

MANUAL

PARA LA ACTUACIÓN FRENTE A LA

TUBERCULOSIS

EN FAUNA SILVESTRE



Programas de mejora sanitaria en terrenos cinegéticos para el control de la tuberculosis en fauna silvestre



UNION EUROPEA
Fondo Europeo de
Desarrollo Regional



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

Cofinanciado al 80% con fondos FEADER
y un importe total de 444.167,73€



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**

Cervus elaphus





**Programas
de mejora
sanitaria
en terrenos
cinegéticos
para el
control de la
tuberculosis
en fauna
silvestre**



UNION EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



GOBIERNO
DE ESPAÑA



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



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 y 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.
Programas de mejora sanitaria en terrenos cinegéticos
para el control de la de la tuberculosis en fauna silvestre.

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

Coordinadores: Jordi Martínez-Guijosa y Christian Gortázar

Autores:

- **Gestión cinegética responsable:** Christian Gortázar.
 - **La oportunidad de regular las actuaciones sanitarias en especies cinegéticas que actúan como reservorio de tuberculosis:** *José Luis Sáez Llorente, Ministerio de Agricultura.*
- **Vigilancia sanitaria integrada:** Ignacio García Bocanegra, Beatriz Vaz de Freitas Cardoso y Joaquín Vicente.
- **Traslados de especies cinegéticas y control sanitario en animales vivos:** Saúl Jiménez Ruiz y Beatriz Vaz de Freitas Cardoso
- **Subproductos o residuos de actividades cinegéticas:** Nicolás Urbani, David Cano-terrizo y Jorge Paniagua
- **Sobreabundancia y control poblacional:** Javier Fernández de Simón, Christian Gortázar y Joaquín Vicente.
- **Presencia de animales visiblemente enfermos y caza selectiva:** Jordi Martínez-Guijosa y César Herraiz.
- **Aporte de agua:** Julio Isla y Jordi Martínez-Guijosa.
- **Alimentación suplementaria:** Patricia Barroso y Eduardo Laguna.
- **Vallado perimetral:** Eduardo Laguna y Pelayo Acevedo.
- **Vallados interiores:** Christian Gortázar y Joaquín Vicente.
- **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 Garcia, Christian Gortázar, 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: 978-84-09-31694-6

Depósito Legal: CR 329-2021

ÍNDICE

| | |
|--|------------|
| 1. GESTIÓN CINEGÉTICA RESPONSABLE..... | 11 |
| 2. VIGILANCIA SANITARIA INTEGRADA | 19 |
| 3. TRASLADOS DE ESPECIES CINEGÉTICAS Y CONTROL SANITARIO EN ANIMALES VIVOS..... | 35 |
| 4. SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE ACTIVIDADES CINEGÉTICAS | 39 |
| 5. SOBREABUNDANCIA Y CONTROL POBLACIONAL | 57 |
| 6. PRESENCIA DE ANIMALES VISIBLEMENTE ENFERMOS Y CAZA SELECTIVA..... | 69 |
| 7. APORTE DE AGUA | 75 |
| 8. ALIMENTACIÓN SUPLEMENTARIA..... | 83 |
| 9. RIESGOS ASOCIADOS A VALLADOS PERIMETRALES | 91 |
| 10. VALLADOS INTERIORES | 99 |
| 11. COMENTARIOS FINALES..... | 105 |
| 12. GLOSARIO DE TÉRMINOS..... | 108 |
| 13. REFERENCIAS | 110 |



1 GESTIÓN CINEGÉTICA RESPONSABLE



La caza es un aprovechamiento de un recurso natural que debe ser practicado entendiendo éste como renovable. En la mitad norte de España, en general, el estado sanitario de las especies de caza es bueno, entre otras cosas porque sus abundancias rara vez son extremas, ya que los propios cazadores y las administraciones procuran mantener un equilibrio entre la abundancia de caza y el volumen de daños a la agricultura y otros intereses (“capacidad de carga social”, ver glosario). En estas circunstancias, los principales riesgos están relacionados con los residuos y con la extracción insuficiente que deriva en sobreabundancia.

En una parte del sur peninsular en cambio, la propiedad del territorio y la historia han dado lugar a formas de caza más comerciales. En el centro y suroeste de España las medidas de manejo más frecuentes incluyen la alimentación suplementaria y translocaciones de animales, en ocasiones provenientes de granjas. De manera general, los terrenos cinegéticos se pueden dividir en fincas más manejadas que generalmente están valladas perimetralmente, y terrenos abiertos, sin vallado. Dentro de cada una de estas categorías el abanico de acciones de manejo que se emplean, estrategias de extracción y densidades es muy amplio. Por ejemplo, la alimentación suplementaria puede ser implementada en ambos tipos de terreno, al igual que otras acciones como caza selectiva, aunque lo normal es que todas las intervenciones de gestión se intensifiquen en mayor medida en las fincas valladas y se apliquen de una manera más ligera en terrenos abiertos. Por lo general, las densidades poblacionales son mayores en las poblaciones valladas perimetralmente.

Los vallados cinegéticos extremos atraen a cazadores nacionales y extranjeros y generan riqueza. En algunos casos, la producción cinegética se acerca más a la ganadería que al aprovechamiento de recursos naturales. Existen cercones y granjas, y, en los cotos, comederos, bebederos y traslados aseguran la producción con independencia de las sequías, mientras las vallas evitan que los daños supongan un limitante para la explotación de la caza mayor. No toda la caza del sur es así, y desde luego hay gestores ejemplares de terrenos manejados,



Figura 1.1.- La gestión cinegética responsable propone gestionar los recursos cazables de modo que prime la calidad y evite los efectos indeseados de elevadas densidades o agregación de individuos, especialmente, en nuestro caso, desde el punto de vista sanitario. Jabalí macho adulto (*Sus scrofa*).

pero el riesgo sanitario implícito en estas actividades es evidente. En las fincas más manejadas, la intención que generalmente persigue la gestión consiste en aumentar artificialmente la capacidad de carga, y con ella la densidad poblacional. Si bien la alimentación artificial puede compensar parcialmente los efectos negativos que la densidad puede tener sobre el desarrollo de los animales (y sus trofeos) y la vegetación natural de la finca, habitualmente estos efectos no se ven compensados en situaciones de elevada densidad. La situación se agrava cuando las elevadas densidades son mantenidas a lo largo del tiempo, agotando la capacidad natural de recuperación de la vegetación mediterránea, e incrementando la agregación de individuos a través de alimentación artificial. Esto hace que se disparen las tasas de transmisión de patógenos, como la tuberculosis (TB), que no solamente afectan a las poblaciones de ungulados, sino a la salud ganadera y de las especies silvestres.

Como siempre, hay excepciones: terrenos vallados en el norte, con sus riesgos sanitarios (ejemplos en Castilla y León, donde la probabilidad de detectar TB en especies cinegéticas es mucho mayor en los escasos terrenos vallados que en abierto; Gortázar et al., 2017). Y en el sur, donde algunas de las situaciones de mayor prevalencia de TB no ocurren en terrenos cinegéticos vallados, sino en espacios naturales protegidos incluyendo los parques nacionales (Barroso et al., 2020).

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

| Factor de riesgo | Norte peninsular, terrenos cinegéticos abiertos | Terrenos cinegéticos vallados y espacios naturales con sobreabundancia de ungulados |
|---|---|---|
| Residuos de caza y cadáveres | ☠ ☠ ☠ | ☠ ☠ ☠ |
| Capturas y traslados en vivo | ☠ | ☠ ☠ ☠ |
| Sobreabundancia | ☠ ☠ | ☠ ☠ ☠ |
| Presencia de múltiples hospedadores | ☠ ☠ | ☠ ☠ ☠ |
| Agregación en puntos de agua | ☠ | ☠ ☠ ☠ |
| Agregación en puntos de alimento | ☠ | ☠ ☠ |
| Efectos de vallados sobre variabilidad genética y otros | ☠ | ☠ ☠ |

Casi todos los factores de riesgo identificados en la tabla anterior son tratados en capítulos específicos de este manual, sin embargo, parece sensato arrancar con una visión general de lo que llamaremos “gestión cinegética responsable”.



Figura 1.2.- Una gestión cinegética responsable debe ser integral, repercutiendo positivamente no sólo en el aspecto sanitario, sino en el poblacional y medioambiental, y, en definitiva, salvaguardando la perdurabilidad de la actividad cinegética.

El concepto de gestión cinegética responsable es relativo. Seguramente, lo que parece adecuado en los Montes de Toledo no lo parecerá tanto en los Pirineos. Pero si comparamos formas de gestión en unos y otros lugares, nos haremos a la idea de cuáles son las formas de gestión de las especies cinegéticas que dan lugar a un mayor riesgo de TB o, incluso, a un empeoramiento progresivo de los indicadores. Los mecanismos son varios, probablemente complementarios entre sí, y vienen resumidos en la tabla anterior. La mayor parte se desarrolla en los capítulos que se presentan a continuación. Otros también merecen atención y apenas son tratados en este manual por situarse más allá del concepto de bioseguridad. Por ejemplo, los aspectos relacionados con la variabilidad genética y la susceptibilidad/resistencia individual, así como sus interacciones con traslados, sobreabundancia y vallados.

La única forma de mitigar los riesgos asociados a una mala gestión cinegética es, precisamente, buscar mejorarla, tendiendo hacia una gestión cinegética responsable: **poblaciones equilibradas, sin excesiva mezcla de especies** (hay fincas que parecen zoos) **y ajustadas a la capacidad de acogida del medio**. Monitorización poblacional y sanitaria, eliminación correcta de residuos de caza, etc. La definición de “responsable” dependerá de los efectos observados de nuestra gestión, que, a su vez, para una misma abundancia poblacional, es una función del manejo, del tipo de terreno cinegético, de su ubicación geográfica y de la situación de partida. En situaciones de alta prevalencia de TB en especies cinegéticas, las medidas deben buscar la reducción paulatina de prevalencia y a la contención geográfica de la infección. En situaciones de baja prevalencia, el objetivo a medio plazo debe ser la erradicación o, al menos, el mantenimiento de prevalencias muy bajas.





Figura 1.3.- Ciervo entrando en una charca. La sobreabundancia de reservorios silvestres, junto a la capacidad de supervivencia en el ambiente de las micobacterias causantes de la tuberculosis, dificultan el control y erradicación de esta enfermedad.

La oportunidad de regular las actuaciones sanitarias en especies cinegéticas que actúan como reservorio de tuberculosis

En los últimos años, numerosos estudios han evidenciado el importante papel que juegan las especies cinegéticas en la transmisión y mantenimiento de infecciones compartidas entre el ganado doméstico, la fauna silvestre e incluso la especie humana, como es el caso de la tuberculosis.

El Programa Nacional de Erradicación de la Tuberculosis Bovina, aprobado por todas las instituciones oficiales, tanto nacionales como europeas, de las que recibe cofinanciación comunitaria, es revisado anualmente y adaptado a la evolución de la enfermedad en el ganado doméstico. Las medidas tomadas en los últimos años han permitido detectar y abordar las causas que estaban obstaculizando su progreso y se ha observado la evolución razonablemente positiva derivada de las medidas de refuerzo implantadas. La presencia de reservorios silvestres se identificó como uno de los principales responsables del enlentecimiento en el progreso de la enfermedad en determinadas zonas, especialmente del centro-sur de España donde los sistemas de manejo y cría extensiva del ganado doméstico favorecen el contacto con las especies silvestres, presentes en densidades crecientes.

Por este motivo, las actuaciones relacionadas con el control de tuberculosis en la fauna silvestre incluidas en el Programa Nacional de Erradicación se complementaron con una estrategia específica para el control de la tuberculosis en los animales silvestres (Plan de Actuación sobre Tuberculosis en Especies Silvestres, conocido por sus siglas “PATUBES”, publicado en 2017). Se respondía así a las recomendaciones de las auditorías de la Comisión Europea y España se adelantaba así a la filosofía de la nueva legislación europea sobre sanidad animal, al incorporar a las especies silvestres en la lucha contra las enfermedades que afectan al ganado doméstico.

La materialización de una parte del PATUBES se efectúa en el Real Decreto 138/2020, como instrumento legislativo básico que pretende controlar el riesgo en la salud pública, la salud animal y el medio ambiente al disminuir el contagio de la enfermedad entre las distintas especies susceptibles de animales domésticos y silvestres o cinegéticos. El RD afecta a las especies cinegéticas que actúan como propagadoras o mantenedoras de la infección (jabalí, ciervo y gamo), poniendo en marcha la posibilidad de aplicar actuaciones sanitarias que deben estar unidas tanto en un ambiente como en otro, y realizarse de forma homogénea en todo el territorio nacional. Ello permitirá avanzar de una forma más rápida y sólida en la erradicación en el ganado, mejorará la sanidad en las especies objeto de caza y consumo, contribuirá a reducir el impacto de las medidas aplicadas en el sector ganadero y elevará el nivel de seguridad para las personas en contacto con los animales y en los consumidores.

El Real Decreto es de interés y utilidad pública, respondiendo a los daños y la inestabilidad social que crea entre los ganaderos la falta de actuaciones por parte de las administraciones públicas en las especies cinegéticas, en comparación a las actuaciones en el ganado, ya que posibilita la implementación por las autoridades competentes de actuaciones concretas en especies cinegéticas, a la vez que en el ganado doméstico, consistiendo en requisitos crecientes en función de la gravedad de la situación epidemiológica de la zona.



Las medidas contempladas parten de una zonificación del territorio español, fundamentada en el riesgo y en las características de los espacios cinegéticos. Esa zonificación determina las medidas de control, prevención y lucha a aplicar contra la enfermedad en el ámbito de las especies cinegéticas.

En un primer nivel se clasifica el territorio nacional en cuatro grandes regiones según el riesgo de tuberculosis observado en la vigilancia en fauna silvestre y la prevalencia en ganado bovino. En un segundo nivel, se divide el territorio de esas regiones en 3 tipos de comarcas o unidades veterinarias identificadas por las autoridades autonómicas como comarcas o unidades veterinarias de bajo riesgo, de riesgo moderado o de especial riesgo, atendiendo además a la evidencia de contagio entre el ganado y el jabalí o cérvidos. En un tercer nivel se clasifica, a solicitud del interesado, los diferentes espacios cinegéticos concretos en los que habitan especies cinegéticas, considerando el grado de manejo existente en lo que refiere especialmente al aporte sistemático de alimentación, a las densidades ocasionadas por ese manejo, y a las posibilidades de contacto con el ganado.

Combinando la triple tipología se fijan las medidas que cada actividad y zona ha de llevar a cabo para la eficaz prevención y lucha contra la tuberculosis. A modo de ejemplo, como categoría I se identifican las granjas cinegéticas destinadas a la reproducción de jabalíes o ciervos, que estarán ahora sometidas a chequeos sanitarios anuales, de forma similar al ganado bovino, pudiendo optar al reconocimiento del estatus de granja libre de tuberculosis según criterios internacionales.



Figura 1.4.- Ciervos siendo manejados en una granja cinegética Tipo I. El Real Decreto 138/2020 se basa en las categorías establecidas en el PATUBES para los terrenos cinegéticos, exigiendo distintos requisitos sanitarios y de gestión según el riesgo de TB que impliquen.

Otro tipo de espacios cinegéticos regulados son las fincas o cotos que dispongan de vallado perimetral impermeable para las especies que alberga en su interior. Cuando el titular del coto decida orientarse a una vocación cinegética y aportar alimentación suplementaria a las especies cinegéticas (los definidos como espacios de categoría II) deberá seguir un plan sanitario mínimo en jabalí, ciervo o gamo, no siendo compatible la presencia de especies domésticas en el mismo espacio cinegético.

En otros casos de espacios vallados, denominados de categoría III, podrán compartir el terreno con ganado, pero quedando limitado el aporte de alimentación a las especies cinegéticas a casos puntuales (ej. situaciones previas a cacerías, resoluciones autonómicas de emergencia o situaciones climáticas adversas, entre otras). Además, se imponen medidas sanitarias mínimas de bioseguridad adicionales dependiendo del riesgo de la comarca en que se ubican.

Es decir, únicamente se introducen medidas sanitarias que van más allá de la vigilancia en caso de que haya riesgo elevado de tuberculosis, siendo ajustadas a cada tipo de espacio cinegético. El Real Decreto regula también los traslados de animales entre espacios cinegéticos como medida básica de minimización del riesgo de estos movimientos, complementando las condiciones existentes para asemejarlas, con sus peculiaridades, a los requisitos de las granjas ganaderas.

El presente manual nace con la vocación de contribuir a la integración del control sanitario en ganadería y en fauna silvestre, concretamente en las especies de caza. Para lograrlo, abordamos en distintos capítulos los principales riesgos asociados a la tuberculosis en estas especies, con recomendaciones para su mitigación.

Figura 1.5.- Perrero con rehala andando por una vereda. En ausencia de depredadores naturales, las enfermedades y los cazadores, junto a sus perros, son los principales agentes capaces de regular de forma directa las poblaciones de muchos ungulados silvestres. Su papel y su responsabilidad, por tanto, debe ser valorado y gestionado con sabiduría.



VIGILANCIA SANITARIA INTEGRADA



Figura 2.1.- Técnicos de campo realizando un censo de ungulados. La vigilancia sanitaria integrada no sólo consta de una monitorización activa y pasiva de los patógenos y las enfermedades, sino que también precisa del seguimiento poblacional de los hospedadores silvestres.

