis. El control puede ser selectivo (dirigido hacia animales infectados identificados por técnicas diagnósticas; requiere recursos humanos y económicos elevados) o no selectivo (el cual no discrimina entre animales infectados o no). No está justificado como medida de control única y no se sostiene en el tiempo (Corner et al., 2011).

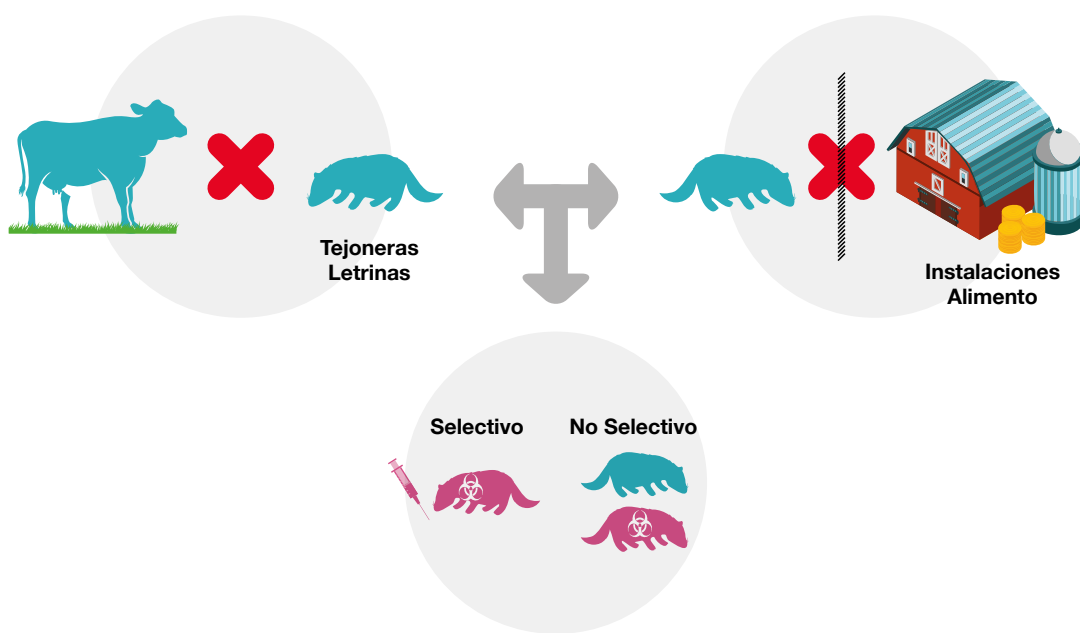


Figura 11.6.- Métodos para mitigar o controlar el riesgo de transmisión de tuberculosis entre tejón y ganado bovino.

Evidencia científica sobre la eficacia de las medidas de mitigación o control

Aportación	Referencia
Reino Unido. Estudio experimental. Tejón. La utilización de vallados electrificados previene el acceso de tejones a cultivos.	(Poole et al., 2002)
Reino Unido. Estudio experimental. Telemetría. Collares GPS. Tejón. La utilización de vallados electrificados previene el acceso de tejones a instalaciones ganaderas.	(Tolhurst et al., 2008)
Reino Unido. Estudio experimental. Fototrampeo. Tejón. El uso en las ganaderías de barreras de exclusión para tejones como paneles de aluminio (fijos o en riel) y vallas electrificadas reduce las visitas de los mismos en un 100%.	(Judge et al., 2011)
Irlanda. Modelización. Tejón. El sacrificio no selectivo es eficaz si se extrae la mayor parte de la población. Tanto el sacrificio selectivo como no selectivo deben combinarse con otras estrategias como la vacunación.	(Abdou et al., 2016)



Figura 11.7.- Huella de tejón en la orilla de una charca.

Aportación	Referencia
<p>Reino Unido. Estudio experimental. Tejón.</p> <p>El sacrificio local de tejón a pequeña escala incrementa la dispersión de tejones, reduce la variabilidad genética en la población e incrementa el riesgo de tuberculosis en rebaños localizados a media distancia.</p>	(Bielby et al., 2016)
<p>Reino Unido. Modelización. Tejón.</p> <p>El sacrificio selectivo no ofrece demasiadas ventajas respecto al no selectivo y depende de la perturbación social generada en los tejones que pueda dar lugar a la dispersión de los mismos.</p>	(Smith et al., 2016)
<p>Reino Unido. Análisis retrospectivo. Tejón.</p> <p>El sacrificio local no selectivo de tejones durante 4 años repercute en una disminución de la prevalencia de tuberculosis en ganado bovino.</p>	(Downs et al., 2019)



Figura 11.8.- Ejemplos de barreras de exclusión para tejones aplicadas exitosamente en ganaderías bovinas. Paneles de aluminio fijos o en raíl, vallas electrificadas y recipientes específicos para alimento. Extraído de Judge et al. (2011).

1 ESPECIES NO INCLUIDAS EN LOS PROGRAMAS SANITARIOS OFICIALES



Figura 12.1.- Dos cerdos ibéricos descansando tranquilamente junto a una vaca.

Descripción del riesgo

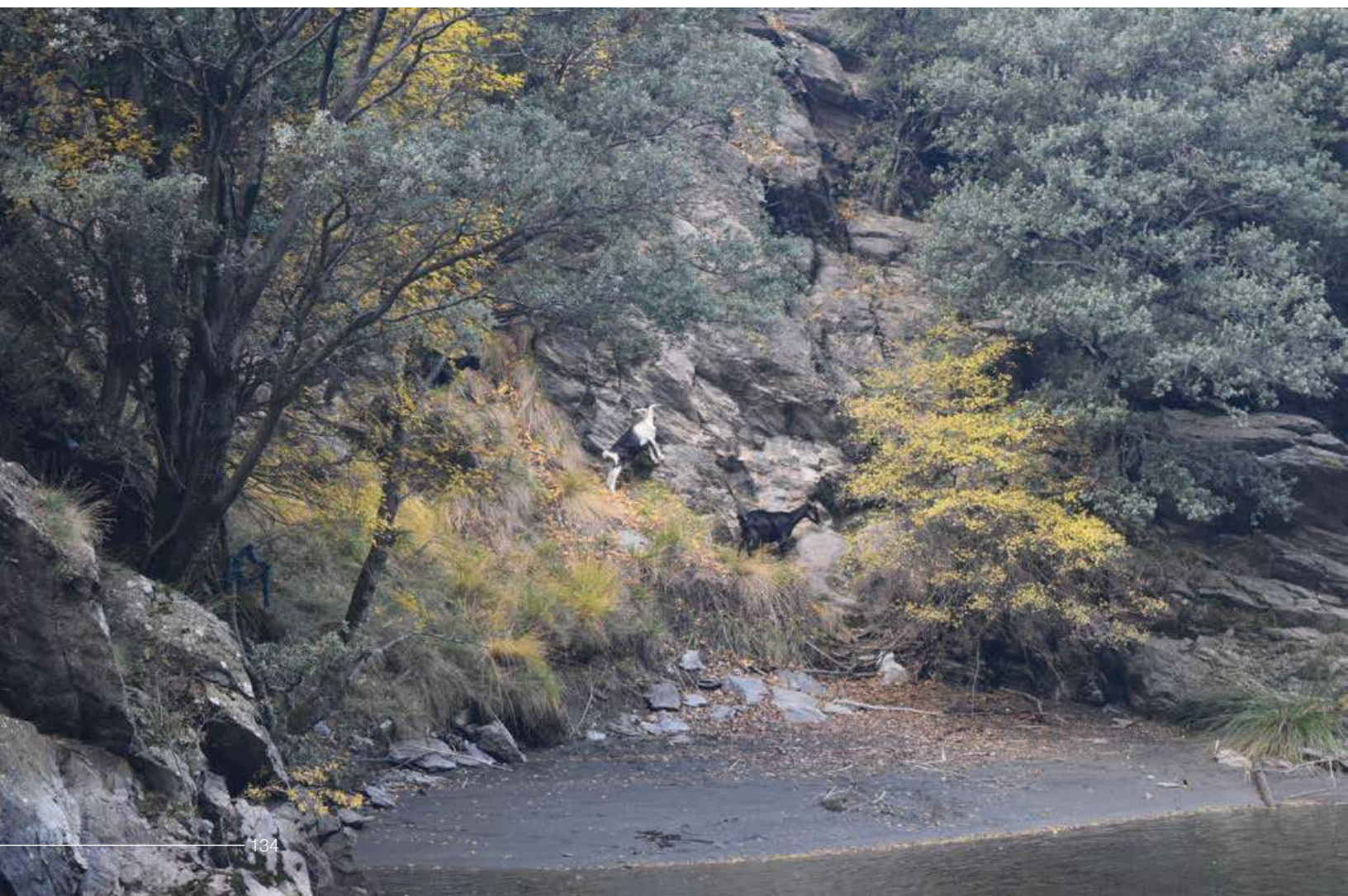
Aparte de al ganado bovino, principal reservorio de la tuberculosis, y a la fauna silvestre, esta enfermedad también puede afectar a otras especies domésticas, como la cabra, el cerdo, la oveja e incluso los camélidos. Actualmente, apenas se dispone de información sobre prevalencias de tuberculosis en estas especies, ni existen programas de erradicación a nivel nacional. Un cálculo muy