Definiciones

La vigilancia sanitaria integrada (VSI) es el conjunto de actividades dirigidas a la toma continua de datos e información que posibilitan la monitorización del estatus sanitario de una población y definen los factores de riesgo a los que está expuesta. La VSI permite detectar la presencia de un patógeno, evaluando su distribución en el tiempo y en el espacio, así como su impacto en la dinámica de las poblaciones afectadas.

Uno de los objetivos de la VSI es prevenir la entrada de nuevos patógenos o, alternativamente, su detección precoz, aumentando significativamente el éxito de medidas de lucha a aplicar, en su caso. También permite conocer qué patógenos

están circulando en una determinada zona, posibilitando la implantación y el ajuste de las medidas aplicadas, cuya eficacia puede ser posteriormente monitorizada.

Atendiendo a la metodología en la recogida de la información, los principales componentes de VSI en sanidad animal son:

Vigilancia pasiva

La vigilancia pasiva se caracteriza por el uso de información recogida de rutina o de manera eventual para algún otro propósito. La investigación de estos eventos es esencial para determinar las posibles causas de mortalidad y su potencial repercusión en las poblaciones animales y humanas. Su función principal no es buscar información activamente sobre una enfermedad, sino recopilar y analizar la información que llega a través de los diferentes miembros de la red de VSI. Es el propio sistema el que “espera” el envío de la información por parte de los proveedores de ésta. La obtención de la información se realiza normalmente mediante muestreos de conveniencia.

Vigilancia activa

La vigilancia activa engloba aquellas acciones en las que se va a buscar el patógeno de manera deliberada. Permite generar los denominados “datos numerador”, es decir, el número o la proporción de individuos de una población en contacto con el patógeno. En este tipo de vigilancia epidemiológica, el personal involucrado busca activamente datos sobre la enfermedad que es objeto de investigación y no espera a la llegada de la información.

La vigilancia activa, a diferencia de la pasiva, pretende obtener indicadores epidemiológicos de un determinado patógeno (prevalencia, incidencia, morbilidad, mortalidad, etc). Además, en la vigilancia activa, las muestras deben tomarse sobre la base de un plan estadístico o probabilístico (muestreo aleatorio). Por consiguiente, las estimaciones y los análisis epidemiológicos estadísticos estándares pueden aplicarse más fácilmente a los datos de la vigilancia activa que en el caso de la vigilancia pasiva. Para realizar una vigilancia activa óptima se requiere de:

- 1) Un diseño del muestreo mediante métodos estadísticos adecuados para poder establecer el tipo y número de muestras necesarias con el objeto de que estos muestreos sean representativos de la población.
- 2) El uso de técnicas diagnósticas directas y/o indirectas adecuadas.
- 3) El análisis de los resultados mediante las herramientas estadísticas necesarias.

Monitorización de las poblaciones

La monitorización poblacional es el seguimiento de densidades o abundancias de las poblaciones animales de la zona geográfica objeto de vigilancia. La información de las densidades poblacionales de las especies silvestres y su evolución a largo del tiempo no solo es vital para una evaluación adecuada de las tendencias de la salud de la población y de los efectos de las intervenciones, además, permite la detección temprana de la entrada de patógenos que ocasionen un impacto importante en la densidad o estructura de esa población.

La monitorización de una determinada especie, sus poblaciones, una comunidad o ecosistema, sus impactos, los factores humanos involucrados, la relación entre todos ellos, etc., consiste, a grandes rasgos, en la observación regular y el registro de información con el fin de evidenciar como los parámetros progresan en el tiempo, normalmente, con una visión a largo plazo. Hemos de anotar aquí que la terminología “monitorización de la fauna silvestre” la entendemos en sentido amplio como la monitorización del medio natural o alguno de sus componentes, incluyendo especies con aprovechamiento o de interés cinegético, y los determinantes o efectos experimentados por los humanos.

La información recopilada gracias a la monitorización de la fauna silvestre, una vez analizada, tiene utilidad para ser usada (desafortunadamente, no siempre lo es) en la toma de decisiones en la gestión de la fauna con base técnica y científica. Toda monitorización ha de garantizar un correcto diseño y análisis estadístico posterior, y, en definitiva, la utilidad de los resultados obtenidos, o estaremos hablando de algo diferente a la monitorización (llámese simple recolección de información). Por ello:

- Los objetivos son claros y definidos, pero no por ello la monitorización deja de ser un proceso adaptable a contextos cambiantes.
- El diseño y la metodología aplicada son apropiados.
- La forma en que recolectamos y registramos la información sigue unos estándares científico-técnicos mínimos, que además nos van a permitir establecer comparaciones (estandarización y armonización de la monitorización).

La monitorización, por tanto, es una aproximación sistemática y rigurosa, sin embargo, no reñida con que se pueda aplicar rutinaria y fácilmente. Su diseño ha de ser lo más simple posible, con medidas o protocolos sencillos, inequívocos en la medida de lo posible, y replicables. Hemos de remarcar que una característica esencial de la monitorización es que a través de su aplicación y evaluación se mejora a sí misma, a la par que informa a los agentes y sectores implicados. De esta forma, la monitorización no pierde su verdadera esencia: ser útil para la gestión y un elemento de cohesión entre diferentes sectores o intereses.

La monitorización y obtención de indicadores del estado de las especies, ecosistema, situación sanitaria u otros procesos nos permite:

- Desde un punto de vista científico, una mejor comprensión de los procesos ecológicos, epidemiológicos y socioeconómicos esenciales.
- Evidenciar tendencias, obtener datos de base para comparar en el tiempo.
- Determinar, evaluar y actuar sobre las causas (en este caso, de sobreabundancia).
- Calibrar y entender mejor la relación entre abundancia poblacional y daños, que no necesariamente es directa, y condicionada por factores que generalmente son del ámbito humano (lo cual también pueden ser objeto de la monitorización).
- Identificar los modelos de manejo preferidos o necesarios para las especies o donde se producen sus impactos, gracias al componente espacial.
- Detectar de forma temprana las posibles amenazas a la biodiversidad, agricultura, sanidad animal, y bienestar humano. Esto es esencial para desarrollar actuaciones proactivas o preventivas cuando los impactos aún son menores, ser más eficaces en la respuesta y ahorrar costes de tipo económico, social y ambiental.
- Evaluar la gestión y cumplimiento de objetivos, por ejemplo, para regular las actividades de control poblacional.
- Generar información relevante con base técnica y científica que objetivamente debería no ser discutible, y por tanto con potencial para “unir”, “conciliar” a los sectores implicados, favorecer el “acuerdo” y “educar” al público general y sectores en lo “razonable”.
- Adoptar un modelo de gestión ADAPTATIVA, es decir, la toma de decisiones informadas, ajustándonos continuamente a los objetivos y recursos, y hacer el modelo más eficiente, eficaz o práctico a lo largo del tiempo.
- Establecer planes de gestión adaptables a diferentes contextos.



Con frecuencia, no se dispone de información sobre abundancias o densidades (los “datos denominador”). De ahí que sea necesario aplicar metodologías adecuadas para las especies de mayor interés (Tabla 2.1). En el caso de las especies cinegéticas, suele recurrirse a una combinación de resultados de caza y técnicas de estima de abundancias o densidades a partir de la detección de individuos en recorridos, puntos de observación, o mallas de foto-trampeo¹. El proyecto ENETWILD, auspiciado por EFSA, ha publicado una trilogía de directrices sobre la estimación de la abundancia y densidad de poblaciones de mamíferos silvestres para su aplicación en Europa, y particularmente reservorios de tuberculosis².

Tabla 2.1. Metodologías más adecuadas para la monitorización de las poblaciones de algunas especies de fauna silvestre

| Especie | Metodología | Referencia |
|----------|---|--|
| Jabalí | Fototrampeo como método principal a escala local Bolsas de caza y estadísticos cinegéticos a escala mayor (estadísticos de caza en batidas tienen potencial a nivel local también) | (Acevedo et al., 2007; ENETWILD et al., 2018) |
| Cérvidos | Transectos lineales (distance sampling) Fototrampeo | (Acevedo et al., 2008; ENETWILD et al., 2020a) |
| Tejón | Fototrampeo | (ENETWILD et al., 2020b) |

La información recopilada gracias a la monitorización poblacional y sanitaria de la fauna silvestre, una vez analizada, debe ser usada (desafortunadamente, no siempre lo es) en la toma de decisiones en la gestión sanitaria con base técnica y científica. Esto es de especial relevancia para especies asociadas a conflictos, en muchos casos sobreabundantes, como el jabalí. Toda monitorización ha de garantizar un correcto diseño que nos permita una mejor comprensión de los procesos ecológicos, epidemiológicos y socioeconómicos esenciales, evidenciar tendencias, determinar, evaluar y actuar sobre las causas (en este caso, de sobreabundancia), calibrar y entender mejor la relación entre abundancia poblacional y daños, detectar de forma temprana las posibles amenazas a la biodiversidad, agricultura, sanidad animal, y bienestar humano. En definitiva “conciliar” a los sectores implicados y favorecer el “acuerdo”, ayudando a adoptar un modelo de gestión adaptativa en la toma de decisiones.

¹ <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1449>

² https://enetwild.com/2020/11/23/wildlife_abundance_guide

El jabalí, nuestro principal reservorio de TB, es el ungulado europeo más extendido, de elevada plasticidad ecológica y su creciente población genera diversos conflictos. A menos que se vean gravemente afectados por enfermedades, la fertilidad y la supervivencia de los jabalíes tiende a ser elevada en una gran diversidad de contextos. Gran parte del territorio español presenta una capacidad de acogida de las poblaciones de jabalí todavía por alcanzar su techo, y las poblaciones están mayoritariamente próximas a sus tasas de máxima productividad, lo que dificulta enormemente su control. Sin embargo, al igual que la mayoría de los programas europeos actuales de vigilancia sanitaria en fauna silvestre, carecemos de una integración con el seguimiento adecuado de las poblaciones (monitorización integrada).

La armonización del marco europeo de datos ya es posible gracias a la disponibilidad de unos estándares permiten agregar datos sobre la presencia, abundancia y estadísticas de caza. Dentro de Europa, España cuenta con uno de los mejores sistemas de recopilación de estadísticas cinegéticas y sanitarias para esta especie, sin embargo, es recomendable que algunas CC.AA. recopilen datos a nivel de coto de caza con mayor resolución espacial y temporal. Interesantemente, es posible calibrar estadísticas de caza de elevada calidad recolectadas durante eventos de caza colectivos con valores de densidad. En resumen, un plan de monitorización para el jabalí y otros reservorios de TB, que acompañe a un plan nacional para su gestión coordinada y sostenible, sería beneficioso. Así, el sector cinegético y la administración generarían y aportarían información técnica válida de una forma planificada.

Vigilancia sanitaria integrada en fauna silvestre

Las especies silvestres pueden actuar como reservorios de una gran variedad de enfermedades transmisibles con importantes implicaciones en sanidad animal, salud pública y en la conservación de las propias especies. En consecuencia, la VSI de la fauna silvestre es un punto crítico para el control de estas enfermedades.

La VSI permite conocer el estado sanitario de las poblaciones silvestres en su hábitat natural, estableciendo los indicadores epidemiológicos, distribución espacio-temporal y factores asociados a la transmisión de las enfermedades objeto de estudio, y determinando las causas de enfermedad o mortalidad que afectan a las especies sometidas a vigilancia. El desarrollo de un programa de VSI requiere la implantación de tres componentes fundamentales: sistemas de vigilancia activa, vigilancia pasiva y monitorización de las poblaciones objeto de estudio (Figura 2.2).

Los principales objetivos de los programas de VSI incluyen:

- Determinar los patógenos y enfermedades presentes en las poblaciones de animales silvestres, cuáles son sus especies hospedadoras y cuál es su distribución geográfica, incluyendo aquellos patógenos y enfermedades relevantes para los animales domésticos, para las personas o para las propias especies silvestres.
- Detectar la entrada de patógenos y enfermedades, o episodios epidemiológicos inusuales que puedan indicar la existencia de una enfermedad emergente o re-emergente.
- Detectar variaciones en la dinámica de las enfermedades a lo largo del tiempo.
- Monitorizar las poblaciones, realizando estimas de abundancia que permitan establecer parámetros epidemiológicos relativos al estatus sanitario (prevalencia, incidencia, morbilidad, mortalidad, letalidad, etc).



Figura 2.2.- Principales componentes de la VSI. La vigilancia sanitaria integrada consta de tres elementos: vigilancia pasiva para la detección temprana de cualquier emergencia; vigilancia activa para monitorización sanitaria; y monitorización de abundancias poblacionales.

La VSI, tanto general como específica, consta de las siguientes actividades:

- 1) Detección de patógenos y enfermedades
- 2) Identificación de patógenos y diagnóstico de enfermedades
- 3) Seguimiento de poblaciones
- 4) Gestión de la información
- 5) Análisis y comunicación

Los principales requisitos para llevar a cabo un programa de VSI son los siguientes:

- Selección adecuada de los métodos de diagnóstico y los parámetros diana para el monitoreo. Así como la homogenización de dichos métodos, de forma que permita la comparación de los resultados obtenidos.
- Balance entre la vigilancia pasiva y activa. Desarrollo y aplicación a larga escala de protocolos de seguimiento poblacional, creando un programa completo de VSI.
- Esquema de muestreo flexible, adaptable y dinámico, priorizando las enfermedades a analizar y los hospedadores a vigilar.
- Incremento en la digitalización y transparencia de los datos.
- Colaboración activa entre las diferentes entidades y sectores involucrados para garantizar utilización óptima de recursos, así como la participación de la sociedad en general a través de ciencia ciudadana.

Programas de vigilancia sanitaria integrada para la fauna silvestre en España

En España, el interés por la vigilancia de las enfermedades que afectan a la fauna silvestre surgió en la década de los 80. Sin embargo, no fue hasta el año 2013 cuando se establece el Plan Nacional de Vigilancia Sanitaria de Fauna Silvestre (PNVSFS)³.

El PNVSFS es de ámbito nacional y se sustenta principalmente en la vigilancia activa, basándose en la obtención y análisis de muestras biológicas de diversas especies de fauna silvestre, principalmente cinegéticas, de forma continua. El Plan incluye un total 21 enfermedades que afectan a diferentes grupos taxonómicos incluidos jabalí, cérvidos, bóvidos, lagomorfos, carnívoros y aves, basándose en una evaluación cualitativa de su relevancia para las diferentes enfermedades incluidas.

El PNVSFS tiene como objetivo conocer la situación sanitaria de la fauna silvestre en España, prevenir la diseminación de enfermedades entre estas especies y las especies domésticas y proteger la salud de las personas. El PNVSFS se enlaza con los programas de organismos internacionales como la OIE, con los programas nacionales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), con los Planes Regionales de las distintas Comunidades Autónomas, así como con los programas propios que puedan desarrollar otras entidades tales como centros de recuperación de especies silvestres. Las autoridades

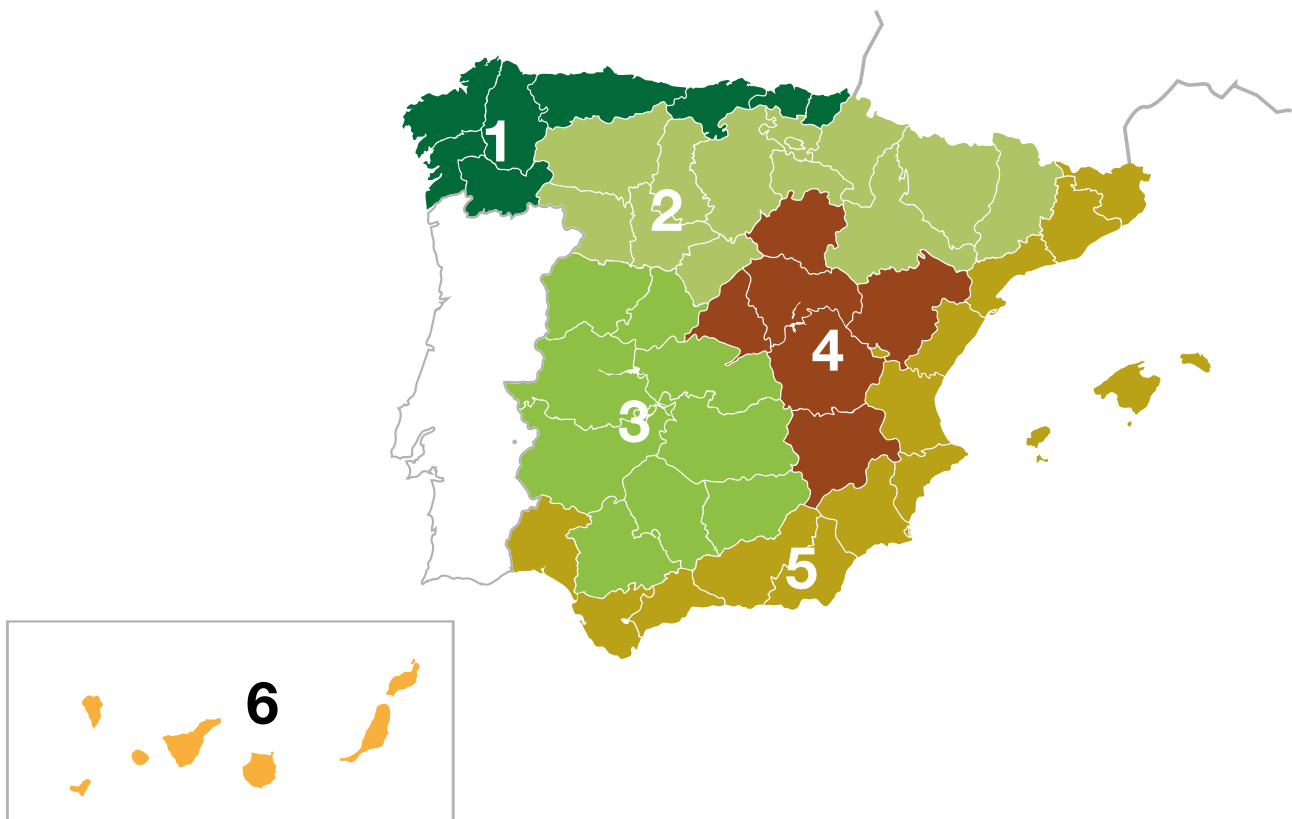
³ https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/pvfs2021_tcm30-437517.pdf

competentes de las Comunidades Autónomas son las encargadas de la ejecución del PNVSFS. Los resultados obtenidos se incorporan en el denominado Informe Anual de Fauna Silvestre.⁴

Las actividades desarrolladas en el PNVSFS contemplan muestreos aleatorios en base a una prevalencia específica para cada taxón y enfermedad. El número de muestras a recoger en cada una de las provincias se reparte en función de la abundancia de especies y de las seis bioregiones (BRs) en las que se divide el territorio nacional recogidas en el PNVSFS (Figura 2.3). Estas BRs se distribuyen en base a las características bioclimáticas y de distribución y abundancia de la fauna silvestre.

Con el objetivo de favorecer la vigilancia pasiva el MAPA publicó en 2019 la Guía para la VSFS.⁵

Figura 2.3.- Principales unidades de muestreo de fauna silvestre en el marco del PNVSFS.



⁴ https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/informeresultadospvfs2018_tcm30-426300.pdf

⁵ https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/guiavigilanciasanitariafaunasilvestre_tcm30-511596.pdf

Vigilancia sanitaria de MTC en España

La tuberculosis animal está considerada como una enfermedad prioritaria en la mayoría de programas de VSI establecidos en Europa. En España la VSI de MCT en fauna silvestre queda recogida en el PNVSFS, si bien, los primeros estudios relativos a vigilancia sanitaria de tuberculosis en fauna silvestre comenzaron a principio de los años 90 y se llevaron a cabo por diferentes grupos de investigación. Los resultados obtenidos en estos estudios pusieron de manifiesto el papel epidemiológico de las especies silvestres en la transmisión y mantenimiento de MCT en los diferentes ecosistemas. Así mismo, diversos trabajos de investigación basados en VSI, junto con los datos obtenidos tanto en el PNVSFS como en otros programas de VSI a nivel autonómico, han permitido establecer la prevalencia de MTC en diferentes especies silvestres con importancia en la epidemiología de esta enfermedad.

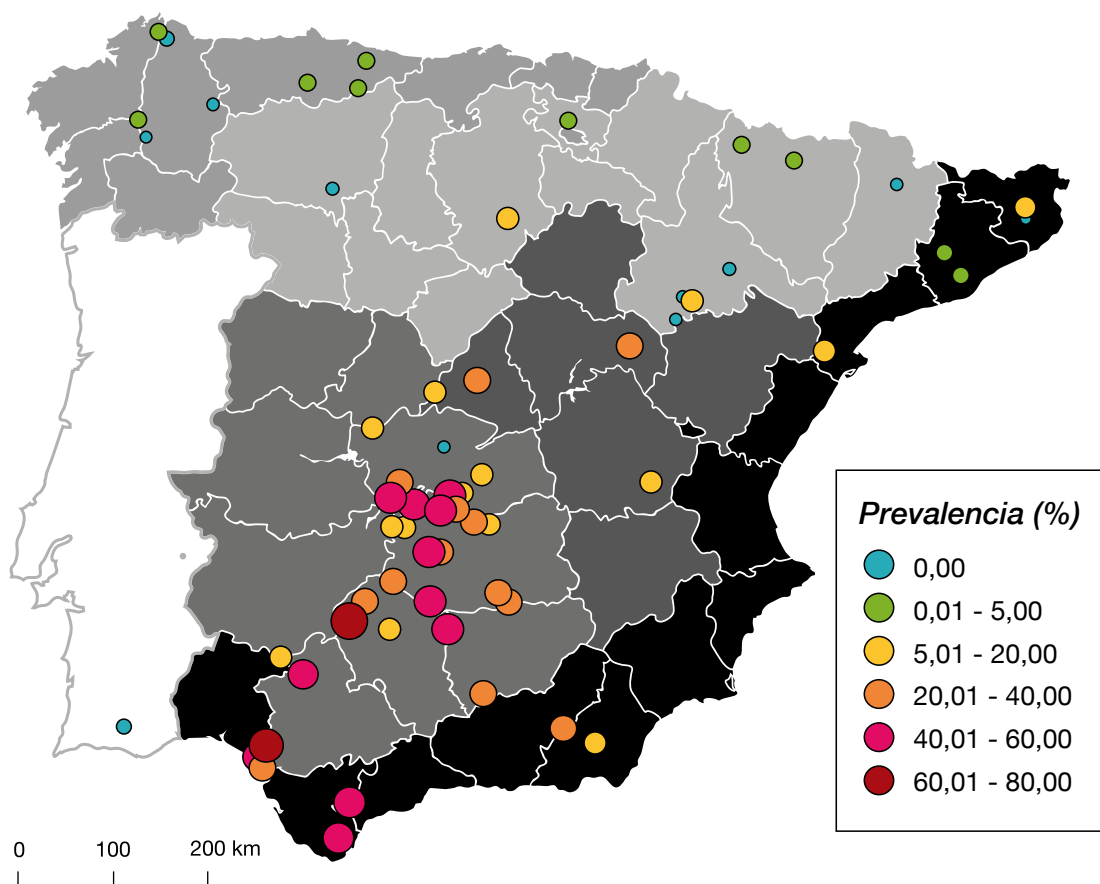


Figura 2.4.- Mapa de la prevalencia (%) de exposición a MTC en jabalí en la Península Ibérica, adaptado de Boadella et al. 2011.

Por su parte, el Ministerio de Agricultura junto con la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) elaboraron en 2017 el Plan de Actuación sobre Tuberculosis en Especies Silvestres (PATUBES), programa específico de VSI y de medidas dirigidas a disminuir la transmisión de la tuberculosis entre especies silvestres y domésticas. El PATUBES concreta, a nivel nacional, los protocolos para toma de muestras de ungulados y carnívoros silvestres, así como los métodos diagnósticos y de estima de abundancias a aplicar para lograr la mitigación de esta enfermedad.⁶

Vigilancia activa de CMT

En jabalíes, ciervos o gamos abatidos se requiere una inspección veterinaria *post mortem*, que debe incluir inspección de los linfonodos mandibulares (en jabalí) o retrofaríngeos, pulmón y linfonodos mediastínicos y traqueobronquiales, así como linfonodos mesentéricos (en cérvidos) (Pp.57-64 en PATUBES) (Figura 2.5). El diagnóstico por inspección macroscópica puede ser confirmado en laboratorio mediante cultivo microbiológico y técnicas moleculares (PCR y espoligotipado).

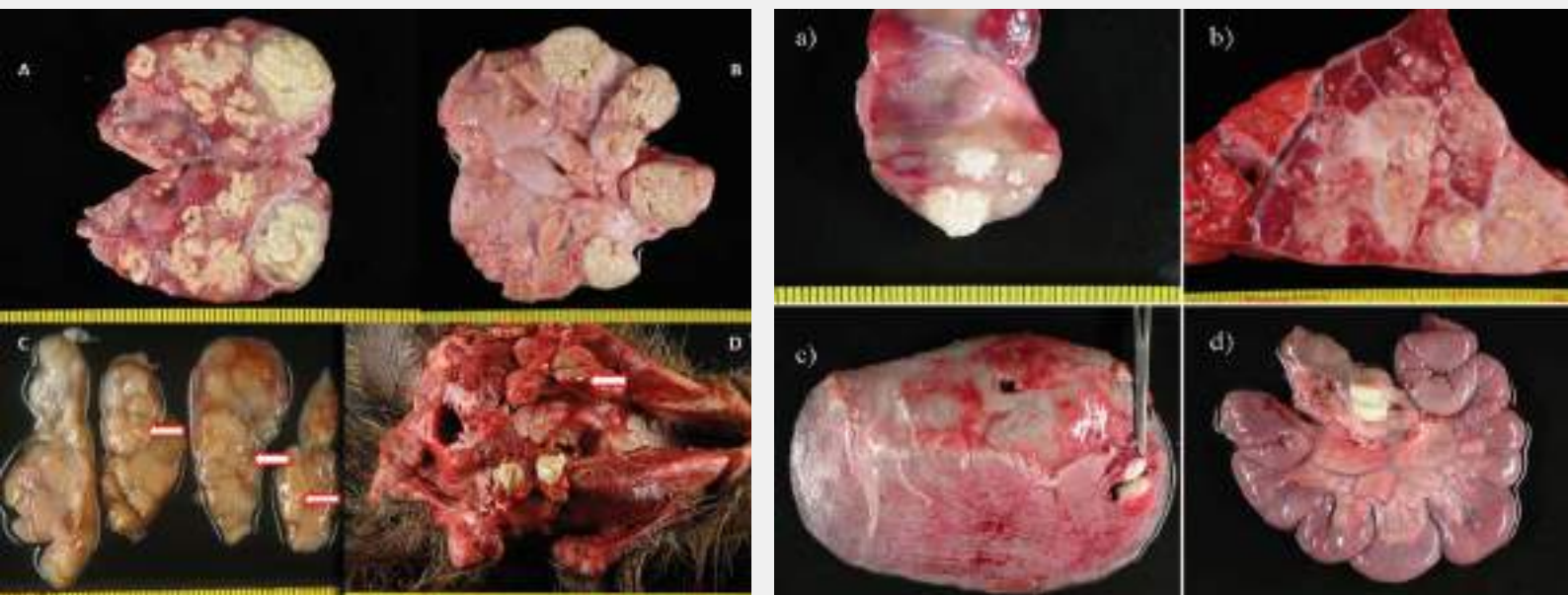


Figura 2.5.- A la izquierda se observan lesiones compatibles con tuberculosis animal en linfonodos mandibulares de jabalí. A la derecha se observan lesiones compatibles con tuberculosis animal en linfonodos retrofaríngeos (a), pulmón (b), bazo (c) y (d) linfonodos mesentéricos en ciervo.

⁶ https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/patubes2017_3_tcm30-378321.pdf



7

Para el reconocimiento de lesiones compatibles con tuberculosis en fauna silvestre, puede consultarse la Guía de Vigilancia Sanitaria en Fauna Silvestre editada por el Ministerio de Agricultura⁷.

Se encuentran autorizados otros métodos para diagnóstico *in vivo*, tales como el ELISA (en jabalí) y la IDTB (en ciervo y gamo) (Tabla 2.2).

Tabla 2.2. Técnicas de diagnóstico *in vivo* y *post mortem* de infección por MTC, en especies silvestres de especial interés epidemiológico.

| Especie | Diagnóstico <i>in vivo</i> | Diagnóstico <i>post mortem</i> | Referencias |
|---------------|-----------------------------|--|--|
| Jabalí | ELISA* | ELISA Patología (lesiones compatibles) Cultivo microbiológico PCR | (Beltrán-Beck et al., 2014; MAPAMA, 2017; Santos et al., 2010) |
| Ciervo y gamo | IDTB | Patología (lesiones compatibles) Cultivo microbiológico PCR | (Fernández-de-Mera et al., 2009a; MAPAMA, 2017) |
| Tejón | Inmunohistoquímica ELISA | Patología (lesiones compatibles) Cultivo microbiológico PCR | (Balseiro et al., 2011; MAPAMA, 2017) |

*Especificidad: 100%; Sensibilidad: 94%.

⁷ https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/guiavigilanciasanitariafaunasilvestre_tcm30-511596.pdf

Trabajador de sala de despiece durante la evisceración de una cierva.
 El veterinario debe estar atento para la inspección y toma de muestras.



Adicionalmente, el PATUBES propone medidas complementarias para la vigilancia activa en jabalí, recomendando la obtención de 30 muestras de sangre de cada área seleccionada. La cantidad de terrenos muestreados por provincia es variable y depende del tipo de terreno, ubicación geográfica del mismo y consecuente clasificación de riesgo. Esta muestra puede ser obtenida mediante punción del seno cavernoso o corazón, o a partir del tórax (Figura 2.6). Alternativamente, se puede adquirir dicha muestra a través de la utilización de papeles de filtro⁸.



Figura 2.6.- Extracción de sangre en seno cavernosos de la duramadre en ungulados silvestres.

A partir del PATUBES, se desarrolló el Real Decreto 138/2020 de 28 de enero, por el que se establece la normativa básica en materia de actuaciones sanitarias en especies cinegéticas que actúan como reservorio de MCT⁹. El RD 138/2020 clasifica los terrenos cinegéticos de acuerdo con su nivel de riesgo para transmisión de tuberculosis, imponiendo diferentes obligaciones de muestreo y diagnóstico en función de dicho riesgo (Tabla 2.3).

⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=u53QpVTNBR0>

⁹ <https://www.boe.es/boe/dias/2020/02/13/pdfs/BOE-A-2020-2109.pdf>

Tabla 2.3. Diseño del muestreo contemplado en el PATUBES para cada tipo de terreno cinegético en función del riesgo.

| Tipo de terrenos | Nivel de riesgo | Ciervo y gamo | Jabalí |
|---|---------------------|---|--|
| Granjas cinegéticas y núcleos zoológicos | Riesgo 1 (muy alto) | Al menos, una prueba anual de IDTB a todos los animales mayores de seis semanas Inspección <i>post mortem</i> de todos los animales abatidos, para búsqueda de lesiones sospechosas y toma de muestras para investigación etiológica | Al menos, una prueba anual de ELISA a todos los animales mayores de 12 meses Inspección <i>post mortem</i> de todos los animales abatidos, para búsqueda de lesiones sospechosas y toma de muestras para investigación etiológica |
| Vallados cinegéticos con alimentación suplementaria | Riesgo 2 (alto) | Pruebas anuales a un número representativo de animales, de tal forma que permita detectar la enfermedad para una prevalencia mínima esperada del 5% y un nivel de confianza del 95% Inspección <i>post mortem</i> de todos los animales abatidos, para búsqueda de lesiones sospechosas y toma de muestras para investigación etiológica | |
| Otros vallados cinegéticos | Riesgo 3 (medio) | Inspección <i>post mortem</i> de todos los animales abatidos, para búsqueda de lesiones sospechosas y toma de muestras para investigación etiológica | |
| Terrenos abiertos | Riesgo 4 (bajo) | Inspección <i>post mortem</i> de todos los animales abatidos, para búsqueda de lesiones sospechosas y toma de muestras para investigación etiológica | |

La clasificación de grado de riesgo respecto a la tuberculosis del ganado bovino en las unidades veterinarias españolas se actualiza anualmente (Figura 2.7)¹⁰.

¹⁰ https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/clasificacionocas2021_tcm30-538525.pdf



Figura 2.7.- Distribución espacial del riesgo de tuberculosis en las comarcas o unidades veterinarias en España.



En el siguiente enlace puede consultarse la guía de aplicación del Real Decreto 138/2020.¹¹

¹¹ https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/guia-de-aplicacion-real-decreto-138-2020_tcm30-541195.pdf





TRASLADOS DE ESPECIES CINEGÉTICAS Y CONTROL SANITARIO EN ANIMALES VIVOS



Figura 3.1.- Saneamiento de una cierva. Salvando las dificultades logísticas, es posible realizar pruebas diagnósticas *in vivo* a la fauna silvestre, tal y como se realizan con las especies domésticas

Descripción del riesgo y papel epidemiológico

La implementación de medidas de gestión cinegética se ha incrementado considerablemente en España en las últimas décadas. Determinadas especies de caza mayor, como el jabalí y el ciervo, han pasado a convertirse, en algunos casos, en especies pseudo-ganaderas con cuidados sanitarios limitados. Entre las medidas de gestión más habituales se incluyen los traslados de animales, que se abordarán en el presente capítulo. El manejo del hábitat, la implementación de vallados o el aporte de alimentación suplementaria y agua se desarrollarán en los capítulos siguientes.

TRASLADOS DE ESPECIES CINEGÉTICAS Y CONTROL SANITARIO EN ANIMALES VIVOS

El traslado de especies cinegéticas hace referencia al movimiento de animales entre explotaciones o terrenos cinegéticos, núcleos zoológicos y entornos naturales acotados. En general, los traslados están motivados por el retorno económico asociado a la propia actividad de caza, si bien se pueden diferenciar algunas finalidades específicas:

- **Refuerzo poblacional:** el objetivo es incrementar el tamaño de la población, el número de reproductores disponibles o mejorar la calidad genética de la población de destino.
- **Introducción o re-introducción:** el objetivo es liberar una especie en un territorio donde nunca había existido o había desaparecido con anterioridad, para incrementar la oferta de especies a cazar.
- **Suelta:** el objetivo es liberar un determinado número de animales para su captura o extracción a corto plazo, garantizando el éxito de cacerías previamente programadas.