ESPECIES NO INCLUIDAS EN LOS PROGRAMAS SANITARIOS OFICIALES

aproximado estima que, en el conjunto de la Península Ibérica, los hospedadores silvestres no bovinos podrían contribuir tantos individuos infectados al conjunto de la población de mantenedores como los hospedadores silvestres (Santos et al. 2019). El programa nacional de erradicación de la tuberculosis define como “establecimiento de ganado bovino de riesgo” a aquel en el que convivan ganado bovino, caprino y porcino en extensivo, así como aquellos que realicen trashumancia o acudan a pastos de aprovechamiento en común, entre otras circunstancias.

De estas tres especies, la cabra es la que posee un papel más reconocido en la epidemiología de la tuberculosis, siendo la única especie contemplada por el programa de erradicación de la tuberculosis, siempre que se encuentre en contacto epidemiológico con rebaños bovinos. La infección por CMT en ganado caprino se ha descrito a nivel mundial. Esta especie ha sido reconocida como reservorio doméstico del CMT (Pérez De Val et al., 2011). Las campañas de control de tuberculosis en caprino pueden lograr éxitos notables (Bezós et al., 2018).

Figura 12.2.- Dos cabras asilvestradas en el Prepirineo catalán. Al ser un reservorio de tuberculosis, los rebaños incontrolados de cabras suponen un riesgo sanitario para el ganado bovino equiparable a otros reservorios silvestres.



La oveja es, en principio, menos susceptible a la tuberculosis. Se ha sugerido que esta especie se infecta mediante aerosoles o por vía oral, siendo los pastos comunales o los apriscos compartidos con otras especies domésticas importantes puntos de transmisión. Esta especie puede actuar como reservorio del CMT cuando se dan condiciones favorables para las interacciones con el ganado bovino y para la supervivencia ambiental de la micobacteria (Muñoz-Mendoza et al., 2016).



Figura 12.3.- Rebaño de ovejas. Si hay animales infectados, pueden transmitir CMT a otras especies al compartir instalaciones ganaderas o en puntos de agua y de alimentación.

ESPECIES NO INCLUIDAS EN LOS PROGRAMAS SANITARIOS OFICIALES

Por último, el cerdo puede actuar como reservorio del CMT (Di Marco et al., 2012) de la misma forma que el jabalí. El estrecho contacto que se da entre el ganado porcino, el bovino y la fauna silvestre cuando son criados en extensivo supone un elevado riesgo de transmisión, especialmente en ambientes mediterráneos. En estas situaciones, el cerdo desempeñaría un papel epidemiológico de reservorio verdadero, similar al del jabalí, como se ha visto en España, Francia, Italia y Portugal.



Figura 12.4.- Piara de cerdos junto a un rebaño de vacas. El aprovechamiento de los pastos en ganaderías de bovino en extensivo para la alimentación del cerdo con bellotas en montanera puede suponer un riesgo epidemiológico si no es gestionado adecuadamente.

Papel epidemiológico

La convivencia de la oveja, la cabra y el cerdo con el ganado bovino y la fauna silvestre en pastos comunales, apriscos compartidos o en ciertas situaciones de cría en extensivo, como la montanera del cerdo ibérico, favorecen la presencia de interacciones entre estas especies, dando lugar a una transmisión de la infección por bacterias pertenecientes al CMT. Estas interacciones ocurren principalmente en torno a los recursos naturales compartidos, como puntos de agua, comederos y pastos. Por tanto, las especies de ganado no bovino pueden contribuir significativamente al mantenimiento de la tuberculosis en determinadas comunidades de hospedadores, mereciendo una consideración desde el punto de vista del control y la erradicación, al menos en determinadas situaciones.

Evidencia científica del riesgo

Aportación	Referencia
<p data-bbox="293 447 699 478">España y Portugal. Cerdo doméstico.</p> <p data-bbox="293 495 1032 596">El cerdo doméstico comparte espoligotipos de <i>M. bovis</i> con jabalí y ganado bovino, sugiriendo que ocurre una transmisión multidireccional entre las tres especies.</p>	<p data-bbox="1052 489 1273 554">(Parra et al., 2003; Santos et al., 2009)</p>
<p data-bbox="293 632 558 663">Italia. Cerdo doméstico.</p> <p data-bbox="293 680 1045 852">Se evidenció la presencia de espoligotipos no descritos previamente en ninguna especie circulando entre la población de ganado porcino en extensivo de Sicilia, sugiriendo que la tuberculosis puede circular de forma efectiva entre el ganado porcino, incluso generando nuevos espoligotipos.</p>	<p data-bbox="1052 726 1305 758">(Di Marco et al., 2012)</p>
<p data-bbox="293 888 664 919">Italia y España. Cerdo doméstico.</p> <p data-bbox="293 936 1045 1037">Las razas de ganado porcino en extensivo, como el cerdo ibérico o el cerdo negro siciliano, podrían actuar como verdaderos reservorios de tuberculosis en ambientes mediterráneos.</p>	<p data-bbox="1052 915 1312 1016">(Cano-Terriza et al., 2018b; Di Marco et al., 2012)</p>
<p data-bbox="293 1073 639 1104">Reino Unido. Cerdo doméstico.</p> <p data-bbox="293 1121 1032 1262">El cerdo doméstico compartió cepas de <i>M. bovis</i> con el ganado bovino, aunque esto podría estar mediado por la presencia de tejón. Por tanto, el cerdo doméstico podría actuar como especie centinela para detectar y monitorizar la infección por <i>M. bovis</i> en fauna silvestre.</p>	<p data-bbox="1052 1152 1273 1184">(Bailey et al., 2013)</p>
<p data-bbox="293 1293 586 1325">España. Cabra doméstica.</p> <p data-bbox="293 1341 1045 1442">Se halló una elevada correlación entre el censo caprino existente y el número de aislamientos de tuberculosis de origen caprino en el ganado bovino.</p>	<p data-bbox="1052 1356 1273 1388">(Bezoz et al., 2015)</p>
<p data-bbox="293 1478 586 1509">España. Oveja doméstica.</p> <p data-bbox="293 1526 1045 1730">La oveja puede actuar como reservorio de tuberculosis si se dan las circunstancias apropiadas y, además, comparte espoligotipos con el ganado bovino. Las circunstancias apropiadas podrían incluir la presencia de un elevado número de rebaños de ovino y bovino, alto grado de interacción entre ellos y un clima que favorezca la supervivencia ambiental de la micobacteria.</p>	<p data-bbox="1052 1562 1317 1663">(Muñoz-Mendoza et al., 2016; Muñoz Mendoza et al., 2012)</p>

ESPECIES NO INCLUIDAS EN LOS PROGRAMAS SANITARIOS OFICIALES

Aportación	Referencia
<p>Europa. Cabra doméstica.</p> <p>Existe un mayor riesgo de transmisión de tuberculosis entre bovino y caprino en aquellos países libres de tuberculosis con altos censos de ganado caprino.</p>	<p>(EFSA, 2009)</p>
<p>España y Reino Unido. Cabra doméstica.</p> <p>Las cabras son muy susceptibles a la infección por <i>M. bovis</i> y <i>M. caprae</i>, dando lugar a la presencia de lesiones diseminadas y a una rápida transmisión dentro del rebaño. Los rebaños infectados de caprino suponen un riesgo para los rebaños bovinos vecinos.</p>	<p>(Crawshaw et al., 2008; Rodríguez et al., 2011)</p>
<p>Italia. Cabra doméstica.</p> <p>Transmisión eficaz de cepas de <i>M. bovis</i> de cabras a vacas en rebaños mixtos. Las lesiones halladas en cabras en el tracto respiratorio confirmaron su susceptibilidad de esta especie. Además, este estudio sugirió que la transmisión entre especies ocurre por vía respiratoria o a través de un medio ambiente contaminado con excreciones de animales infectados.</p>	<p>(Zanardi et al., 2013)</p>

Valoración: riesgo alto



Figura 12.5.- Cerdos y jabalíes son carroñeros oportunistas, lo que facilita la infección con CMT.