Es importante tener en cuenta que en estos traslados no solo se mueven los animales en cuestión, sino también los agentes patógenos (virus, bacterias, parásitos...) que éstos hospedan. Por lo tanto, los traslados pueden generar consecuencias sanitarias imprevisibles para las poblaciones de las propias especies cinegéticas en el destino, las demás especies domésticas y silvestres presentes en el entorno, así como para las personas en contacto. En términos generales, podemos decir que los traslados representan la forma más habitual de introducción de nuevos patógenos.

Figura 3.2.- Ciervos siendo preparados para su transporte. El transporte de animales silvestres de una ubicación a otra puede acarrear el movimiento de los patógenos que albergan, que, dado el estrés generado durante su manejo, pueden además generar síntomas de enfermedad, favoreciendo su transmisión.



TRASLADOS DE ESPECIES CINEGÉTICAS Y CONTROL SANITARIO EN ANIMALES VIVOS

El número medio de traslados de ungulados silvestres autorizados en España en los últimos diez años supera los 6.500 movimientos anuales. De todos ellos, más del 90% incluyen a los principales reservorios silvestres de la tuberculosis animal en los ecosistemas mediterráneos: jabalí, ciervo y gamo. Esta situación evidencia el posible impacto sanitario que puede tener esta medida de gestión en los espacios naturales de destino.

No obstante, hay que tener en cuenta que el número medio de capturas (animales cazados) de ungulados silvestres en el mismo periodo alcanza los 500.000 ejemplares/año, por lo que los traslados (re poblaciones o sueltas) de estas especies representan poco más del 1% del total de animales que se abaten anualmente.

Además del impacto sanitario, cuando se realizan traslados de especies cinegéticas hay que considerar otras posibles situaciones de riesgo.

- El estrés que el manejo y el transporte suponen para los propios individuos trasladados puede actuar como factor predisponente para la aparición de enfermedades presentes de forma subclínica y afectar las respuestas a los test diagnósticos.
- Los traslados de especies cinegéticas pueden afectar a las características genéticas de las poblaciones de destino, especialmente cuando el terreno de origen es una granja cinegética. En este caso, animales con características genéticas seleccionadas en las granjas en base a criterios técnicos (proliferidad, morfología, etc.) se liberan en el medio y estas características pueden interferir con las presentes en las poblaciones silvestres de forma natural.



Evidencia científica del riesgo

| Aportación | Referencia |
|---|----------------------------------|
| <p>España (centro-sur). Parasitología. Jabalí.</p> <p>Introducción de nuevos agentes parasitarios en un terreno cinegético como consecuencia de un traslado (importación) de jabalíes desde Francia.</p> | (Fernández-de-Mera et al., 2003) |
| <p>España (centro-sur). Parasitología. Ciervo.</p> <p>Se evidencia que los patógenos endémicos locales pueden poner en riesgo a animales trasladados sin contacto previo frente al patógeno, e ilustra la necesidad de un examen y una planificación exhaustivos de los protocolos de translocación en ungulados.</p> | (Höfle et al., 2004) |
| <p>España (centro-sur). Tipado molecular.</p> <p>Detección de hasta cuatro tipos moleculares diferentes del complejo <i>Mycobacterium tuberculosis</i> en terrenos cinegéticos donde se habían llevado a cabo traslados de ungulados silvestres.</p> | (Gortázar et al., 2005) |
| <p>Europa. Revisión bibliográfica.</p> <p>Traslados de animales silvestres, domésticos y personas como factor de riesgo de transmisión de enfermedades.</p> | (Gortázar et al., 2007) |
| <p>Reino Unido. Revisión bibliográfica.</p> <p>Riesgos de presentación de diversas enfermedades infectocontagiosas asociados a la translocación de fauna silvestre.</p> | (Kock et al., 2010) |

Valoración: riesgo alto



3.3.- Jabalíes capturados previamente a su transporte. A parte de las consecuencias sanitarias, hay que tener en cuenta que el transporte de animales silvestres vivos puede afectar a las características genéticas de las poblaciones de destino.

Métodos de mitigación o control del riesgo

Las actuaciones generales relacionadas con el control sanitario previo al traslado de especies cinegéticas, a fin de evitar la diseminación de enfermedades infecciosas y parasitarias, se encuentran establecidas en el Real Decreto 1082/2009:

- Toma de muestras por la autoridad competente: es obligatoria en todos los casos, exceptuando aquellos que estén aplicando en origen un Programa de Vigilancia Sanitaria permanente o cuando el destino de los animales sea el sacrificio en matadero.
- Cuarentena e inspección clínica previa al movimiento: los animales deben permanecer aislados e identificados en unas condiciones de aislamiento que garanticen su bienestar. El traslado debe realizarse dentro de los 30 días naturales siguientes al muestreo y la inspección clínica dentro de las 48 horas previas al movimiento.
- Instalaciones de manejo adecuadas: los espacios de origen deben contar con instalaciones de manejo, sistemas de sujeción, vallados específicos u otros, de acuerdo con las particularidades de cada especie, para minimizar el estrés previo al traslado.
- Resultado de diagnóstico negativo: para poder autorizar el movimiento, es imprescindible obtener un resultado de diagnóstico negativo para las siguientes especies y enfermedades:
 - Rumiantes silvestres: sarna sarcóptica, brucelosis, lengua azul, enfermedad hemorrágica del ciervo (sólo en ciervo, gamo y corzo) y tuberculosis animal (excluidos arruí y muflón).
 - Jabalíes: tuberculosis animal, peste porcina clásica, peste porcina africana, enfermedad vesicular porcina y enfermedad de Aujeszky.



3.4.- Toma de muestras *in vivo* en jabalí. Debido al carácter indómito de las especies silvestres, la toma de muestras *in vivo* puede ser un desafío.

TRASLADOS DE ESPECIES CINEGÉTICAS Y CONTROL SANITARIO EN ANIMALES VIVOS

Además de estas actuaciones generales en materia de sanidad animal existen otras medidas, específicas para la tuberculosis animal, que se deben tener en cuenta antes de realizar un traslado de ungulados silvestres y particularmente de aquellas especies que pueden actuar como reservorio: jabalí y sus hibridaciones, ciervo y gamo (Real Decreto 1082/2009 y Real Decreto 138/2020):

- Chequeo anual de tuberculosis: para autorizar un traslado cuando el espacio de origen es un terreno compartido con ganado bovino y el destino es distinto de sacrificio en matadero, todos los cérvidos (o un número representativo) mayores de 6 meses deberán resultar negativos a IDTB (intradermotuberculinización) y todos los jabalíes muertos o abatidos procedentes de dicho espacio deberán presentar ausencia de lesiones macroscópicas compatibles con la enfermedad (o haber resultado negativos mediante técnicas oficiales en caso de presencia de estas lesiones). En caso del jabalí, el chequeo anual (ELISA) debe realizarse para autorizar cualquier movimiento distinto a sacrificio independientemente de si en el espacio de origen existe o no presencia de ganado bovino.

Por otra parte, en aquellos terrenos cinegéticos de tipo I según el Real Decreto 138/2020, donde las especies cinegéticas no pueden convivir con ganado, deberán realizarse estas pruebas diagnósticas anualmente a todos los cérvidos mayores de 6 semanas y a los suidos mayores de 12 meses. En los terrenos cinegéticos de tipo II, donde la caza tampoco convive con el ganado, las pruebas diagnósticas también se realizarán anualmente, pero en este caso solo a una muestra representativa de la población.

- Regionalización PATUBES: salvo autorización expresa emitida por la autoridad sanitaria competente, sólo se permitirán los traslados (distintos de los destinados a sacrificio) desde regiones PATUBES de mayor a menor riesgo de tuberculosis si proceden de espacios de categoría I y II (según el RD 138/2020) que tengan resultados negativos en, al menos, una prueba anual. Adicionalmente, se aplicará este criterio para traslados con origen en comarcas o unidades veterinarias de especial riesgo situadas en cualquiera de estas regiones PATUBES, quedando prohibidos los movimientos desde regiones con riesgo 4 hacia el resto de regiones salvo que procedan de núcleos zoológicos o explotaciones oficialmente libres de tuberculosis.

Sin embargo, generalmente las especies cinegéticas se mueven con libertad entre diferentes terrenos cinegéticos o espacios naturales acotados, sin ser trasladadas por el ser humano. En estos casos, las medidas de control sanitario son mucho más complejas y deben aplicarse considerando a los colectivos poblacionales más que a los individuos específicos. Estas medidas persiguen la segregación espacial del territorio y consisten fundamentalmente en diferentes tipos de vallados y barreras artificiales, que se abordarán más adelante en este manual.

Evidencia científica sobre eficacia de las medidas de mitigación o control

| Aportación | Referencia |
|--|---|
| <p>Estados Unidos (sureste). Translocaciones de ciervo canadiense.</p> <p>Descripción de un protocolo de control sanitario efectivo en translocaciones de ciervo canadiense, extrapolable a cualquier especie y situación epidemiológica, incluyendo: (1) evaluación del estado sanitario de origen, (2) cuarentena, (3) examen físico, (4) restricciones al movimiento de animales desde determinadas áreas geográficas o poblaciones y (5) tratamiento profiláctico.</p> | <p>(Corn and Nettles, 2001)</p> |
| <p>Canadá. Revisión bibliográfica.</p> <p>La restricción o el control de los movimientos de fauna silvestre es el método más efectivo para prevenir la translocación de enfermedades.</p> | <p>(Wobeser, 2002)</p> |
| <p>España (centro-sur). Control sanitario en animales vivos trasladados. Jabalí.</p> <p>La ejecución de medidas sanitarias para el traslado de jabalíes permitió evitar la introducción de nuevos agentes parasitarios en el terreno cinegético de destino.</p> | <p>(Fernández-de-Mera et al., 2003)</p> |

3.5.- Cierva inmovilizada para la prueba de intradermotuberculinización (IDTB).





4 SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE ACTIVIDADES CINEGÉTICAS



4.1.- Buitre leonado consumiendo el cadáver de un jabalí. La contribución de las necrófagas especialistas al control sanitario es muy valiosa.

Descripción del riesgo

Anualmente se cazan cientos de miles de piezas de caza mayor en España. Así, solo en la temporada cinegética 2017/18 se cazaron un total de 639.908 ungulados silvestres, siendo creciente la tendencia en el número de capturas (con un incremento anual de aproximadamente el 10%, interrumpido por el efecto COVID-19).

SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE ACTIVIDADES CINEGÉTICAS

Tras la celebración de las diferentes actividades cinegéticas de caza mayor, unas partes de las piezas son tratadas como carne de caza y destinadas al autoconsumo o a su comercialización. Otra parte de las piezas se considera subproductos animales no destinados a consumo humano (SANDACH), (Figura 4.2). Los SANDACH suponen una cantidad ingente de biomasa, que puede llegar a una producción por temporada de entre 70 y 400 kg por km² en España según las densidades locales de ungulados silvestres.

Pero no sólo se trata de partes animales como vísceras, patas o cabezas. En ocasiones, todo el cuerpo, sin eviscerar, queda en el monte por la dificultad que supone sacarlo. En algunas zonas de montaña, la proporción de jabalíes que no se saca del monte tras la cacería asciende a un tercio del total. Esto supone un problema sanitario grave, aunque también un recurso para las aves necrófagas.



Figura 4.2.- Canales y subproductos generados tras la actividad cinegética de caza mayor.

SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE ACTIVIDADES CINEGÉTICAS

Papel epidemiológico

En la península ibérica existe la mayor diversidad, así como la mayor población europea de especies de aves necrófagas. Gracias a la extrema acidez de su sistema digestivo, estas especies destruyen eficazmente la mayoría de los agentes infectocontagiosos presentes en la carroña, con la consecuente reducción de la carga patógena del medio. Los subproductos de la caza pueden representar un recurso trófico esencial para las aves necrófagas, y tienen un gran valor en la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, la abundante presencia de mamíferos carroñeros oportunistas como el jabalí o el zorro (carroñeros predominantes a nivel local en ausencia de buitres), propicia que los subproductos de la caza queden a disposición de estas especies carroñeras facultativas cuando se abandonan en el campo (Figura 4.3). El acceso a carroñas por parte de los necrófagos oportunistas, como los carnívoros y el jabalí, es máximo cuando los restos se abandonan en lugares de vegetación densa o en fondos de barranco.

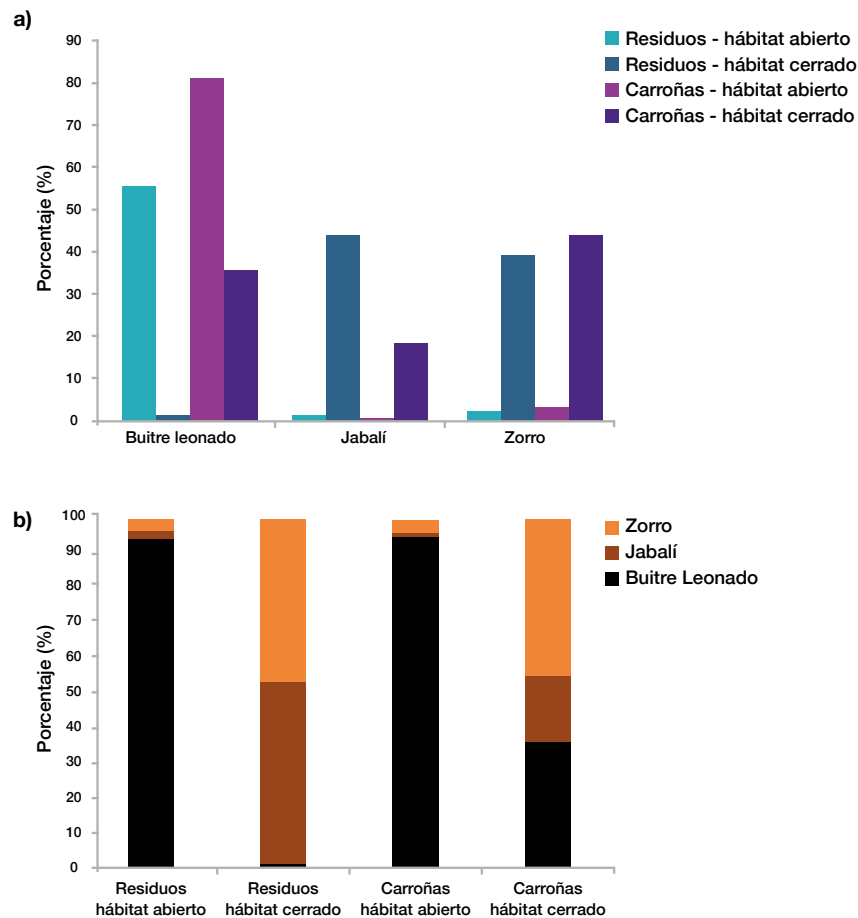


Figura 4.3.- (a) Gráfico comparativo de los porcentajes de unidades de carroñeo de cada especie respecto al total de unidades de carroñeo según tipo de hábitat, tanto para el estudio de carroñas como para el de residuos de monterías. (b) Solo considerando las tres especies más importantes (buitre leonado, jabalí y zorro). Extraído de Carrasco-García, 2015.

**SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE
ACTIVIDADES CINEGÉTICAS**

Los carroñeros oportunistas pueden participar en el ciclo epidemiológico de la tuberculosis animal, así como en el de otras muchas enfermedades, dado que pueden ser hospedadores susceptibles de diversos patógenos adquiridos a través del carroñeo de material infectado. Facilitan la propagación de enfermedades cuando consumen el cadáver, contaminando las inmediaciones y pudiendo actuar como vectores e incluso reservorios de muchas de ellas.



Figura 4.4.- Diferentes especies de carroñeros especialistas y oportunistas, alimentándose del mismo cadáver.

SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE ACTIVIDADES CINEGÉTICAS

Esta situación implica un aumento en el riesgo de transmisión y mantenimiento de una amplia gama de patógenos de gran importancia en sanidad animal y conservación, así como en salud pública (al ser muchos de ellos zoonóticos), y puede tener importantes repercusiones económicas en la sociedad derivadas de las medidas para su control. Todo ello evidencia que es indispensable una correcta gestión de los SANDACH derivados de la caza.

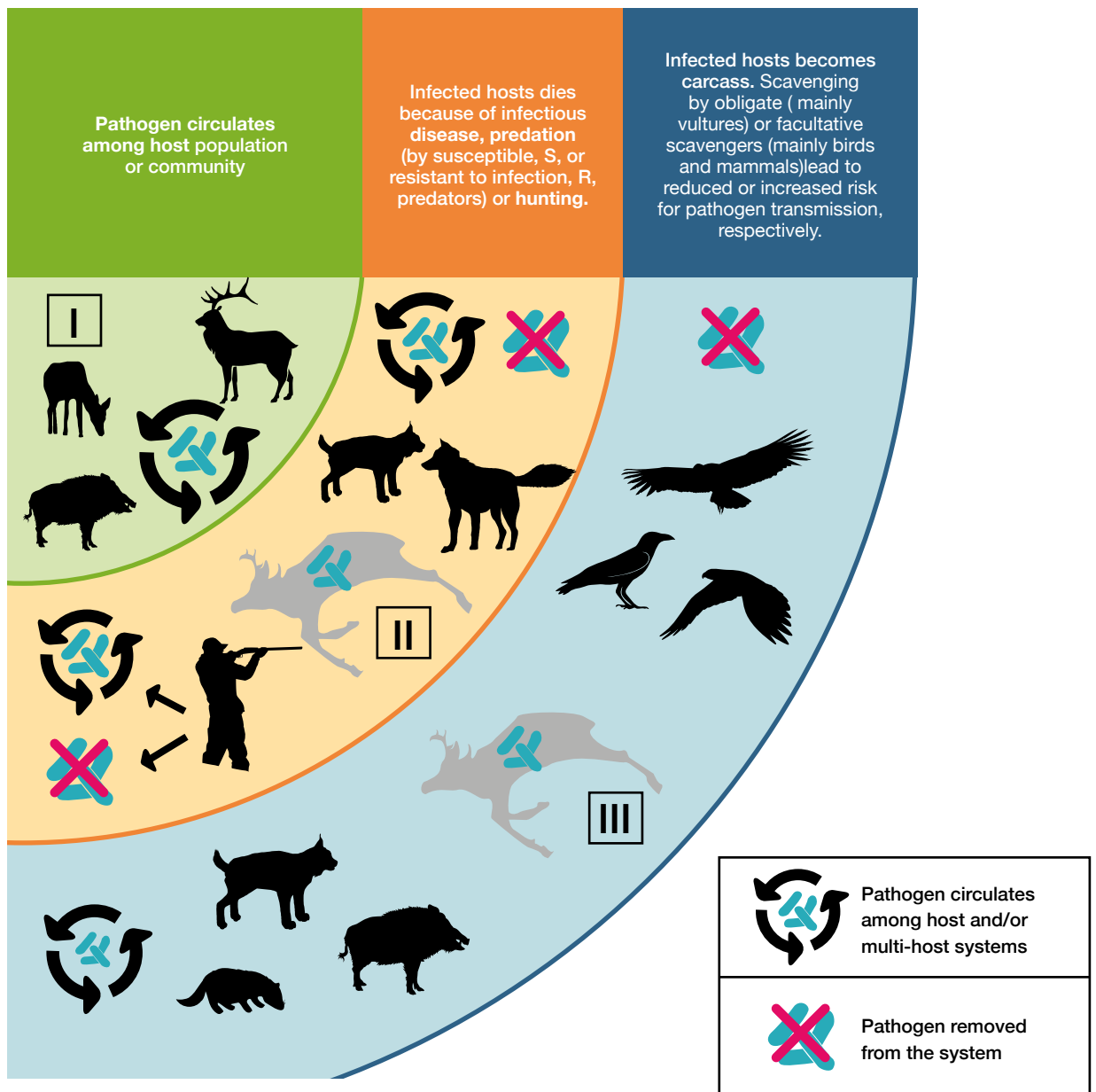


Figura 4.5.- Escenario simplificado de propagación o extinción de enfermedades infecciosas (ejemplo para tuberculosis), a través de la carroña de mamífero. (Fuente: Vicente J, VerCauteren K. "The Role of Scavenging in Disease Dynamics")

SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE ACTIVIDADES CINEGÉTICAS

Evidencia científica del riesgo

| Aportación | Referencia |
|--|--|
| Nueva Zelanda. Fototrampeo. Hurón y zarigüeya. El consumo de carroña puede ser un mecanismo de transmisión de la tuberculosis en las poblaciones de hurones (<i>Mustela furo</i>) y zarigüeyas (<i>Trichosurus vulpécula</i>). | (Ragg et al., 2000) |
| España (Extremadura. Doñana). Cultivo, análisis histopatológico, inmunohistoquímica, PCR. Lince ibérico. Posible implicación del consumo de carroña como causa de muerte por tuberculosis y enfermedad de Aujeszky en lince ibérico (<i>Lynx pardinus</i>). | (Masot et al., 2017; Pérez et al., 2001) |
| EEUU (Wisconsin). Fototrampeo. La carroña de ciervo de cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) es una fuente de infección de caquexia crónica (CWD) para una amplia variedad de carroñeros y el medio ambiente. | (Jennelle et al., 2009) |
| Mundial. Revisión bibliográfica. Implicaciones sanitarias y ecológicas relacionadas con los productos generados en actividades cinegéticas de caza mayor. | Mateo-Tomás et al., 2015; Vicente et al., 2011; Vicente and VerCauteren, 2019) |
| Alemania. Fototrampeo. Jabalí. Los cadáveres y carroña de jabalíes pueden estar potencialmente relacionados con la transmisión interespecífica de la peste porcina africana. | (Probst et al., 2017) |
| España (centro-sur). Fototrampeo. Se constata el consumo de los SANDACH procedentes de actividades cinegéticas de caza mayor por parte de jabalíes y zorros. | (Carrasco-Garcia et al., 2018) |

Valoración: riesgo alto



Figura 4.6. Los residuos de caza suponen un recurso trófico importante para las aves necrófagas

SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE ACTIVIDADES CINEGÉTICAS

Aspectos insuficientemente conocidos

Existen vacíos de conocimiento para la correcta gestión sanitaria de los subproductos de la caza, tales como la eficacia a largo plazo de los cerramientos en los muladares frente al acceso de los mamíferos carroñeros oportunistas, y cuantificar cual es la verdadera contribución del consumo de carroñas y restos de caza a la persistencia de la tuberculosis en la comunidad de hospedadores. Sería deseable contar con mejores estudios sobre las razones que determinan el abandono de cadáveres de especies cinegéticas (piezas no sacadas del monte), y su posible mitigación.



Figura 4.7.- Cazador transportando diligentemente la pieza cobrada íntegramente para no dejar restos en el campo. Esta forma de proceder es de vital importancia para evitar la circulación del CMT en la zona.

Métodos de mitigación o control del riesgo

El método más eficaz para el control del riesgo que pueden suponer los SANDACH generados de actividades cinegéticas de caza mayor es su correcta gestión. Ello evitará que sirvan de alimento a carroñeros oportunistas como los jabalíes, lo que sin duda contribuye a la mejora de la situación sanitaria.

SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE ACTIVIDADES CINEGÉTICAS

Los cuerpos o partes de cuerpos de animales sospechosos de estar infectados con una enfermedad transmisible deberían estar sujetos a las normas establecidas en los Reglamentos europeos 1069/2009 y 142/2011, desarrollados en la normativa estatal conforme al Real Decreto 50/2018, de 2 de febrero, por el que se desarrollan las normas de control de subproductos animales no destinados al consumo humano y de sanidad animal, en la práctica cinegética de caza mayor. No obstante, hay que prestar atención al desarrollo legislativo propio de las diferentes comunidades autónomas, que en la mayoría de casos es más restrictivo que la norma indicada.

Actualmente, dicho Real Decreto se aplica a todas las modalidades cinegéticas de caza mayor colectiva, entendiéndose como tales aquellas en las que el número de puestos es superior a 40 o el número de piezas abatidas es superior a 20 por jornada de caza. No obstante, la autoridad competente en sanidad animal puede ampliar su aplicación en comarcas de especial riesgo sanitario con independencia del número de puestos o piezas cazadas, en base a su situación sanitaria, cuando el abandono en el campo de piezas de caza pueda dificultar la erradicación, el control o la prevención de la expansión de epizootias, en especial enfermedades zoonósicas como la tuberculosis, a los animales de producción.



SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE ACTIVIDADES CINEGÉTICAS

Según lo dispuesto en el citado Real Decreto, se establece una categorización de los diferentes subproductos generados, así como diferentes posibilidades de destino para cada una de ellas:

| Categoría | ¿Que incluye? | Gestión de los SANDACH |
|-----------|--|--|
| 1 | Todas las partes del cuerpo, incluidas pieles, vísceras, despojos y otros subproductos generados procedentes de animales silvestres, cuando se sospeche que están contaminados con agentes patógenos transmisibles a los seres humanos o a los animales. También se considerará material de categoría 1 las mezclas de éste con los de otras categorías. | Transporte inmediato a un establecimiento autorizado para su eliminación. |
| 2 | Subproductos animales distintos al material de la categoría 1 o la categoría 3. | <p>Traslado a un establecimiento autorizado para su eliminación directa o su transformación (abonos, biogás, etc.) con o sin procesado previo según categoría.</p> <p>Traslado a muladares y zonas de protección para las aves necrófagas. *</p> <p>Enterramiento, siempre que la autoridad competente lo autorice. **</p> <p>Usos especiales de alimentación animal (rehalas autorizadas, zoos, circos, etc.)</p> |
| 3 | Cuerpos o partes de animales, que sean aptos para el consumo humano con arreglo a la legislación comunitaria pero no se destinen a este fin por motivos comerciales. | Igual que el material de categoría 2. También se permite la fabricación de piensos para animales de compañía. |

* Cumpliendo los criterios técnicos establecidos del Real Decreto 1632/2011, de 14 de noviembre y con la pertinente autorización administrativa. Si el eviscerado de la actividad cinegética finaliza cerca del ocaso, las vísceras deberán depositarse al día siguiente después del alba, debiéndose almacenar hasta entonces en condiciones que impidan el acceso de animales.

** Cumpliendo con indicado en el Real Decreto 1528/2012. Real Decreto 1632/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula la alimentación de determinadas especies de fauna silvestre con subproductos animales no destinados a consumo humano.

Mas detalles sobre legislación vigente en CCAA.¹²

¹² <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/Higiene-de-la-produccion-primaria-ganadera/higiene-ganadera/>

SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE ACTIVIDADES CINEGÉTICAS

Independientemente de los subproductos generados, los organizadores de la actividad cinegética deberán disponer de:

- Medios para el transporte de los animales abatidos hacia el lugar del control sanitario.
- Zona de fácil limpieza y desinfección para la realización del control sanitario.
- Uno o varios contenedores estancos, impermeables, de fácil limpieza y desinfección y con cierre que evite el acceso de animales, para el almacenamiento de los SANDACH (con las excepciones contempladas en el reglamento).
- Compromiso de retirada de los subproductos con una empresa autorizada, excepto en los casos de enterramiento o de alimentación de necrófagas si se cumplen las condiciones establecidas en estos supuestos.
- Medios para garantizar el correcto enterramiento de los subproductos conforme a las prescripciones establecidas.
 - a. Imposibilidad de acceso a animales carnívoros u omnívoros.
 - b. Mediante procedimientos que no dañen el medio ambiente ni la salud pública.
 - c. Los subproductos en la fosa, antes de ser enterrados, deberán ser cubiertos o impregnados con un desinfectante apropiado.
 - d. El responsable del enterramiento debe mantener registros durante dos años de fecha, lugar, cantidades, categorías y especies de los subproductos animales enterrados.



Figura 4.8.- Diagrama resumen de gestión de SANDACH (adaptado de R.D. 50/2018).

SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE ACTIVIDADES CINEGÉTICAS

Para optimizar la aplicación práctica de esta normativa; además de generalizarla en otras actividades cinegéticas puntualmente excepcionadas por considerarse como de bajo riesgo (recechos, esperas...); sería importante considerar lo siguiente:

1.- Formación e información

- Informar al cazador de la importancia de gestionar bien los subproductos de caza: por qué gestionarlos (zoonosis, sanidad animal, etc.), cómo gestionarlos (dónde depositar restos si no pueden sacarlos, horarios más convenientes, cómo evitar en lo posible la contaminación por plomo, mejor despiezado que entero...) y en ecología de las carroñas (aves carroñeras, tanto estrictas como facultativas, mamíferos carroñeros...). Especial importancia puede adquirir la figura del cazador formado en sanidad animal.

2.- Simplificación y facilidades de gestión

- Debería haber una regulación sencilla y práctica, o al menos unas recomendaciones sensatas, para modalidades individuales de caza mayor, la caza menor y el autoconsumo. De lo contrario, una proporción importante de los subproductos no tendrá ningún tipo de gestión.
- Debería hacerse una excepción con especies de poca relevancia sanitaria como corzo, rebeco y cabra montés.
- En modalidades no reguladas, que quedan fuera del R.D. 50/2018, en las que se autoriza el “depósito *in situ*” de subproductos de caza (modalidades individuales de caza mayor o la propia caza menor), debería aludirse igualmente a la posibilidad de gestionar los subproductos como basura urbana como alternativa al abandono en el campo.
- Simplificar y racionalizar la normativa en cuanto a aprovechamiento de carne y gestión de subproductos, atendiendo y actualizando las normativas autonómicas existentes conforme al R.D. 50/2018.
- Facilitar el empleo de muladares y depósitos en los propios acotados siempre que no se den circunstancias sanitarias que desaconsejen la utilización de este medio de eliminación. Flexibilizar los requisitos de los vallados, autorizando por ejemplo como alternativa pastores eléctricos temporales y no restringir su uso exclusivamente a residuos de origen ganadero. Utilizar ampliamente la excepcionalidad en caso de orografías muy accidentadas. En esos casos, procurar que los subproductos queden en espacios abiertos, al alcance de las necrófagas (reducir disponibilidad para jabalí).

SUBPRODUCTOS O RESIDUOS DE ACTIVIDADES CINEGÉTICAS

3.- Apoyo al tratamiento de subproductos

- En algunos casos, los cotos están obligados a acreditar el compromiso de retirada de subproductos con una empresa de gestores SANDACH. Sin embargo, el coste veterinario y de eliminación de subproductos puede ser un limitante del esfuerzo de caza. Las ayudas económicas al sector cinegético para realizar dicha gestión por parte de algunas CCAA se han demostrado de utilidad.
- Facilitar la recogida de carne de caza en comarcas de pocas cacerías masivas (a las que no llegan las salas de despiece). Por ejemplo, creando centros de recogida que centralizan la carne y los subproductos.



Figura 4.9.- A la izquierda un remolque cargado con subproductos de caza para ser trasladados a una planta de procesado de residuos, a la derecha buitres antes del festín en un muladar cinegético. En la parte inferior se observa una fosa para enterramiento de residuos de caza.



Evidencia científica sobre eficacia de las medidas de mitigación o control

| Aportación | Referencia |
|--|-----------------------------|
| <p>Tanzania. Cultivo, medición del pH.</p> <p>El tracto digestivo del buitre <i>Gyps africanus</i> podría destruir la mayoría de los microorganismos, por lo que los buitres reducen en gran medida la fuente de infección que suponen los cadáveres de animales que han muerto por enfermedad.</p> | (Houston and Cooper, 1975) |
| <p>España (centro-sur). Experimental. Fototrampeo.</p> <p>Eficacia de diferentes cercados para evitar el acceso de carroñeros oportunistas en puntos de suplementación de aves necrófagas. Pastores eléctricos en malla logran eliminar completamente el acceso de jabalíes temporalmente mientras se alimentan las aves necrófagas.</p> | (Moreno-Opo et al., 2012) |
| <p>España (centro-sur). Experimental. Carroñas y residuos de cérvidos y jabalí.</p> <p>Consumo de residuos y de carroñas por jabalí es menor cuando los restos se depositan en espacios abiertos, accesibles para buitres.</p> | (Carrasco-García, 2015) |
| <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.</p> | (Cano-Terriza et al., 2018) |

Figura 4.10.- Diversidad de necrófagas en muladar. De izquierda a derecha: buitre negro (*Aegypius monachus*), águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*) y dos ejemplares de buitre leonado (*Gyps fulvus*).





SOBREABUNDANCIA Y CONTROL POBLACIONAL



Figura 5.1.- La sobreabundancia se define como la existencia de efectos negativos sobre el ecosistema o las actividades humanas a causa de una abundancia relativamente alta.

Descripción del riesgo

En general, la transmisión y el mantenimiento de la mayoría de los patógenos, como los miembros del CMT, aumentan en situaciones de alta abundancia de poblaciones de hospedadores y agregación de individuos (Gortázar et al., 2006; McCallum et al., 2001; Vicente et al., 2004). La distribución de las especies y la abundancia de la población son clave en la ecología y en su epidemiología. Además, la agregación de los individuos en la población está estrechamente relacionada con su distribución y abundancia, pero no son patrones totalmente equivalentes (Laguna et al, 2018).

Según Caughley (1981), la sobreabundancia para una determinada población se produce cuando su abundancia (a) afecta al bienestar humano y (b) a la condición corporal de la especie sobreabundante, (c) provoca reducción en la densidad de especies con valor económico o estético, o (d) causa disfunciones en el ecosistema. Por consiguiente, la sobreabundancia es una situación perjudicial y no deseable. La naturaleza tiene sus propios mecanismos para limitar la sobreabundancia en las poblaciones silvestres, como las enfermedades, los depredadores o la escasez de alimentos. La evaluación del efecto de las poblaciones sobre el medio es fundamental en tanto que es una consecuencia de las situaciones de sobreabundancia (San Miguel et al., 1999). Un medio ambiente empobrecido a su vez repercutirá en una menor disponibilidad y calidad del alimento disponible, mayor susceptibilidad frente a los patógenos, y finalmente necesidad de aporte artificial de alimento para mantener poblaciones cada vez más agregadas en puntos de riesgo para la transmisión de enfermedades. Se trata por tanto de un círculo vicioso que requiere una gestión integral de la caza y el medio.