Aspectos insuficientemente conocidos

Existen algunos aspectos que necesitan una mayor comprensión respecto a las especies de ganado no bovino. Por ejemplo:

- El conocimiento sobre la excreción de las micobacterias por parte de estas especies y las vías principales por las que se produce.
- Las vías de transmisión de la tuberculosis entre la cabra, la oveja y el cerdo con el ganado bovino y la fauna silvestre.
- La distribución, prevalencia de tuberculosis y su asociación a diferentes sistemas de producción, fase productiva y manejos, así como su relación epidemiológica con la fauna silvestre local.
- Los principales factores determinantes de la infección en estas especies.

Figura 12.6.- Jabalíes junto a cerdos ibéricos en montanera. Se desconoce cómo interactúan los reservorios silvestres con los reservorios domésticos menos estudiados, como el cerdo. Entender cómo se relacionan en ambientes ganaderos extensivos es esencial para comprender el papel epidemiológico de estas especies.



Métodos de mitigación o control del riesgo:

Existen dos métodos principales para el control del riesgo derivado de la presencia de estas especies: la segregación de especies y la realización de pruebas diagnósticas. Como medida adicional, el sacrificio obligatorio de aquellos individuos que convivan con vacas que hayan resultado positivas a tuberculosis puede ser una herramienta útil para el control de la enfermedad en estas especies.

- Segregación de especies: consiste en la segregación del ganado bovino y otras especies domésticas, siempre que esto sea posible. La segregación de especies ganaderas susceptibles dentro de una misma ganadería aborda diferentes aspectos:
 - Preferiblemente, la segregación espacial se realizará mediante la gestión de pastos, intentando aprovechar las parcelas o zonas más favorables para cada especie de forma separada. Por ejemplo: los cerdos aprovecharán principalmente la bellota durante una época determinada del año, las vacas pueden alimentarse de pastos más altos mientras la oveja prefiere hierbas más cortas y puede apurar las zonas ya pastadas por el ganado bovino. La cabra a su vez es una estupenda ramoneadora, pudiendo aprovechar de forma eficaz recursos alimenticios poco útiles para las otras especies.



Figura 12.7.- A la izquierda, cerdos en una parcela inaccesible al ganado bovino donde hay una charca de gran tamaño. A la derecha, bebedero para ganado bovino junto a bebedero para porcino segregados por la altura de uno de los bebederos, un simple vallado y una cuerda que cierra el paso a las vacas.

- También es importante una adecuada segregación temporal, siendo ideal mantener un periodo de cuarentena de aproximadamente un mes entre la salida de una especie y la entrada de otra.
- Por último, es esencial asegurar una correcta segregación del uso del agua, especialmente entre el ganado bovino y el porcino, ya que aquellos puntos de agua (bebederos y charcas) que sean usados por el ganado porcino, pueden ser fácilmente usados por el jabalí, el principal reservorio silvestre de tuberculosis en la península. Para ello, es posible secar los bebederos de porcino mientras estén presentes los rumiantes domésticos o incorporar tapas para que solo los cerdos puedan acceder al agua, mientras que las charcas pueden ser valladas para impedir el acceso de las vacas con relativa facilidad (ver capítulo sobre puntos de agua).



Figura 12.8.- Imaginativa y económica solución de un ganadero para evitar que las vacas beban de un bebedero de porcino a ras de suelo y levantar otro bebedero para que solo pueda ser usado por ganado bovino.



ESPECIES NO INCLUIDAS EN LOS PROGRAMAS SANITARIOS OFICIALES

- Realización de pruebas diagnósticas: existe una obligatoriedad de realizar test diagnósticos de tuberculosis en países no oficialmente indemnes de tuberculosis en los que el ganado caprino sea destinado a la producción láctea y en los que existan rebaños mixtos con ganado bovino (CE 853/2004). En este sentido, el programa nacional de erradicación de la tuberculosis incluye a aquellos rebaños caprinos que convivan, aprovechen pastos comunes o mantengan una relación epidemiológica con el ganado bovino, entendiendo por relación epidemiológica estar ubicados en municipios en los que se haya confirmado la presencia de tuberculosis en ganado bovino. También deben ser incluidos en este programa aquellos rebaños en los que, aunque no convivan, se detecte circulación de tuberculosis mediante encuesta epidemiológica o a través de la base nacional de espoligotipos (presencia de cepas compartidas con ganado bovino), suponiendo, por tanto, un riesgo de infección para el ganado bovinos circundante. Adicionalmente, cada comunidad autónoma puede decidir incluir todos los rebaños caprinos de un territorio determinado, en el caso de que afecten al estado sanitario de la población de bovinos. Por último, la elección de las pruebas diagnósticas a realizar, así como su frecuencia, es realizada por cada comunidad autónoma.

Las pruebas diagnósticas recomendadas son IDTB e IFN- γ para cabra y oveja, y el análisis *post mortem* en matadero con confirmación mediante cultivo microbiológico e histología o PCR para ganado porcino. Para este último también podría utilizarse ELISA, IDTB, o IFN- γ , aunque su especificidad se ve comprometida por el alto grado de exposición de esta especie a micobacterias no tuberculosas.

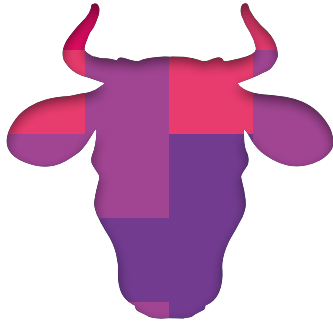


Evidencia científica sobre la eficacia de las medidas de mitigación o control

Aportación	Referencia
<p>España. Oveja.</p> <p>Para minimizar la transmisión de tuberculosis entre ovejas o de oveja a otras especies domesticas convivientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Sacrificio obligatorio de ovejas que cohabiten con vacas o cabras con tuberculosis. · Segregación de vacas de otros ungulados domésticos, siempre que sea posible. · Vigilancia activa en mataderos. · Pruebas diagnósticas y test comparativos para diagnóstico diferencial con paratuberculosis. 	<p>(Muñoz Mendoza et al., 2012)</p>
<p>España (centro-sur). Análisis de riesgo y aplicación de medidas de mitigación.</p> <p>Tras ser informados del riesgo de tuberculosis derivado de otros reservorios domésticos, los ganaderos implementaron prioritariamente medidas de segregación entre especies y de diagnóstico de los reservorios no bovinos.</p>	<p>(Martínez-Guijosa et al., 2021)</p>



Figura 12.9.- Cabras, jabalíes y vaca bebiendo del mismo punto de agua. Para lograr el éxito en el control y erradicación de la tuberculosis, no solo debemos actuar sobre el ganado bovino, sino también sobre las demás especies implicadas en la red de interacciones que mantienen la infección circulando en la ganadería, tanto domésticas, como silvestres.



COMENTARIOS FINALES



Este manual parte de la experiencia de un amplio conjunto de autores, así como de la revisión de un gran número de referencias científicas. En consecuencia, el texto resulta necesariamente una simplificación del conocimiento existente. Además, aunque hemos procurado tener en cuenta la diversidad de formas de producción bovina extensiva que existe en España, algunos riesgos serán distintos y las medidas de mitigación resultarán más o menos oportunas y viables en función del clima y del manejo propio de cada zona geográfica.

COMENTARIOS FINALES

Con todo, este manual permite vislumbrar cuáles son los principales riesgos en relación con la tuberculosis en el bovino extensivo en España, señalados como “riesgo alto” en los capítulos correspondientes: la disponibilidad y distribución del agua, la distribución y gestión de los pastos, el propio ganado bovino, los aprovechamientos de caza mayor y las especies de producción no bovinas. Interesantemente, muchos de estos factores de mayor riesgo son, precisamente, los que proporcionalmente cuentan con menos información sobre las características y la eficacia de las medidas de mitigación. En cambio, algunos riesgos más típicos de otras latitudes, parcialmente presentes en la España atlántica, como los relacionados con el tejón, han recibido mayor atención científica en cuanto a su mitigación (Figura 13.1).