Muchas especies cinegéticas son especies presa y, como tales, evolucionaron para hacer frente a unas tasas significativas de mortalidad causada por sus depredadores naturales. En ausencia de caza o depredación significativa, la población de una especie cinegética se verá limitada por el agotamiento de los recursos o por los efectos densodependientes de los patógenos. Ambas situaciones entran en la definición de sobreabundancia. La sobreabundancia se puede definir como la situación en la que concurren dos circunstancias: (1) una abundancia relativamente alta de

Figura 5.2.-El jabalí es muy prolífico. Se estima que sólo extrayendo anualmente 2/3 de la población, se mantiene el equilibrio.



una determinada especie y (2) efectos negativos medibles sobre la propia especie, otras especies, el medio, o la salud y el bienestar de las personas. Estos efectos negativos pueden afectar a las personas (accidentes de tráfico, zoonosis), a la conservación, a los recursos agrícolas y forestales, o a la ganadería, sobre todo a través de las infecciones compartidas (Gortázar et al., 2006). En la Península Ibérica, las situaciones de sobreabundancia de ciervos, gamos y jabalíes tienden a coincidir con las mayores prevalencias de tuberculosis animal.

Si bien el desequilibrio entre el reclutamiento y la mortalidad representa el factor principal de la sobreabundancia, hay varios factores inmediatos que facilitan este proceso, entre ellos:

- La plasticidad ecológica y el potencial reproductivo de la especie (más evidente en el jabalí).
- Los cambios globales en cuanto a usos del suelo y calidad del hábitat, la alimentación suplementaria e inviernos más suaves, que facilitan una mayor supervivencia durante las temporadas limitantes.
- Depredadores ausentes o insuficientes.
- La tendencia a la baja en el número de cazadores y una creciente edad media de los mismos.
- Una proporción cada vez mayor de refugios, como áreas urbanas, carreteras y otras infraestructuras, y áreas protegidas que impiden la caza.
- Características del paisaje que dificultan el acceso de los cazadores, así como cambios hacia una regulación de caza más burocrática y restrictiva.

Figura 5.3.- Evitar la sobreabundancia de cérvidos requiere una mayor extracción de hembras, buscando una razón de sexos 1:1, y una extracción anual próxima al 30%.



Papel epidemiológico

Los miembros del CMT causantes de la tuberculosis animal se mantienen y transmiten de manera “densodependiente” (un efecto dependiente de la densidad). El CMT circula más fácilmente con mayor densidad de individuos y cuando existen circunstancias de agregación y contacto entre individuos, incluyendo las interacciones indirectas en torno a puntos de agua o alimento. Las condiciones de sobreabundancia están asociadas con alta disponibilidad de recursos agregados y niveles insuficientes de mortalidad. Se ha observado que la prevalencia de tuberculosis en jabalíes crece con el tiempo, de forma proporcional al incremento de su densidad poblacional. Igualmente, se encuentra mayor prevalencia de tuberculosis en lugares con mayor densidad poblacional de jabalíes, sean espacios naturales o terrenos cinegéticos vallados.



Evidencia científica del riesgo

| Aportación | Referencia |
|---|-------------------------|
| España (centro-sur). Observacional. Análisis de riesgos. Ciervo. El riesgo de presentar lesiones compatibles con tuberculosis en ciervos se asoció con factores poblacionales asociados a una mejor condición corporal y a una elevada densidad de hospedadores. | (Vicente et al., 2007a) |
| España (Doñana). Observacional. Ciervo, gamo y jabalí. Las prevalencias de tuberculosis en ciervo, gamo y jabalí presentan un gradiente en función de la densidad poblacional (densodependiente). | (Gortázar et al., 2008) |
| España (Ciudad real). Observacional. Jabalí. En 12 años, la abundancia de jabalíes se duplica y la prevalencia de tuberculosis aumenta un 30%. | (Vicente et al., 2013) |
| España (Doñana). Fotografía área. Análisis espacial. Se relaciona el riesgo de TB con la abundancia local de hospedadores. | (Barasona et al., 2014) |
| España (Doñana). Observacional y modelos estadísticos. Ciervo, gamo y jabalí. Alta prevalencia de tuberculosis animal en lugares con alta densidad de ungulados e insuficiente control poblacional (casi 80% de prevalencia en jabalí, Parque Nacional de Doñana). | (Barroso et al., 2020) |

Figura 5.4.- Grupo de jabalíes de diferentes edades buscando alimento a plena luz del día en el parque nacional de Doñana, donde se ha evidenciado que la prevalencia tuberculosis animal se relaciona con la abundancia de ungulados silvestres.



Métodos de mitigación o control del riesgo

La lucha contra la sobreabundancia pasa, en primer lugar, por la definición de unas densidades poblacionales y unos cupos de extracción realistas para las distintas especies de caza y regiones. En este punto es muy importante la colaboración entre las autoridades responsables del medio natural y sanitarias a la hora de precisar las densidades admisibles. En segundo lugar, para manejar la sobreabundancia es necesario realizar una adecuada monitorización de las poblaciones. Además, hay aspectos de la legislación de caza que dificultan una regulación eficaz de las poblaciones de ungulados; por ejemplo, la prohibición de cazar hembras en determinadas épocas. La legislación debería contemplar medidas excepcionales cuando una población se considera sobreabundante.

La caza puede controlar la sobreabundancia, pero esta afirmación tiene matices importantes. Las acciones de gestión necesarias para controlar la sobreabundancia dependen en gran medida del contexto y la escala (Carpio et al., 2021). Por ejemplo, si bien los cazadores siguen siendo los agentes más efectivos del manejo de la población real en muchas regiones, se ha cuestionado la capacidad de la caza recreativa para controlar determinadas especies particularmente adaptables, como el jabalí. En Europa, la contribución de la caza recreativa al control de la población de jabalíes se considera generalmente significativa, aunque no suficiente (Keuling et al., 2016; Quirós-Fernández et al., 2017).

Resulta esencial comprender la dinámica de una población silvestre y cómo responde a las diferentes estrategias de caza para poderla gestionar desde la sostenibilidad. Esto es particularmente necesario en el caso de poblaciones aprovechadas cinegéticamente. Así, un manejo eficiente de las poblaciones cinegéticas, con objetivos ecológicos o económicos bien definidos, requiere comprender los procesos involucrados en sus dinámicas poblacionales desde una perspectiva largoplacista y adaptativa. El manejo tradicional, reactivo, debe evolucionar hacia un manejo adaptativo que implica una toma de decisiones basada en información técnica fiable (abundancia poblacional y tasas de extracción o estadísticos cinegéticos) y objetivos concretos sobre la dinámica de las poblaciones, y que permite (i) maximizar la extracción total a largo plazo, mientras que (ii) se reduce el impacto ecológico y sanitario que pueden acarrear las poblaciones cuando alcanzan altas densidades. Es conveniente, por tanto, tener claras unas nociones básicas de dinámica de poblaciones de ungulados para poder planificar una gestión que garantice la sustentabilidad del aprovechamiento maximizando su rendimiento (ver Rendimiento máximo sostenible y Gestión sostenible en el Glosario). Así, por ejemplo, es importante conocer que la tasa de reclutamiento en una población (es decir, el número de crías que

sobreviven del año anterior) es el resultado de un amplio conjunto de factores, entre los que se incluyen factores climáticos y la densidad poblacional.

La densidad es un factor clave y sobre el que se puede incidir de manera más directa mediante la gestión. La alimentación artificial, una de sus principales causas, es una práctica común para aumentar la densidad o mejorar artificialmente la calidad de los trofeos. Los planes de gestión cinegética y poblacional deben basarse adaptativamente en el seguimiento de la población, evitando así de manera proactiva el daño a los recursos. La estimación de la abundancia poblacional es clave para este propósito y debe estar basada en métodos prácticos pero fiables, estandarizados, comparables a lo largo del tiempo y entre poblaciones, los cuales permitan determinar de forma precisa la estructura poblacional. Además, estas estimas por sí solas no nos permiten detectar situaciones de sobreabundancia y deben ir acompañadas de indicadores sanitarios, como la TB. Debemos promover la toma de conciencia del problema entre los responsables de la formulación de políticas y los administradores del medio natural, pero también desarrollar las herramientas de monitoreo de la población, para aplicarlas en los planes de gestión proactiva, con vigilancia activa y detección temprana de las consecuencias del exceso de población.

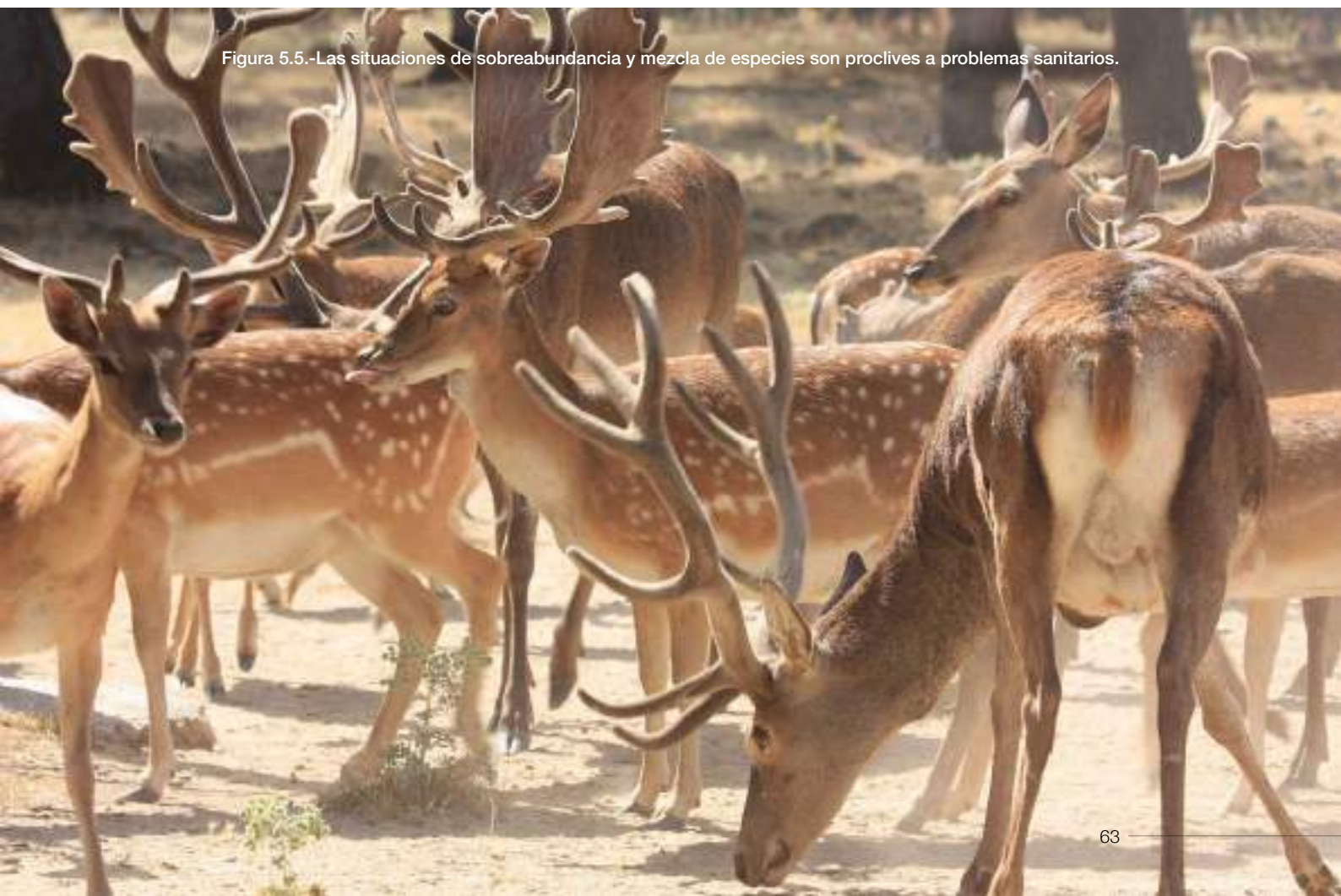


Figura 5.5.-Las situaciones de sobreabundancia y mezcla de especies son proclives a problemas sanitarios.

Cuando la caza recreativa se convierte en una herramienta para el control de la población, es necesario establecer un objetivo claro y aceptable para todos los interesados. Convencer a los cazadores de la necesidad de controlar la sobreabundancia es de suma importancia. De lo contrario, la gestión cinegética incorrecta puede interferir aumentando la capacidad de carga del ecosistema, ocultando el daño, o simplemente posponiéndolo (Keuling et al., 2016; Valente et al., 2020).

En otros casos, puede interferir a través de traslados o simplemente estableciendo cupos demasiado bajos (Keuling et al., 2016), o evitando cazar hembras (Milner et al., 2006). Los argumentos para convencer a los cazadores de la necesidad de contribuir más al control de la población incluyen:

- La mejora de la fertilidad y la calidad de los animales (peso corporal, estado de salud, trofeo) que se espera cuando las densidades de poblaciones con recursos limitados se reducen lo suficiente.
- El efecto positivo en la percepción pública de la actividad cinegética logrado a través de las contribuciones al equilibrio social y ecosistémico que brinda la caza (Quirós-Fernández et al., 2017).
- Alertar de la opción alternativa de utilizar tiradores profesionales o trampeo para controlar las especies cinegéticas sobreabundantes (Keuling et al., 2016).

En el lado opuesto, las opiniones contra la caza (el “síndrome Bambi”) están aumentando, especialmente en ámbitos urbanos. Esta percepción negativa de la caza puede poner en peligro el futuro de esta actividad. Para contrarrestar esta corriente, el sector cinegético no sólo debe vincularse con la conservación de la biodiversidad, el monitoreo de poblaciones y con la salud pública y animal, sino también deben mostrar esas contribuciones a la sociedad en general.



Figura 5.6.- Cazadora. La caza puede ser una buena herramienta para el control poblacional.

Los medios alternativos de control de la sobreabundancia, particularmente los no letales, son los favoritos para el público. Sin embargo, al menos a gran escala, estas opciones no resultan realistas en comparación con la caza. La inmunocontracepción es atractiva porque representa, junto con la gestión del hábitat, una opción de control no letal. Sin embargo, una gran proporción de alrededor de dos tercios de la población de hembras tendría que ser tratada para que el método sea efectivo en especies prolíficas como conejos o jabalíes. Tal objetivo solo es realista si el inmunocontraceptivo se pudiese administrar mediante cebos apropiados. Sin embargo, los productos actualmente disponibles son inyectables, por lo que esta opción no resulta viable.

La gestión del hábitat representa una opción válida para reducir la disponibilidad de recursos, por ejemplo, mediante la protección de cultivos y el establecimiento de regulaciones de alimentación (González-Crespo et al., 2018). Sin embargo, estas acciones son complejas de implementar a gran escala debido a sus costes y a la limitada aceptación por las partes interesadas. No obstante, pueden funcionar a escalas más pequeñas.



Figura 5.7.- Jabalíes alimentándose de maíz. La prohibición de la alimentación suplementaria en terrenos abiertos o compartidos con ganado es medida clave para controlar la sobreabundancia, sin embargo, su aplicación es compleja debido a conflictos de intereses entre las distintas actividades humanas del territorio.



Figura 5.8.- Lobos ibéricos en busca de una presa. Los grandes depredadores son reguladores naturales de las poblaciones de ungulados silvestres, y su presencia tiene efectos positivos sobre la salud animal y la calidad del ecosistema.

Otra alternativa es favorecer a los depredadores que podrían contribuir a regular las densidades de sus presas, eventualmente con efectos positivos posteriores en la salud animal (Tanner et al., 2019). Los grandes depredadores están ampliando su área de distribución y aumentando sus poblaciones, sobre todo en Europa, pero su contribución al control de los ungulados es incompleta y sigue estando limitada a las regiones donde la gestión del lobo es un asunto controvertido en el que deben pesar los intereses de quienes tienen en la ganadería su forma de vida.

Los agentes patógenos pueden tener efectos dramáticos sobre algunas especies. Por ejemplo, se ha hipotetizado que la eventual entrada de la peste porcina africana a la Península Ibérica daría lugar a una disminución importante de la abundancia de jabalíes, con efectos subsiguientes en la prevalencia de tuberculosis (O'Neill et al., 2020). Sin embargo, la peste supondría una catástrofe para el sector porcino, por lo que, controlar la sobreabundancia de jabalíes serviría como medida preventiva, ayudando tanto al control de la tuberculosis como a la prevención de la peste porcina.



Figura 5.9.- Jabalí encontrado muerto. Las enfermedades pueden ayudar en el control de la sobreadundancia, pero en muchas ocasiones conllevan problemas de sanidad humana y animal.

El control profesional, mediante armas de fuego o trampas, puede ser necesario en áreas urbanas o zonas protegidas donde la caza está prohibida o en situaciones de emergencia como brotes de enfermedades, pero es costoso y, por lo tanto, se limita nuevamente a intervenciones locales.

Figura 5.10.- Guarda profesional en busca de ungulados silvestres. El control profesional es costoso y exigente. En algunos casos, sin embargo, es una opción para el control poblacional.