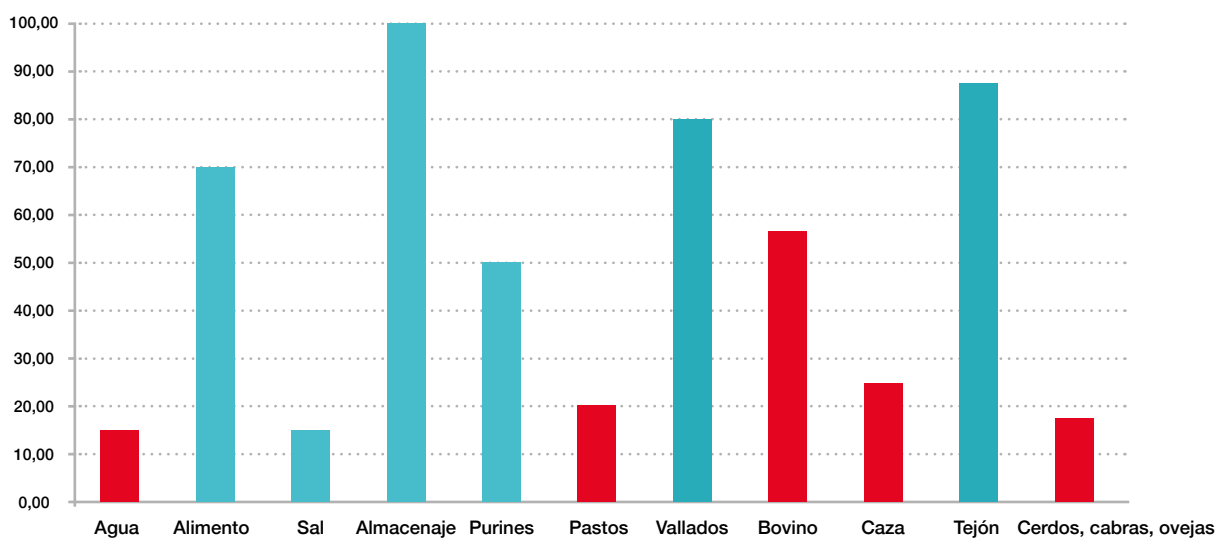
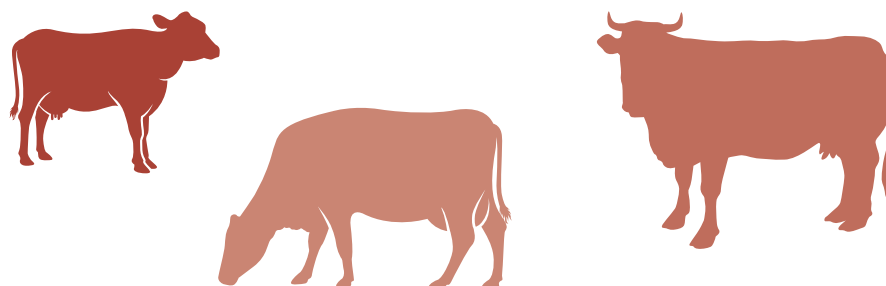


Figura 13.1.- Proporción de trabajos científicos que aluden a medidas de mitigación para cada uno de los grupos de riesgos descritos en este manual. Las columnas rojas identifican los grupos de riesgos calificados como “altos”. Obsérvese que precisamente dichos riesgos altos tienden a contar con menos evidencia científica sobre posibilidades de mitigación.



Los riesgos asociados al agua, a los pastos, a la caza y a la presencia de otras especies de producción merecen una especial atención en el diseño de futuros proyectos de investigación y de innovación. Asimismo, para asegurar que las medidas de mitigación cumplan su cometido, conviene tener presente, más allá de su eficacia científico-técnica, la dimensión humana. Es decir, la predisposición de ganaderos, veterinarios y administraciones a intervenir de una u otra forma según el contexto natural y cultural, y según el manejo propio de cada explotación. Es necesario involucrar y convencer a quien vaya a llevar a cabo las acciones a pie de campo, así como a las administraciones implicadas. Es de vital importancia investigar y profundizar en estos aspectos socioeconómicos de la transferencia tecnológica, a pequeña y gran escala, para asegurar que en futuras iniciativas el potencial de las medidas de mitigación aquí planteadas se aproveche en toda su capacidad.



REFERENCIAS

- Abdou, M., Frankena, K., O’Keeffe, J., Byrne, A.W., 2016. Effect of culling and vaccination on bovine tuberculosis infection in a European badger (*Meles meles*) population by spatial simulation modelling. *Prev. Vet. Med.* 125, 19–30. doi:10.1016/j.prevetmed.2015.12.012
- Acevedo, P., González-Quirós, P., Prieto, J.M., Etherington, T.R., Gortázar, C., Balseiro, A., 2014. Generalizing and transferring spatial models: A case study to predict Eurasian badger abundance in Atlantic Spain. *Ecol. Modell.* 275, 1–8. doi:10.1016/j.ecolmodel.2013.12.011
- Acevedo, P., Prieto, M., Quirós, P., Merediz, I., de Juan, L., Infantes-Lorenzo, J.A., Triguero-Ocaña, R., Balseiro, A., 2019. Tuberculosis epidemiology and badger (*Meles meles*) spatial ecology in a hot-spot area in atlantic spain. *Pathogens* 8, 292. doi:10.3390/pathogens8040292
- Bailey, S.S., Crawshaw, T.R., Smith, N.H., Palgrave, C.J., 2013. *Mycobacterium bovis* infection in domestic pigs in Great Britain. *Vet. J.* 198, 391–397. doi:10.1016/j.tvjl.2013.08.035
- Balseiro, A., Oleaga, Á., Álvarez Morales, L.M., González Quirós, P., Gortázar, C., Prieto, J.M., 2019. Effectiveness of a calf-selective feeder in preventing wild boar access. *Eur. J. Wildl. Res.* 65. doi:10.1007/s10344-019-1276-4
- Barasona, J.A., Acevedo, P., Díez-Delgado, I., Queiros, J., Carrasco-García, R., Gortazar, C., Vicente, J., 2016. Tuberculosis-associated death among adult wild boars, Spain, 2009–2014. *Emerg. Infect. Dis.* 22, 2178–2180. doi:10.3201/eid2212.160677
- Barasona, J.A., Gortázar, C., de la Fuente, J., Vicente, J., 2019. Host richness increases tuberculosis disease risk in game-managed areas. *Microorganisms* 7. doi:10.3390/microorganisms7060182
- Barasona, J.A., Latham, M.C., Acevedo, P., Armenteros, J.A., Latham, A.D.M., Gortazar, C., Carro, F., Soriguer, R.C., Vicente, J., 2014a. Spatiotemporal interactions between wild boar and cattle: Implications for cross-species disease transmission. *Vet. Res.* 45. doi:10.1186/s13567-014-0122-7
- Barasona, J.A., Mulero-Pázmány, M., Acevedo, P., Negro, J.J., Torres, M.J., Gortázar, C., Vicente, J., 2014b. Unmanned aircraft systems for studying spatial abundance of ungulates: Relevance to spatial epidemiology. *PLoS One* 9, e115608. doi:10.1371/journal.pone.0115608
- Barasona, J.A., VerCauteren, K.C., Saklou, N., Gortazar, C., Vicente, J., 2013. Effectiveness of cattle operated bump gates and exclusion fences in preventing ungulate multi-host sanitary interaction. *Prev. Vet. Med.* 111, 42–50. doi:10.1016/J.PREVETMED.2013.03.009
- Barasona, J.A., Vicente, J., Díez-Delgado, I., Aznar, J., Gortázar, C., Torres, M.J., 2017. Environmental Presence of *Mycobacterium tuberculosis* Complex in Aggregation Points at the Wildlife/Livestock Interface. *Transbound. Emerg. Dis.* 64, 1148–1158. doi:10.1111/tbed.12480
- Barbier, E., Boschiroli, M.L., Gueneau, E., Rochelet, M., Payne, A., de Cruz, K., Bliieux, A.L., Fossot, C., Hartmann, A., 2016. First molecular detection of *Mycobacterium bovis* in environmental samples from a French region with endemic bovine tuberculosis. *J. Appl. Microbiol.* 120, 1193–1207. doi:10.1111/jam.13090

- Barbier, Elodie, Chantemesse, B., Rochelet, M., Fayolle, L., Bollache, L., Boschioli, M.L., Hartmann, A., 2016. Rapid dissemination of *M. bovis* from cattle dung to soil by the earthworm *Lumbricus terrestris*. *Vet. Microbiol.* 186, 1–7. doi:10.1016/j.vetmic.2016.01.025
- Barbier, E., Rochelet, M., Gal, L., Boschioli, M.L., Hartmann, A., 2017. Impact of temperature and soil type on *Mycobacterium bovis* survival in the environment. *PLoS One* 12, e0176315. doi:10.1371/journal.pone.0176315
- Barroso, P., Barasona, J.A., Acevedo, P., Palencia, P., Carro, F., Negro, J.J., Torres, M.J., Gortázar, C., Soriguer, R.C., Vicente, J., 2020. Long-term determinants of tuberculosis in the ungulate host community of doñana national park. *Pathogens* 9. doi:10.3390/pathogens9060445
- Baubet, E., Ropert-Coudert, Y., Brandt, S., 2003. Seasonal and annual variations in earthworm consumption by wild boar (*Sus scrofa scrofa* L.). *Wildl. Res.* 30, 179–186. doi:10.1071/WR00113
- Berentsen, A., R., Dunbar, M., R., Misiewicz, R., 2010. PVC Curtains to Prevent Deer Access to Stored Feed: A Pilot Study. *Proc. Vertebr. Pest Conf.* 24. doi:10.5070/v424110630
- Berentsen, A.R., Miller, R.S., Misiewicz, R., Malmberg, J.L., Dunbar, M.R., 2014. Characteristics of white-tailed deer visits to cattle farms: Implications for disease transmission at the wildlife-livestock interface. *Eur. J. Wildl. Res.* 60, 161–170. doi:10.1007/s10344-013-0760-5
- Bezos, J., Casal, C., Díez-Delgado, I., Romero, B., Liandris, E., Álvarez, J., Sevilla, I.A., Juan, L. de, Domínguez, L., Gortázar, C., 2015. Goats challenged with different members of the *Mycobacterium tuberculosis* complex display different clinical pictures. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 167, 185–189. doi:10.1016/j.vetimm.2015.07.009
- Bezos, J., Roy, Á., Infantes-Lorenzo, J.A., González, I., Venteo, Á., Romero, B., Grau, A., Mínguez, O., Domínguez, L., de Juan, L., 2018. The use of serological tests in combination with the intradermal tuberculin test maximizes the detection of tuberculosis infected goats. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 199, 43–52. doi:10.1016/j.vetimm.2018.03.006
- Bielby, J., Vial, F., Woodroffe, R., Donnelly, C.A., 2016. Localised badger culling increases risk of herd breakdown on nearby, not focal, land. *PLoS One* 11. doi:10.1371/journal.pone.0164618
- Blaiotta, G., Di Cerbo, A., Murru, N., Coppola, R., Aponte, M., 2016. Persistence of bacterial indicators and zoonotic pathogens in contaminated cattle wastes. *BMC Microbiol.* 16. doi:10.1186/s12866-016-0705-8
- Boadella, M., Vicente, J., Ruiz-Fons, F., de la Fuente, J., Gortázar, C., 2012. Effects of culling Eurasian wild boar on the prevalence of *Mycobacterium bovis* and Aujeszky's disease virus. *Prev. Vet. Med.* 107, 214–221. doi:10.1016/j.prevetmed.2012.06.001
- Brook, R.K., 2010. Incorporating farmer observations in efforts to manage bovine tuberculosis using barrier fencing at the wildlife-livestock interface. *Prev. Vet. Med.* 94, 301–305. doi:10.1016/j.prevetmed.2010.01.010

- Brook, R.K., Wal, E. Vander, van Beest, F.M., McLachlan, S.M., 2013. Evaluating use of cattle winter feeding areas by elk and white-tailed deer: Implications for managing bovine tuberculosis transmission risk from the ground up. *Prev. Vet. Med.* 108, 137–147. doi:10.1016/j.prevetmed.2012.07.017
- Cadenas-Fernández, E., Sánchez-Vizcaíno, J.M., Pintore, A., Denurra, D., Cherchi, M., Jurado, C., Vicente, J., Barasona, J.A., 2019. Free-Ranging Pig and Wild Boar Interactions in an Endemic Area of African Swine Fever. *Front. Vet. Sci.* 6, 376. doi:10.3389/fvets.2019.00376
- Campbell, E.L., Byrne, A.W., Menzies, F.D., McBride, K.R., McCormick, C.M., Scantlebury, M., Reid, N., 2019. Interspecific visitation of cattle and badgers to fomites: A transmission risk for bovine tuberculosis? *Ecol. Evol.* 9, 8479–8489. doi:10.1002/ece3.5282
- Campbell, E.L., Menzies, F.D., Byrne, A.W., Porter, S., McCormick, C.M., McBride, K.R., Scantlebury, D.M., Reid, N., 2020. Grazing cattle exposure to neighbouring herds and badgers in relation to bovine tuberculosis risk. *Res. Vet. Sci.* 133, 297–303. doi:10.1016/j.rvsc.2020.09.032
- Cano-Terriza, D., Risalde, M.A., Jiménez-Ruiz, S., Vicente, J., Isla, J., Paniagua, J., Moreno, I., Gortázar, C., Infantes-Lorenzo, J.A., García-Bocanegra, I., 2018a. Management of hunting waste as control measure for tuberculosis in wild ungulates in south-central Spain. *Transbound. Emerg. Dis.* 65, 1190–1196. doi:10.1111/tbed.12857
- Cano-Terriza, D., Risalde, M.A., Rodríguez-Hernández, P., Napp, S., Fernández-Morente, M., Moreno, I., Bezos, J., Fernández-Molera, V., Sáez, J.L., García-Bocanegra, I., 2018b. Epidemiological surveillance of Mycobacterium tuberculosis complex in extensively raised pigs in the south of Spain. *Prev. Vet. Med.* 159, 87–91. doi:10.1016/j.prevetmed.2018.08.015
- Cardenas, N.C., Pozo, P., Lopes, F.P.N., Grisi-Filho, J.H.H., Alvarez, J., 2021. Use of network analysis and spread models to target control actions for bovine tuberculosis in a state from Brazil. *Microorganisms* 9, 1–21. doi:10.3390/microorganisms9020227
- Carrasco-García, R., Barasona, J.A., Gortazar, C., Montoro, V., Sanchez-Vizcaino, J.M., Vicente, J., 2016. Wildlife and livestock use of extensive farm resources in South Central Spain: implications for disease transmission. *Eur. J. Wildl. Res.* 62, 65–78. doi:10.1007/s10344-015-0974-9
- Ciaravino, G., Laranjo-González, M., Casal, J., Sáez-Llorente, J.L., Allepuz, A., 2021. Most likely causes of infection and risk factors for tuberculosis in Spanish cattle herds. *Vet. Rec.* e140. doi:10.1002/vetr.140
- Clegg, T.A., More, S.J., Higgins, I.M., Good, M., Blake, M., Williams, D.H., 2008. Potential infection-control benefit for Ireland from pre-movement testing of cattle for tuberculosis. *Prev. Vet. Med.* 84, 94–111. doi:10.1016/j.prevetmed.2007.11.004
- Cooper, S.M., Morgan Scott, H., De La Garza, G.R., Deck, A.L., Cathey, J.C., 2010. Distribution and interspecies contact of feral swine and cattle on rangeland in south Texas: Implications for disease transmission. *J. Wildl. Dis.* 46, 152–164. doi:10.7589/0090-3558-46.1.152