Evidencia científica sobre eficacia de las medidas de mitigación o control

| Aportación | Referencia |
|---|--------------------------------|
| <p>España (Doñana y otras). Observacional. Jabalí.</p> <p>Reducir significativamente la población de jabalíes reduce la prevalencia de tuberculosis en jabalíes con efectos positivos sobre la tuberculosis en ganado bovino.</p> | (Boadella et al., 2012) |
| <p>Antigua Unión Soviética. Observacional. Jabalí.</p> <p>La caza (de subsistencia) reduce la abundancia de jabalí tras la caída de la Unión Soviética.</p> | (Bragina et al., 2015) |
| <p>España (Barcelona). Datos de caza y modelos estadísticos.</p> <p>Gestión del hábitat mediante la reducción de recursos alimenticios suplementarios de origen antropogénico.</p> | (González-Crespo et al., 2018) |
| <p>España (Asturias). Datos observacionales y modelos estadísticos.</p> <p>Lobo y jabalí.</p> <p>Lobos contribuyen a regular las poblaciones de jabalí, con efectos positivos en la prevalencia de tuberculosis en jabalíes y ganado bovino.</p> | (Tanner et al., 2019) |
| <p>España (Doñana). Observacional y modelos estadísticos. Ciervo, gamo y jabalí.</p> <p>Se evidenció una disminución en la prevalencia de lesiones compatibles con TB en jabalí como resultado de un intenso control poblacional que redujo notablemente las densidades de jabalí. Tras detener el control poblacional, se produjo un rápido aumento de los niveles de lesiones compatibles con TB hasta alcanzar los originales antes del control poblacional.</p> | (Barroso et al., 2020) |

Figura 5.11.- Jabalí con rayones. Los ungulados, y especialmente el jabalí, son especies muy prolíficas adaptadas para medrar cuando existen recursos en abundancia. Cambios recientes en la distribución y la actividad de las poblaciones humanas han provocado un aumento generalizado de estas especies que deberá ser gestionado con sensatez para lograr una convivencia provechosa y sostenible.



PRESENCIA DE ANIMALES VISIBLEMENTE ENFERMOS Y CAZA SELECTIVA



Figura 6.1. Un espléndido ciervo. Los procesos de selección sobre una población de animales, tanto natural como atropogénica, influyen de manera fundamental en la aptitud física y reproductiva de sus individuos.

Descripción del riesgo

En este capítulo se tratará una fuente de riesgo que, en realidad, es al mismo tiempo una señal de alarma: la observación de animales visiblemente enfermos.

Animales excretores

Los animales excretores son aquellos individuos, con sintomatología o no, que tienen la capacidad de diseminar las micobacterias causantes de TB hacia el exterior, pudiendo contaminar el ambiente o transmitirlos directamente a otros individuos susceptibles. En general, gran parte de los animales infectados serán excretores, pero, para la TB existen algunos individuos denominados “superexcretores”, nor-

PRESENCIA DE ANIMALES VISIBLEMENTE ENFERMOS Y CAZA SELECTIVA

malmente con una infección generalizada, que diseminan el patógeno a tasas mucho mayores que la media, siendo probablemente los principales diseminadores de MTC en espacios naturales y explotaciones ganaderas vecinas.

Papel epidemiológico

Los animales excretores son aquellos que son capaces de transmitir patógenos, por tanto, su papel epidemiológico es obvio: la presencia de animales excretores implica un riesgo de transmisión directa de CMT y de su mayor presencia en el ambiente.

Se han estudiado las vías de excreción de CMT en jabalí, siendo predominante la vía oral, seguida de la nasal y la fecal. Su comportamiento, que implica comúnmente el hozado del suelo para encontrar raíces o invertebrados, puede representar un medio muy eficaz para la dispersión de micobacterias en el ambiente. Los jabalíes con tuberculosis muy avanzada terminan muriendo. Un estudio realizado en Montes de Toledo y Doñana calculó que la tuberculosis causa un tercio de la mortalidad en jabalíes adultos. Estos ejemplares, antes de fallecer, se convierten durante un periodo en superexcretores capaces de contaminar con CMT los puntos de agua y las fuentes de alimento que visiten (Barasona et al. 2016). Algunos jabalíes con tuberculosis generalizada presentan un marcado adelgazamiento y pérdida del instinto de huida.

En cuanto al ciervo, la vía de excreción de CMT más comúnmente observada ha sido la oronasal, aunque también se ha observado excreción por vía fecal en una proporción significativamente menor. El riesgo de que un ciervo sea superexcretor (excrete una concentración de micobacterias significativamente superior a la media) es mayor que en el jabalí, por lo que su papel como diseminadores del patógeno no puede ser subestimado (Santos et al. 2015). Los ciervos con tuberculosis generalizada pueden presentar linfonodos cervicales visiblemente inflamados, reconocibles a distancia, y pueden presentar adelgazamiento extremo y pérdida del instinto de huida, como los jabalíes.



Figura 6.2.- Los jabalíes con tuberculosis generalizada tiene un aspecto enfermizo y desnutrido como el de la imagen.

PRESENCIA DE ANIMALES VISIBLEMENTE ENFERMOS Y CAZA SELECTIVA

Evidencia científica del riesgo

| Aportación | Referencia |
|---|-----------------------------|
| <p>EEUU (Michigan). Infección experimental. Ciervo de cola blanca.</p> <p>El ciervo de cola blanca excreta <i>M. bovis</i> principalmente a través de secreciones nasales y la saliva, y, en menor medida, a través de la orina y las heces.</p> | (Palmer et al., 2001, 1999) |
| <p>Portugal. Detección de ADN en animales cazados. Ciervo y jabalí.</p> <p>La vía de excreción de CMT más común observada en ciervo es la oronasal, seguida de la fecal en una proporción significativamente menor.</p> | (Santos et al., 2015) |
| <p>España (Ciudad Real. Doñana). Fototrampeo. PCR. Ciervo y jabalí.</p> <p>Las charcas en las que se observan animales visiblemente enfermos tienen mayor probabilidad de estar contaminadas con CMT. De hecho, no se detectó CMT en ausencia de animales caquéticos visitando la charca.</p> | (Barasona et al., 2017b) |
| <p>España (centro-sur, Doñana). Jabalí.</p> <p>La vía de excreción de CMT predominante es la vía oral, seguida de la nasal y la fecal.</p> | (Barasona et al., 2017a) |

Valoración: riesgo alto



Aspectos insuficientemente conocidos

Existen vacíos de conocimiento para la correcta gestión sanitaria de los factores de riesgo anteriormente expuestos. Por ejemplo:

- Respecto a los animales excretores, desconocemos cuantitativamente el efecto real que las diferencias en comportamiento del jabalí y el ciervo, y más aún del gamo, implican para la dispersión de micobacterias en el ambiente.
- No existen, hasta donde conocemos, estudios experimentales sobre la eficacia de la eliminación selectiva de animales visiblemente enfermos sobre la dinámica de la tuberculosis.

Figura 6.3. Jabalí expulsando abundante saliva durante una refriega. Desconocemos el efecto del comportamiento de los animales en su capacidad para la dispersión de micobacterias del CMT.



Métodos de mitigación o control del riesgo

Los métodos para tratar de mitigar el riesgo derivado de los animales excretadores son la caza selectiva y el control dirigido (captura-diagnóstico-sacrificio).

La caza selectiva es aquella cuyo objetivo es eliminar individuos de una forma no aleatoria, por causas sanitarias, genéticas, poblacionales o comportamentales, por ejemplo. Esto da lugar a una selección de los individuos que van a sobrevivir y reproducirse, con posibles efectos sobre las siguientes generaciones. El control dirigido, por su parte, se basa en el mismo principio, pero no implica necesariamente la muerte del animal o el uso de artes de caza. El testado y eliminación selectiva del ganado bovino en las campañas de saneamiento es un caso de control dirigido.

Las estrategias de caza selectiva y control dirigido utilizadas son:

- Prioridad de objetivos en eventos de caza.
- Eliminación selectiva de individuos por parte de guardas profesionales.
- Captura, diagnóstico *in vivo* y sacrificio de los animales positivos.

Figura 6.4.- Profesionales preparando una trampa para jabalí. La captura y diagnóstico *in vivo* es una metodología costosa, pero en ocasiones viable, para el control selectivo.



PRESENCIA DE ANIMALES VISIBLEMENTE ENFERMOS Y CAZA SELECTIVA

Caza selectiva para eliminar superexcretores

Los animales superexcretores que se han mencionado anteriormente son responsables de una cantidad desproporcionada de micobacterias liberadas al medio. Por esta razón, es lógico suponer que la eliminación o extracción de estos animales podría reducir en gran medida la transmisión entre ungulados silvestres y la contaminación del medio con CMT, sin necesidad de diagnosticar a todos los animales identificados. Hay, por lo tanto, dos cuestiones por resolver:

- Caracterizar a los animales superexcretores de tal forma que se pueda realizar caza selectiva sobre aquellos animales que tengan mayor probabilidad de serlo.
- Comprobar que el abatimiento de individuos visiblemente enfermos realmente corresponde a infectados con tuberculosis generalizada, y repercute en una disminución de la prevalencia de tuberculosis y de su transmisión al ganado.

Un aspecto clave en el uso de la caza selectiva es que ésta debe ir asociada al diagnóstico de los ejemplares abatidos. Por ello, las actividades de caza selectiva deberían coordinarse con un laboratorio veterinario apropiado.

Control dirigido (captura-diagnóstico-sacrificio)

Las campañas de saneamiento ganadero son eventos de control dirigido. Aplicar esta estrategia de control sanitario a especies silvestres tiene algunos requisitos a considerar:

- Acceso a test económicos, rápidos y suficientemente sensibles.
- Capacidad de acceder a una alta proporción de animales.



Figura 6.5. Ciervos con evidentes signos de enfermedad compatibles con tuberculosis. En el individuo de la izquierda se puede observar un adelgazamiento extremo y la cadena de linfonodos inflamada a lo largo del cuello, en el de la derecha, los linfonodos submandibulares y retrofaringeos inflamados a simple vista (observables en la zona de unión entre el cuello y la mandíbula).

PRESENCIA DE ANIMALES VISIBLEMENTE ENFERMOS Y CAZA SELECTIVA

Estas condiciones raramente se cumplen en fauna silvestre en libertad. En consecuencia, los intentos de control dirigido de la tuberculosis en fauna silvestre han fracasado, excepto en situaciones muy particulares en las que la población animal se encuentra confinada como ocurre en las granjas cinegéticas (Gortázar et al., 2015).

Evidencia científica sobre eficacia de las medidas de mitigación o control

| Aportación | Referencia |
|--|--|
| <p>No se han encontrado evidencias científicas acerca del efecto de la eliminación de individuos visiblemente enfermos sobre el control de la tuberculosis en jabalíes o cérvidos. En cuanto al control dirigido (captura-testado-eliminación), el único precedente fuera de granjas cinegéticas es una operación desarrollada en una población de jabalíes con alta prevalencia de tuberculosis en la que, pese a manejar 900 individuos, no se logró mejorar significativamente la situación sanitaria. Uno de los impedimentos fue la imposibilidad de acceder a la totalidad de la población objeto de intervención.</p> <p>En otro ejemplo, referente a la enfermedad de desgate crónico en ciervo mula en EEUU, se evidenció la inviabilidad económica y logística de esta estrategia.</p> | <p>(Che'Amat et al., 2016; Wolfe et al., 2018)</p> |

Aspectos insuficientemente conocidos

Existen aún muchas incógnitas respecto a la eficacia de la caza selectiva y el control dirigido que deben ser estudiados para conocer su utilidad para combatir la TB. Por ejemplo:

- Su funcionalidad en combinación con otros métodos de control.
- El impacto en la susceptibilidad genética a la infección de la población al sustraer los individuos enfermos.
- Hallar marcadores de infección o susceptibilidad que permitan llevar a cabo estos métodos de forma más eficiente.
- Mejora del diagnóstico en animales vivos.

Figura 6.6.- Gamo visiblemente enfermo descansando frente a una charca.



7 APOORTE DE AGUA



Figura 7.1.- Jabalíes en una charca. Las micobacterias causantes de tuberculosis animal pueden ser halladas con frecuencia en el agua y el barro de charcas utilizadas por animales infectados, así pues, los puntos de agua constituyen uno de los principales factores de riesgo de TB.

Descripción del riesgo

El agua es uno de los principales factores moduladores de la abundancia y distribución espacial de las especies silvestres en ambientes mediterráneos. La distribución y las características de los puntos de agua se ha asociado repetidamente con la tuberculosis. En terrenos cinegéticos vallados, en ocasiones es necesario incrementar el aporte de agua de manera artificial para las diferentes especies de ungulados silvestres. Al igual que la suplementación alimentaria, estas acciones buscan incrementar la carga cinegética que la finca es capaz de soportar. El aporte de agua puede ser necesario en fincas que no alberguen la

suficiente agua para abastecer las poblaciones cinegéticas, y en las que los cerramientos perimetrales impidan el libre movimiento de los animales. En grandes extensiones de terreno, la apertura de puntos de agua en zonas donde ésta sea escasa, busca evitar desplazamientos a los animales, fijándolos en áreas subóptimas y aumentando de esta manera el “territorio útil”. Del mismo modo, fincas abiertas donde el agua sea escasa, pueden intentar fijar los animales en su territorio mediante la creación de puntos de agua artificiales.

En general, este aporte de agua puede tener tres objetivos no excluyentes:

1. Aumentar el agua total disponible naturalmente en la finca o coto.
2. Aumentar el número de puntos de agua naturalmente presentes.
3. Mejorar la calidad microbiológica del agua que se provee y reducir el riesgo de interacciones indirectas.

Para la consecución del primer objetivo suelen realizarse pequeños embalses en cursos de agua naturales; o bien grandes charcas mediante excavaciones que se llenan por el agua de escorrentía y lluvia, o incluso manantiales. Para el segundo y tercer objetivos, es más habitual la instalación de bebederos “tipo pilón”, similares a los utilizados tradicionalmente para la ganadería extensiva y que reciben el agua del subsuelo o de la red pública allí donde sea posible, así como otro tipo de medidas destinadas a hacer más selectivo el uso de los bebederos.

Figura 7.2.- Los cursos de agua naturales como el río de la parte superior izquierda son muy deseables en terrenos cinegéticos. Las charcas de pequeño tamaño (menor de 25 metros) como la de la imagen de la parte superior derecha, son los puntos de agua más habituales, sin embargo, es preferible que sean de mayor tamaño y profundidad, como la de la esquina inferior izquierda. En la parte inferior derecha podemos ver una charca sucia de tamaño muy reducido junto a una baña de jabalí y rascaderos artificiales, estos puntos de agua implican un alto riesgo de transmisión de micobacterias del CMT.



Papel epidemiológico

El agua es un recurso indispensable para la vida animal. Allí donde se acumule se producirá una agregación de especies silvestres, y domésticas si están presentes. Esta agregación deriva en contactos directos e indirectos, tanto intra- como inter-especie. Estos contactos pueden derivar en la transmisión de determinados patógenos como en el caso del CMT. Esto se ve agravado en ciertas áreas como el cuadrante sur-oeste peninsular, donde los veranos cálidos y secos ocasionan que muchos de los puntos de agua se agoten, ocasionando una mayor agregación. Las micobacterias del CMT tienen la capacidad de sobrevivir durante algún tiempo en el agua o en el barro de las orillas. Su presencia en mayor o menor cantidad depende de los niveles de tuberculosis en la comunidad local de hospedadores y de la naturaleza del punto de agua: las charcas pequeñas y someras son más peligrosas que los embalses o agua que corre por un arroyo.

Por tanto, los puntos de agua juegan un papel clave en la epidemiología de la tuberculosis animal, generando agregaciones espacio-temporales de la fauna silvestre con los consiguientes contactos directos y, sobre todo, indirectos entre especies.

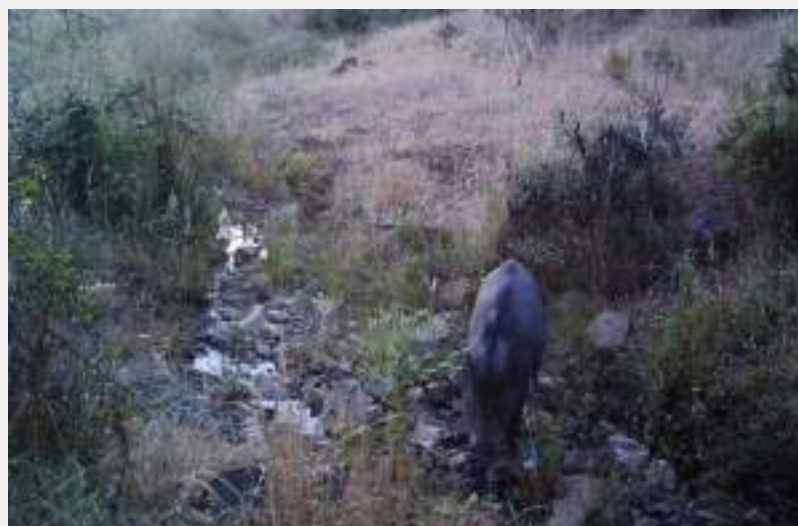


Figura 7.3.- Dos y ciervos y un jabalí bebiendo del mismo punto en un manantial. Lógicamente, los reservorios silvestres que habitan una misma área usaran habitualmente los mismos puntos de agua, favoreciendo el mantenimiento y la transmisión del CMT en la zona.