- Corner, L.A.L., Murphy, D., Gormley, E., 2011. *Mycobacterium bovis* Infection in the Eurasian Badger (*Meles meles*): The Disease, Pathogenesis, Epidemiology and Control. J. Comp. Pathol. 144, 1–24. doi:10.1016/j.jcpa.2010.10.003
- Cousins, D. V., Roberts, J.L., 2001. Australia's campaign to eradicate bovine tuberculosis: The battle for freedom and beyond, in: Tuberculosis. pp. 5–15. doi:10.1054/tube.2000.0261
- Cowie, C.E., Beck, B.B., Gortazar, C., Vicente, J., Hutchings, M.R., Moran, D., White, P.C.L., 2014. Risk factors for the detected presence of *Mycobacterium bovis* in cattle in south central Spain. Eur. J. Wildl. Res. 60, 113–123. doi:10.1007/s10344-013-0757-0
- Cowie, C.E., Hutchings, M.R., Barasona, J.A., Gortázar, C., Vicente, J., White, P.C.L., 2016. Interactions between four species in a complex wildlife: livestock disease community: implications for *Mycobacterium bovis* maintenance and transmission. Eur. J. Wildl. Res. 62, 51–64. doi:10.1007/s10344-015-0973-x
- Crawshaw, T., Daniel, R., Clifton-Hadley, R., Clark, J., Evans, H., Rolfe, S., de la Rua-Domenech, R., 2008. tuberculosis in goats caused by *Mycobacterium bovis*. Vet. Rec. 163, 127–127. doi:10.1136/vr.163.4.127
- Crispell, J., Benton, C.H., Balaz, D., De Maio, N., Ahkmetova, A., Allen, A., Biek, R., Presho, E.L., Dale, J., Hewinson, G., Lycett, S.J., Nunez-Garcia, J., Skuce, R.A., Trewby, H., Wilson, D.J., Zadoks, R.N., Delahay, R.J., Kao, R.R., 2019. Combining genomics and epidemiology to analyse bi-directional transmission of *mycobacterium bovis* in a multi-host system. Elife 8. doi:10.7554/eLife.45833
- Di Marco, V., Mazzone, P., Capucchio, M.T., Boniotti, M.B., Aronica, V., Russo, M., Fiasconaro, M., Cifani, N., Corneli, S., Biasibetti, E., Biagetti, M., Pacciarini, M.L., Cagiola, 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, 1209–1218. doi:10.1128/JCM.06544-11
- Dion, E., VanSchalkwyk, L., Lambin, E.F., 2011. The landscape epidemiology of foot-and-mouth disease in South Africa: A spatially explicit multi-agent simulation. Ecol. Modell. 222, 2059–2072. doi:10.1016/j.ecolmodel.2011.03.026
- Downs, S.H., Prosser, A., Ashton, A., Ashfield, S., Brunton, L.A., Brouwer, A., Upton, P., Robertson, A., Donnelly, C.A., Parry, J.E., 2019. Assessing effects from four years of industry-led badger culling in England on the incidence of bovine tuberculosis in cattle, 2013–2017. Sci. Rep. 9. doi:10.1038/s41598-019-49957-6
- Doyle, L.P., Courcier, E.A., Gordon, A.W., O'hagan, M.J.H., Johnston, P., Mcaleese, E., Buchanan, J.R., Stegeman, J.A., Menzies, F.D., 2020. Northern Ireland Farm Level Management Factors for Prolonged Bovine Tuberculosis Herd Breakdowns. Epidemiol. Infect. doi:10.1017/S0950268820002241
- Drewe, J.A., O'Connor, H.M., Weber, N., McDonald, R.A., Delahay, R.J., 2013. Patterns of direct and indirect contact between cattle and badgers naturally infected with tuberculosis. Epidemiol. Infect. 141, 1467–1475. doi:10.1017/S0950268813000691

- EFSA, 2009. Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents in the European Union in 2007. Community Summary Report. European Food Safety Authority (EFSA).
- Fine, A.E., Bolin, C.A., Gardiner, J.C., Kaneene, J.B., 2011. A Study of the Persistence of *Mycobacterium bovis* in the Environment under Natural Weather Conditions in Michigan, USA. *Vet. Med. Int.* 2011, 1–12. doi:10.4061/2011/765430
- Garnett, B.T., Delahay, R.J., Roper, T.J., 2002. Use of cattle farm resources by badgers (*Meles meles*) and risk of bovine tuberculosis (*Mycobacterium bovis*) transmission to cattle. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 269, 1487–1491. doi:10.1098/rspb.2002.2072
- Gates, M.C., Volkova, V.V., Woolhouse, M.E.J., 2013. Impact of changes in cattle movement regulations on the risks of bovine tuberculosis for Scottish farms. *Prev. Vet. Med.* 108, 125–136. doi:10.1016/j.prevetmed.2012.07.016
- Gehring, T.M., VerCauteren, K.C., Provost, M.L., Cellar, A.C., 2010. Utility of livestock-protection dogs for deterring wildlife from cattle farms. *Wildl. Res.* 37, 715–721. doi:10.1071/WR10023
- Good, M., Bakker, D., Duignan, A., Collins, D.M., 2018. The history of *in vivo* tuberculin testing in bovines: Tuberculosis, a “One Health” issue. *Front. Vet. Sci.* doi:10.3389/fvets.2018.00059
- Gooding, R.M., Brook, R.K., 2014. Modeling and mitigating winter hay bale damage by elk in a low prevalence bovine tuberculosis endemic zone. *Prev. Vet. Med.* 114, 123–131. doi:10.1016/j.prevetmed.2014.01.005
- Gortázar, C., Fernández-Calle, L.M., Collazos-Martínez, J.A., Mínguez-González, O., Acevedo, P., 2017. Animal tuberculosis maintenance at low abundance of suitable wildlife reservoir hosts: A case study in northern Spain. *Prev. Vet. Med.* 146, 150–157. doi:10.1016/j.prevetmed.2017.08.009
- Gortázar, C., Vicente, J., Samper, S., Garrido, J.M., Fernández-De-Mera, I.G., Gavín, P., Juste, R.A., Martín, C., Acevedo, P., De La Puente, M., Höfle, U., 2005. Molecular characterization of *Mycobacterium tuberculosis* complex isolates from wild ungulates in south-central Spain. *Vet. Res.* 36, 43–52. doi:10.1051/vetres:2004051
- Green, D.M., Kiss, I.Z., Mitchell, A.P., Kao, R.R., 2008. Estimates for local and movement-based transmission of bovine tuberculosis in British cattle. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 275, 1001–1005. doi:10.1098/rspb.2007.1601
- Guta, S., Casal, J., Napp, S., Saez, J.L., Garcia-Saenz, A., Perez De Val, B., Romero, B., Alvarez, J., Allepuz, A., 2014. Epidemiological investigation of bovine tuberculosis herd breakdowns in Spain 2009/2011. *PLoS One* 9, e104383–e104383. doi:10.1371/journal.pone.0104383
- Humblet, M.-F., Gilbert, M., Govaerts, M., Fauville-Dufaux, M., Walravens, K., Saegerman, C., 2010. New Assessment of Bovine Tuberculosis Risk Factors in Belgium Based on Nationwide Molecular Epidemiology. *J. Clin. Microbiol.* 48, 2802–2808. doi:10.1128/JCM.00293-10
- Hutchings, M.R., Harris, S., 1999. Quantifying the risks of tuberculosis infection to cattle posed by badger excreta. *Epidemiol. Infect.* 122, 167–173. doi:10.1017/S0950268898001897

- Judge, J., McDonald, R.A., Walker, N., Delahay, R.J., 2011. Effectiveness of biosecurity measures in preventing badger visits to farm buildings. *PLoS One* 6, e28941–e28941. doi:10.1371/journal.pone.0028941
- Kaneene, J.B., Bruning-Fann, C.S., Granger, L.M., Miller, R., Porter-Spalding, B.A., 2002. Environmental and farm management factors associated with tuberculosis on cattle farms in northeastern Michigan. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 221, 837–842. doi:10.2460/javma.2002.221.837
- Kaneene, J.B., Hattey, J.A., Bolin, C.A., Averill, J., Miller, R., 2017. Survivability of *Mycobacterium bovis* on salt and salt-mineral blocks fed to cattle. *Am. J. Vet. Res.* 78, 57–62. doi:10.2460/ajvr.78.1.57
- Knust, B.M., Wolf, P.C., Wells, S.J., 2011. Characterization of the risk of deer-cattle interactions in Minnesota by use of an on-farm environmental assessment tool. *Am. J. Vet. Res.* 72, 924–931. doi:10.2460/ajvr.72.7.924
- Kukielka, E., Barasona, J.A., Cowie, C.E., Drewe, J.A., Gortázar, C., Cotarelo, I., Vicente, J., 2013. Spatial and temporal interactions between livestock and wildlife in South Central Spain assessed by camera traps. *Prev. Vet. Med.* 112, 213–221. doi:10.1016/j.prevetmed.2013.08.008
- Laguna, E., Barasona, J.A., Carpio, A.J., Vicente, J., Acevedo, P., 2021a. Fencing as population management action for wild boar: permeability of artificial barriers in Mediterranean landscape. Press.
- Laguna, E., Barasona, J.A., Vicente, J., Keuling, O., Acevedo, P., 2021b. Spatial ecology of wild boar in Mediterranean Ecosystems under different land uses. Press.
- Laguna, E., Carpio, A.J., Vicente, J., Barasona, J.A., Triguero-Ocaña, R., Jiménez-Ruiz, S., Acevedo, P., 2021c. The spatial ecology of red deer under different land-use conditions: protected areas, mixed farms and fences hunting states. Press.
- LaHue, N.P., Baños, J.V., Acevedo, P., Gortázar, C., Martínez-López, B., 2016. Spatially explicit modeling of animal tuberculosis at the wildlife-livestock interface in Ciudad Real province, Spain. *Prev. Vet. Med.* 128, 101–111. doi:10.1016/j.prevetmed.2016.04.011
- Lavelle, M.J., Henry, C., LeDoux, K., Ryan, P.J., Fischer, J.W., Pepin, K.M., Blass, C.R., Glow, M.P., Hygnstrom, S.E., VerCauteren, K.C., 2015. Deer response to exclusion from stored cattle feed in Michigan, USA. *Prev. Vet. Med.* 121, 159–164. doi:10.1016/j.prevetmed.2015.06.015
- MAPA, 2020. Protocolos de gestión de estiércol en explotaciones positivas a tuberculosis y brucelosis.
- Martínez-Guijosa, J., Lima-Barbero, J.F., Acevedo, P., Cano-Terriza, D., Jiménez-Ruiz, S., Barasona, J.Á., Boadella, M., García-Bocanegra, I., Gortázar, C., Vicente, J., 2021a. Description and implementation of an On-farm Wildlife Risk Mitigation Protocol at the wildlife-livestock interface: tuberculosis in Mediterranean environments. *Prev. Vet. Med.* 191, 105346. doi:10.1016/j.prevetmed.2021.105346

- Martínez-Guijosa, J., López-Alonso, A., Gortázar, C., Acevedo, P., Torres, M.J., Vicente, J., 2021b. Shared use of mineral supplement in extensive farming and its potential for infection transmission at the wildlife-livestock interface. *Eur. J. Wildl. Res.* 67. doi:10.1007/s10344-021-01493-3
- Martínez-Guijosa, J., Romero, B., Infantes-Lorenzo, J.A., Díez, E., Boadella, M., Balseiro, A., Veiga, M., Navarro, D., Moreno, I., Ferreres, J., Domínguez, M., Fernández, C., Domínguez, L., Gortázar, C., 2020b. Environmental DNA: A promising factor for tuberculosis risk assessment in multi-host settings. *PLoS One* 15, e0233837. doi:10.1371/journal.pone.0233837
- McCallan, L., McNair, J., Skuce, R., 2014. A review of the potential role of cattle slurry in the spread of bovine tuberculosis [WWW Document]. URL <https://www.daera-ni.gov.uk/sites/default/files/publications/dard/tb-slurry-lit-review.pdf> (accessed 2.12.21).
- Mentaberre, G., Romero, B., De Juan, L., Navarro-González, N., Velarde, R., Mateos, A., Marco, I., Olivé-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, e88824. doi:10.1371/journal.pone.0088824
- Meunier, N. V., Sebulime, P., White, R.G., Kock, R., 2017. Wildlife-livestock interactions and risk areas for cross-species spread of bovine tuberculosis. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 84, 1–10. doi:10.4102/ojvr.v84i1.1221
- Michel, A.L., De Klerk, L.M., Van Pittius, N.C.G., Warren, R.M., Van Helden, P.D., 2007. Bovine tuberculosis in African buffaloes: Observations regarding *Mycobacterium bovis* shedding into water and exposure to environmental mycobacteria. *BMC Vet. Res.* 3, 23. doi:10.1186/1746-6148-3-23
- Miguel, E., Grosbois, V., Caron, A., Boulinier, T., Fritz, H., Cornelis, D., Foggin, C., Makaya, P. V., Tshabalala, P.T., De Garine-Wichatitsky, M., 2013. Contacts and foot and mouth disease transmission from wild to domestic bovines in Africa. *Ecosphere* 4, art51. doi:10.1890/ES12-00239.1
- Muñoz-Mendoza, M., Romero, B., del Cerro, A., Gortázar, C., García-Marín, J.F., Menéndez, S., Mourelo, J., de Juan, L., Sáez, J.L., Delahay, R.J., Balseiro, A., 2016. Sheep as a Potential Source of Bovine tuberculosis: Epidemiology, pathology and evaluation of diagnostic techniques. *Transbound. Emerg. Dis.* 63, 635–646. doi:10.1111/tbed.12325
- Muñoz Mendoza, M., Juan, L. de, Menéndez, S., Ocampo, A., Mourelo, J., Sáez, J.L., Domínguez, L., Gortázar, C., García Marín, J.F., Balseiro, A., 2012. Tuberculosis due to *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium caprae* in sheep, *Veterinary Journal*. doi:10.1016/j.tvjl.2011.05.006
- Mysterud, A., Rolandsen, C.M., 2019. Fencing for wildlife disease control. *J. Appl. Ecol.* 56, 519–525. doi:10.1111/1365-2664.13301
- O'Hagan, M.J.H., Matthews, D.I., Laird, C., McDowell, S.W.J., 2016. Herd-level risk factors for bovine tuberculosis and adoption of related biosecurity measures in Northern Ireland: A case-control study. *Vet. J.* 213, 26–32. doi:10.1016/j.tvjl.2016.03.021

- Palmer, M. V., Waters, W.R., Whipple, D.L., 2004a. Investigation of the transmission of *Mycobacterium bovis* from deer to cattle through indirect contact. *Am. J. Vet. Res.* 65, 1483–1489. doi:10.2460/ajvr.2004.65.1483
- Palmer, M. V., Waters, W.R.R., Whipple, D.L.D.L., 2004b. Shared feed as a means of deer-to-deer transmission of *Mycobacterium bovis*. *J. Wildl. Dis.* 40, 87–91. doi:10.7589/0090-3558-40.1.87
- Palmer, M. V., Whipple, D.L., 2006. Survival of *Mycobacterium bovis* on Feedstuffs Commonly Used as Supplemental Feed for White-tailed Deer (*Odocoileus virginianus*). *J. Wildl. Dis.* 42, 853–858. doi:10.7589/0090-3558-42.4.853
- Parra, A., Fernández-Llario, P., Tato, A., Larrasa, J., García, A., Alonso, J.M., Hermoso De Mendoza, M., Hermoso De Mendoza, J., 2003. Epidemiology of *Mycobacterium bovis* infections of pigs and wild boars using a molecular approach. *Vet. Microbiol.* 97, 123–133. doi:10.1016/j.vetmic.2003.08.007
- 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. *Eur. J. Wildl. Res.* 62, 33–42. doi:10.1007/s10344-015-0970-0
- Payne, A., Philippon, S., Hars, J., Dufour, B., Gilot-Fromont, E., 2017. Wildlife interactions on baited places and waterholes in a French area infected by bovine tuberculosis. *Front. Vet. Sci.* 3. doi:10.3389/fvets.2016.00122
- Pérez De Val, B., López-Soria, S., Nofrarías, M., Martín, M., Vordermeier, H.M., Villarreal-Ramos, B., Romera, N., Escobar, M., Solanes, D., Cardona, P.J., Domingo, M., 2011. Experimental model of tuberculosis in the domestic goat after endobronchial infection with *Mycobacterium caprae*. *Clin. Vaccine Immunol.* 18, 1872–1881. doi:10.1128/CVI.05323-11
- Phillips, C.J.C., Foster, C.R.W., Morris, P.A., Teverson, R., 2003. The transmission of *Mycobacterium bovis* infection to cattle. *Res. Vet. Sci.* 74, 1–15. doi:10.1016/S0034-5288(02)00145-5
- Poole, D.W., McKillop, I.G., Western, G., Hancocks, P.J., Packer, J.J., 2002. Effectiveness of an electric fence to reduce badger (*Meles meles*) damage to field crops. *Crop Prot.* 21, 409–417. doi:10.1016/S0261-2194(01)00123-5
- Pruvot, M., Seidel, D., Boyce, M.S., Musiani, M., Massolo, A., Kutz, S., Orsel, K., 2014. What attracts elk onto cattle pasture? Implications for inter-species disease transmission. *Prev. Vet. Med.* 117, 326–339. doi:10.1016/j.prevetmed.2014.08.010
- Reviriego Gordejo, F.J., Vermeersch, J.P., 2006. Towards eradication of bovine tuberculosis in the European Union, in: *Veterinary Microbiology*. pp. 101–109. doi:10.1016/j.vetmic.2005.11.034
- Rodríguez, S., Bezos, J., Romero, B., de Juan, L., Álvarez, J., Castellanos, E., Moya, N., Lozano, F., Javed, M.T., Sáez-Llorente, J.L., Liébana, E., Mateos, A., Domínguez, L., Aranaz, A., Tuberculosis, M. of A., 2011. *Mycobacterium caprae* Infection in Livestock and Wildlife, Spain. *Emerg. Infect. Dis.* 17, 532–535. doi:10.3201/eid1703.100618

- Santos, N., Correia-Neves, M., Ghebremichael, S., Källenius, G., Svenson, S.B., Almeida, V., 2009. Epidemiology of *Mycobacterium bovis* Infection in Wild Boar (*Sus Scrofa*) From Portugal. J. Wildl. Dis. 45, 1048–1061. doi:10.7589/0090-3558-45.4.1048
- Santos, N., Richomme, C., Nunes, T., Vicente, J., Alves, P.C., de la Fuente, J., Correia-neves, M., Boschiroli, M.L., Delahay, R., Gortázar, C., 2020. Quantification of the animal tuberculosis multi- host community offers insights for control. Pathogens. doi:10.3390/pathogens9060421
- Seward, N.W., Phillips, G.E., Duquette, J.F., VeCauteren, K.C., 2007. A Frightening Device for Deterring Deer Use of Cattle Feeders. J. Wildl. Manage. 71, 271–276. doi:10.2193/2006-265
- Skuce, R.A., Allen, A.R., McDowell, S.W.J., 2012. Herd-level risk factors for bovine tuberculosis: A literature review. Vet. Med. Int. 2012, 621210. doi:10.1155/2012/621210
- Smith, G.C., Delahay, R.J., McDonald, R.A., Budgey, R., 2016. Model of selective and non-selective management of badgers (*Meles meles*) to control bovine tuberculosis in badgers and cattle. PLoS One 11. doi:10.1371/journal.pone.0167206
- Sobrino, R., Martín-Hernando, M.P., Vicente, J., Gortázar, C., Aurtenetxe, O., Garrido, J.M., 2008. Bovine tuberculosis in a badger (*Meles meles*) in Spain. Vet. Rec. 163, 159–160. doi:10.1136/vr.163.5.159
- Tanner, E., White, A., Acevedo, P., Balseiro, A., Marcos, J., Gortázar, C., 2019. Wolves contribute to disease control in a multi-host system. Sci. Rep. 9. doi:10.1038/s41598-019-44148-9
- Tolhurst, B.A., Ward, A.I., Delahay, R.J., MacMaster, A.M., Roper, T.J., 2008. The behavioural responses of badgers (*Meles meles*) to exclusion from farm buildings using an electric fence. Appl. Anim. Behav. Sci. 113, 224–235. doi:10.1016/j.applanim.2007.11.006
- Triguero-Ocaña, R., Barasona, J.A., Carro, F., Soriguer, R.C., Vicente, J., Acevedo, P., 2019. Spatio-temporal trends in the frequency of interspecific interactions between domestic and wild ungulates from Mediterranean Spain. PLoS One 14, e0211216. doi:10.1371/journal.pone.0211216
- Triguero-Ocaña, R., Martínez-López, B., Vicente, J., Barasona, J.A., Martínez-Guijosa, J., Acevedo, P., 2020. Dynamic Network of Interactions in the Wildlife-Livestock Interface in Mediterranean Spain: An Epidemiological Point of View. Pathogens 9, 120. doi:10.3390/pathogens9020120
- VerCauteren, K.C., Gilsdorf, J.M., Hygnstrom, S.E., Fionarelli, P.B., Wilson, J.A., Barras, S., 2006a. Green and Blue Lasers are Ineffective for Dispersing Deer at Night. Wildl. Soc. Bull. 34, 371–374. doi:10.2193/0091-7648(2006)34[371:GABLA]2.0.CO;2
- VerCauteren, K.C., Lavelle, M.J., Campa, H., 2018. Persistent Spillover of Bovine Tuberculosis From White-Tailed Deer to Cattle in Michigan, USA: Status, Strategies, and Needs. Front. Vet. Sci. 5, 301. doi:10.3389/fvets.2018.00301

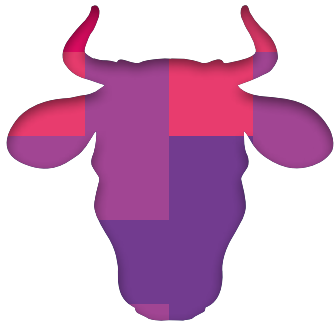
- VerCauteren, K.C., Lavelle, M.J., Gehring, T.M., Landry, J.M., 2012. Cow dogs: Use of livestock protection dogs for reducing predation and transmission of pathogens from wildlife to cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 140, 128–136. doi:10.1016/j.applanim.2012.06.006
- VerCauteren, K.C., Lavelle, M.J., Hygnstrom, S.E., 2006b. Fences and Deer-Damage Management: A Review of Designs and Efficacy. *Wildl. Soc. Bull.* 34, 191–200. doi:10.2193/0091-7648(2006)34[191:FADMAR]2.0.CO;2
- Vercauteren, K.C., Lavelle, M.J., Phillips, G.E., 2008. Livestock Protection Dogs for Deterring Deer From Cattle and Feed. *J. Wildl. Manage.* doi:10.2193/2007-372
- VerCauteren, K.C., Lavelle, M.J., Seward, N.W., Fischer, J.W., Phillips, G.E., 2007. Fence-Line Contact Between Wild and Farmed White-Tailed Deer in Michigan: Potential for Disease Transmission. *J. Wildl. Manage.* 71, 1603–1606. doi:10.2193/2006-179
- VerCauteren, K.C., Seward, N.W., Lavelle, M.J., Fischer, J.W., Phillips, G.E., Collins, F., Avenue, L., 2009. Deer guards and bump gates for excluding white-tailed deer from fenced resources. *Natl. Wildl.* 3, 145–153.
- Vicente, J., Barasona, J.A., Acevedo, P., Ruiz-Fons, J.F., Boadella, M., Diez-Delgado, I., Beltran-Beck, B., González-Barrio, D., Queirós, J., Montoro, V., de la Fuente, J., Gortazar, C., 2013. Temporal trend of tuberculosis in wild ungulates from mediterranean Spain. *Transbound. Emerg. Dis.* 60, 92–103. doi:10.1111/tbed.12167
- Vicente, J., Höfle, U., Garrido, J.M., Fernández-De-Mera, I.G., 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. *Vet. Res.* 38, 451–464. doi:10.1051/vetres:2007002
- Walter, W.D., Anderson, C.W., Smith, R., Vanderklok, M., Averill, J.J., VerCauteren, K.C., 2012. On-farm mitigation of transmission of tuberculosis from white-tailed deer to cattle: Literature review and recommendations. *Vet. Med. Int.* 2012. doi:10.1155/2012/616318
- Ward, A.I., Judge, J., Delahay, R.J., 2010. Farm husbandry and badger behaviour: Opportunities to manage badger to cattle transmission of *Mycobacterium bovis*? *Prev. Vet. Med.* doi:10.1016/j.prevetmed.2009.09.014
- Woodroffe, R., Donnelly, C.A., Ham, C., Jackson, S.Y.B., Moyes, K., Chapman, K., Stratton, N.G., Cartwright, S.J., 2016. Badgers prefer cattle pasture but avoid cattle: implications for bovine tuberculosis control. *Ecol. Lett.* doi:10.1111/ele.12654
- Woolhouse, M.E.J., 2005. Dangers of moving cows. *Nature* 435, 431–432. doi:10.1038/435431a
- Zanardi, G., Boniotti, M.B., Gaffuri, A., Casto, B., Zanoni, M., Pacciarini, M.L., 2013. Tuberculosis transmission by *Mycobacterium bovis* in a mixed cattle and goat herd. *Res. Vet. Sci.* 95, 430–433. doi:10.1016/j.rvsc.2013.04.019

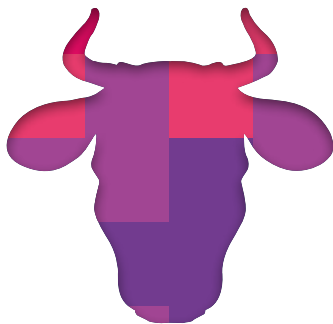




Medidas de bioseguridad en explotaciones extensivas de ganado bovino

**MANUAL PARA LA ACTUACIÓN
FRENTE A LA TUBERCULOSIS
EN FAUNA SILVESTRE**





MANUAL PARA LA ACTUACIÓN FRENTE A LA TUBERCULOSIS EN FAUNA SILVESTRE



Beneficiarios



Colaboradores



UNION EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



ISBN 978-84-09-31650-2



9 788409 316502