Evidencia científica del riesgo

Los estudios sobre puntos de agua y transmisión de enfermedades se han centrado en el estudio de la interacción fauna-ganado. Aun así, se han obtenido o se pueden extrapolar varios resultados y conclusiones relevantes para la fauna silvestre.

| Aportación | Referencia |
|--|-------------------------------|
| <p>España (centro-sur). Estudio de lesiones compatibles, análisis epidemiológico. Ciervo y jabalí.</p> <p>En climas mediterráneos, la agregación de fauna y ganado en puntos de agua durante el verano supone un factor de riesgo para la tuberculosis en ciervo y jabalí.</p> <p>A menos puntos de agua por jabalí, mayor riesgo de tuberculosis.</p> | (Vicente et al., 2007b) |
| <p>España (Ciudad Real). Fototrampeo.</p> <p>El 66% de las interacciones fauna-ganado se produce en torno a puntos de agua.</p> | (Kukielka et al., 2013) |
| <p>España (Ciudad Real). Análisis epidemiológico. Jabalí.</p> <p>Los años con primaveras más secas vienen seguidos de otoños con mayor proporción de tuberculosis generalizada en los jabalíes. Esto puede deberse a una mayor agregación en puntos de agua, a una peor condición nutricional, o a una combinación de ambos factores.</p> | (Vicente et al. 2013) |
| <p>España (Doñana). Fotografía aérea. Análisis espacial.</p> <p>Los puntos de agua representan las zonas de mayor interacción entre el ganado doméstico y los reservorios silvestres de la tuberculosis animal.</p> | (Barasona et al., 2014) |
| <p>España (Ciudad Real. Doñana). PCR.</p> <p>Detección de ADN perteneciente al Complejo <i>Mycobacterium tuberculosis</i> en muestras de agua y barro procedentes de áreas de alta prevalencia de tuberculosis en bovino y fauna silvestre. Mayor probabilidad de detección en puntos de agua de menor diámetro.</p> | (Barasona et al., 2017b) |
| <p>España (Doñana). Seguimiento GPS.</p> <p>La mayoría de las interacciones interespecíficas se producen alrededor de puntos de agua. La estacionalidad de los puntos de agua marca la frecuencia y distribución de las interacciones a lo largo del año.</p> | (Triguero-Ocaña et al., 2019) |

Valoración: riesgo alto



Métodos de mitigación o control del riesgo

Las medidas para evitar el contagio entre ganado doméstico y fauna silvestre buscan segregar ambos grupos de especies. En cambio, el aporte de agua en terrenos cinegéticos no debe tener como único objetivo la segregación de las especies cinegéticas entre sí, sino que debe priorizar reducir la probabilidad de transmisión de micobacterias. Esto puede lograrse mediante las siguientes intervenciones:

- Aumentar el número de puntos agua para la fauna. De esta forma se disminuye la agregación y el contacto (directo e indirecto) de un gran número de animales en un mismo punto, dividiendo el riesgo entre los diferentes puntos de agua.
- Asegurar que los puntos de agua llegan en buenas condiciones a la estación crítica (final del verano en la parte sur de la península), realizando el mantenimiento de los mismos.
- Incrementar, en la medida de lo posible, la presencia de puntos de agua grandes y profundos, tipo mini embalse, en detrimento de las charcas someras y de poco diámetro.
- Ofrecer puntos de agua específicos para algunas especies (segregar el uso entre especies). Existen varios enfoques:
 - Fomentar la instalación de bebederos ante charcas para cérvidos. Es conveniente que estos bebederos sean elevados, de fácil limpieza y desinfección, de fácil vaciado y llenado (por ejemplo, volteables) y estén provistos con agua limpia y fresca. En este punto se puede extrapolar y adaptar las medidas contempladas para evitar la transmisión del jabalí hacia el bovino en el capítulo correspondiente.



Figura 7.4.- A la izquierda se puede observar una charca pequeña que resiste durante todo el verano, implicando un elevado riesgo epidemiológico, a la derecha, una charca en la que se ha realizado una intervención para aumentar su tamaño y profundidad y hacerla accesible a lo largo de todas sus orillas. En sentido general, las medidas respecto al agua en terrenos cinegéticos priorizan en aumentar el número de puntos de agua para diluir el riesgo de interacción entre individuos, y ampliarlas para disminuir el riesgo de transmisión en cada una de ellas.

- Una opción alternativa sería la utilización de vallados selectivos en las charcas, con vallados fácilmente rebasables por los ciervos, pero impenetrables para el jabalí, y vallados con huecos para este último lo suficientemente altos como para que el ciervo y el gamo no puedan saltarlos.

No obstante, muchas de estas estas medidas, especialmente aquellas que impliquen la instalación de infraestructuras como vallados o bebederos, aunque sean aconsejables y posiblemente viables en ambientes muy manejados, pueden ser controvertidas en zonas más naturales.

Es importante señalar que se desaconseja el uso de cloro u otros desinfectantes en puntos de agua. Primeramente, porque su eficacia para llegar a las micobacterias contenidas en el barro de la orilla, la mayor fuente de riesgo, resulta limitada. En segundo lugar, porque los puntos de agua constituyen un hábitat importante para numerosos organismos, algunos de ellos muy amenazados, como los anfibios.

Evidencia científica sobre eficacia de las medidas de mitigación o control

Los estudios publicados sobre las medidas de mitigación de riesgos asociados a puntos de agua se centran en el control de la transmisión fauna-ganado, si bien podemos extrapolar estos resultados a la transmisión jabalí-ciervo.

Figura 7.5.-La ecología de las charcas y bañas se encuentra insuficientemente estudiada.



| Aportación | Referencia |
|---|-------------------------|
| España (centro-sur). Análisis epidemiológico. Ciervo y jabalí. A menos puntos de agua por jabalí, mayor riesgo de tuberculosis. | (Vicente et al., 2007b) |
| España (centro-sur). Intervención sobre puntos de agua. El vallado selectivo de puntos de agua para impedir el acceso de fauna y ganado a los mismos puntos, reduce la incidencia de tuberculosis en el ganado bovino. | (Barasona et al., 2013) |
| España (Doñana). Fotografía área. Análisis espacial. Al aumentar la densidad de puntos de agua por superficie disminuye el riesgo de TB en reservorios silvestres. | (Barasona et al., 2014) |

Aspectos insuficientemente conocidos

Gran parte de la información utilizada ha sido adaptada o extrapolada de trabajos orientados a describir la interacción fauna-ganado, por lo que para la gestión sanitaria de la fauna silvestre es necesario investigar, desde un enfoque aplicado, la mejora sanitaria de los puntos de agua en sí mismos, con el objetivo de hacerlos más seguros independientemente de la interacción entre especies. Igualmente, no existe evidencia experimental sobre el efecto del aumento de la disponibilidad de agua sobre la prevalencia de tuberculosis.

Figura 7.6.- Ciervos en una charca. El agua, junto al alimento, es un recurso fundamental para los animales, por lo que su correcta gestión debe ser prioritaria.





ALIMENTACIÓN SUPLEMENTARIA



Figura 8.1.- Ciervas en un comedero selectivo. El aporte artificial de alimento para la fauna puede ser una estrategia muy provechosa desde el punto de vista productivo o de conservación, pero tiene importantes implicaciones poblacionales y sanitarias que deben ser afrontadas con gran precaución.

Descripción del riesgo

La alimentación suplementaria es una práctica muy extendida en Europa y Norteamérica que consiste en aportar alimento natural o artificial a la fauna silvestre, con diferentes fines. La alimentación suplementaria no es únicamente empleada con especies cinegéticas, sino también con especies amenazadas como el lince ibérico. La suplementación también puede ser involuntaria, mediante visitas de la fauna silvestre a vertederos, a comederos para el ganado o a cultivos agrícolas. Los tipos de alimentación se han definido en el Glosario.



Figura 8.2.- Ciervos y jabalíes alimentados de forma artificial. La alimentación suplementaria busca mejorar la condición corporal, reproducción y supervivencia de la población, pero aumenta la densidad de población y propicia la agregación de individuos, favoreciendo la transmisión de patógenos.

Tanto el cebado como la alimentación suplementaria modifican el comportamiento de la fauna silvestre, pero únicamente la alimentación suplementaria propiamente dicha influye sobre su demografía, pudiendo alterar la estructura de las comunidades



Figura 8.3.- Cebando al jabalí. Cebear consiste en aportar alimento de forma temporal en lugares concretos para atraer a fauna silvestre, normalmente una especie o grupo de especies en particular.

Papel epidemiológico

La alimentación suplementaria influye sobre el comportamiento de la fauna silvestre, favoreciendo la agregación espacial de los individuos y el contacto entre especies en torno a puntos de alimentación, así como sobre su dinámica poblacional, permitiendo mantener densidades de animales por encima de la capacidad de carga de un hábitat concreto.

La alimentación suplementaria, la alimentación disuasoria y el cebado abusivo (demasiada cantidad, demasiado tiempo convirtiéndose en alimentación suplementaria de facto) dan lugar a mayores tasas reproductivas y de supervivencia de las especies de caza, redundando en un riesgo de sobreabundancia. Toda fuente puntual de alimento supone un mayor riesgo de contacto intra- e inter-especie, facilitando la transmisión de bacterias pertenecientes al complejo *Mycobacterium tuberculosis* (CMT), entre otros patógenos.

Evidencia científica del riesgo

| Aportación | Referencia |
|---|---|
| EEUU (Michigan). Observacional. Necropsia. Histopatología. Cultivo. Ciervo de cola blanca. | |
| La alimentación suplementaria dio lugar a densidades extremadamente elevadas de ciervos, ya que hubo una mayor tasa de supervivencia durante el invierno, lo que favoreció la transmisión de la infección por el CMT. | (Schmitt et al., 1997) |
| EEUU (Michigan. Wisconsin). Observacional. Experimental. Ciervo de cola blanca. | |
| El riesgo de infección por el CMT se incrementó cuando numerosos individuos y especies diferentes se agregaron en un área concreta, como los puntos de alimentación suplementaria. | (Garner, 2001; Thompson et al., 2008) |
| EEUU (Michigan. General). Estudio retrospectivo. Revisión bibliográfica. Ciervo de cola blanca. Reservorios silvestres americanos. | |
| El aporte de alimentación suplementaria durante el invierno fue la principal práctica de manejo implicada en la transmisión de la infección por el CMT. | (Miller et al., 2003; Miller and Sweeney, 2013) |

| Aportación | Referencia |
|---|--|
| <p>Europa y Norteamérica. Yellowstone. Ciervo europeo y ciervo canadiense. Las densidades extremadamente altas alcanzadas en los puntos de alimentación suplementaria incrementaron la probabilidad de transmisión de la infección por CMT, brucelosis, pasteurelosis y sarna sarcóptica.</p> | <p>(Putman and Staines, 2004; Smith and Roffe, 1994)</p> |
| <p>EEUU. Infección experimental. Ciervo de cola blanca. Los comederos actuaron como punto de agregación y de transmisión indirecta del CMT.</p> | <p>(Palmer et al., 2004)</p> |
| <p>EEUU. Modelización. Ciervo de cola blanca. La alimentación suplementaria se relacionó con prevalencias elevadas de tuberculosis y dificultó el control de la infección, ya que redujo la mortalidad de los animales infectados y favoreció la agregación de individuos enfermos y susceptibles.</p> | <p>(Horan and Wolf, 2005)</p> |
| <p>EEUU (Michigan). Experimental. Ciervo de cola blanca. Las bacterias pertenecientes al CMT presentan una elevada tasa de supervivencia ambiental, pudiendo resistir durante largos periodos de tiempo y a temperaturas extremas en diferentes tipos de comederos.</p> | <p>(Palmer and Whipple, 2006)</p> |
| <p>España (centro-sur). Observacional. Análisis de riesgos. Ciervo. El riesgo de presentar lesiones compatibles con tuberculosis en ciervos se asoció con factores poblacionales asociados a una mejor condición corporal y a una elevada densidad de hospedadores, proponiendo la alimentación suplementaria como la causa más plausible. Se dan cifras anuales de kg /superficie y nº de ciervos.</p> | <p>(Vicente et al., 2007a)</p> |
| <p>España (centro-sur). Análisis de riesgos. Ciervo y jabalí. La agregación de los jabalíes en los puntos de alimentación incrementó significativamente el riesgo de presentar lesiones compatibles con tuberculosis en ciervo.</p> | <p>(Vicente et al., 2007b)</p> |
| <p>España (centro-sur). Mejora metodológica. Análisis de riesgos. Jabalí. Los índices de agregación más elevados, los cuales se relacionaron con la abundancia estimada, se dieron cuando la densidad poblacional fue alta (hasta 90 individuos/km²), por ejemplo, en las fincas cinegéticas que usaban comederos para alimentación suplementaria.</p> | <p>(Acevedo et al., 2007)</p> |

| Aportación | Referencia |
|---|----------------------------------|
| <p>España (centro sur). Observacional. Modelos estadísticos. Ciervo.</p> <p>La alimentación suplementaria posee un gran impacto en el éxito reproductivo de las hembras y en la productividad de la población.</p> | (Rodríguez-Hidalgo et al., 2010) |
| <p>España (centro-sur). Necropsias, análisis de riesgos. Ciervo.</p> <p>La alimentación suplementaria, la densidad de puntos de agua y la presencia de ganado fueron factores de riesgo en la prevalencia de tuberculosis. Esta prevalencia fue superior cuando se proporcionó el alimento en el suelo.</p> | (Castillo et al., 2011) |
| <p>España (centro-sur). Fototrampeo. Ciervo y jabalí.</p> <p>La alimentación suplementaria, independientemente del período de tiempo que sea aportada, es considerada un factor determinante de agregación de distintas especies, siendo los comederos y zonas de alimentación importantes puntos de transmisión de la infección por el CMT.</p> | (Kukielka et al., 2013) |
| <p>EEUU (Michigan). Modelización. Ciervo de cola blanca.</p> <p>Mediante modelización espacial se observó cómo el cebado de los ciervos ralentizaba el ritmo al que la caza y la vacunación disminuían la prevalencia de tuberculosis. Por tanto, el tiempo necesario para lograr la erradicación aumentó, así como la probabilidad de reinfección una vez que se alcanza la erradicación.</p> | (Cosgrove et al., 2018) |
| <p>Francia. Fototrampeo. Ciervo, jabalí y tejón.</p> <p>Se observó un mayor número de interacciones indirectas en torno a los puntos de agua y de alimentación suplementaria. Estos lugares promovieron la agregación inter e intraespecífica de animales, pudiendo dar lugar a la transmisión del CMT. Las especies que visitaron con mayor frecuencia los puntos de alimentación y, por tanto, las que presentaron un mayor riesgo de infección en estas zonas fueron los jabalíes y los tejones, mientras que los ciervos se agregaron con mayor frecuencia alrededor de los puntos de agua.</p> | (Payne et al., 2017) |
| <p style="text-align: center;">Valoración: riesgo alto</p> | |

La alimentación suplementaria también conlleva otros riesgos no sanitarios como la alteración en el uso del hábitat (cambios en los hábitos de alimentación, migraciones, efecto piosfera, etc.), degradación del hábitat, la habituación de los animales silvestres al ser humano, el incremento de la competencia o efectos sobre la conservación de otras especies (por ejemplo, el incremento del riesgo de depredación de nidos en torno a los comederos).

Aspectos insuficientemente conocidos

Existen aspectos que necesitan una mayor comprensión para la correcta gestión de la alimentación suplementaria. Por ejemplo:

- La efectividad de cada tipo de comedero y de la forma de distribuir el alimento sobre la evitación de la transmisión indirecta del CMT.
- Interacciones entre alimentación suplementaria, condición física y resistencia a patógenos (Vicente et al. 2007).
- La importancia relativa del cebado en la transmisión del CMT. Alternativas al cebado con alimento (agua, atrayentes). Efectos estacionales. A modo de ejemplo, el cebado realizado de forma previa y durante la temporada cinegética en España coincide con otros factores estacionales como la berrea, que causa inmunosupresión en machos e incrementa los contactos entre individuos.
- Cómo influye la alimentación suplementaria en el patrón de contactos entre grupos sociales de animales y dentro de ellos.
- Cómo la ubicación del aporte alimenticio interactúa con otros recursos cercanos y sus consecuencias para la transmisión del CMT.
- Eficiencia de la implementación de medidas de mitigación del riesgo derivado de la alimentación suplementaria.

Métodos de mitigación o control del riesgo

Los métodos para el control del riesgo derivado de la alimentación suplementaria son los siguientes:

- No aportar alimentación suplementaria. De hecho, el RD 138/2020 regula la alimentación suplementaria en fincas cinegéticas, excepto en vallados cinegéticos expresamente autorizados con un plan sanitario.
- Realizar cebado únicamente con carácter previo a la celebración de eventos cinegéticos que tengan como objetivo el control poblacional del jabalí, con el fin de incrementar la eficacia de las acciones cinegéticas. Esto también está contemplado en el RD 138/2020.



- Utilizar comederos selectivos por especies e, incluso, por edades. Uso de comederos elevados para ciervos y específicos por categorías de sexo y edad, para limitar al máximo la probabilidad de transmisión del CMT.
- Limitación de la cantidad de alimento usado para la suplementación e incremento de los puntos de distribución para evitar la agregación.
- Medidas de manejo (gestión de pastos y cultivos) destinadas a incrementar la disponibilidad de alimento natural para los ungulados, cuando esto sea posible.
- Evaluar el riesgo de agregación mediante la realización de censos periódicos para conocer en qué situación se encuentran exactamente las especies cinegéticas y tomar decisiones informadas sobre el interés de aportar alimentación suplementaria.



Figura 8.4.- Comederos para jabalíes. En la parte superior se pueden observar dos tipos de rayoneras (comederos para crías de jabalí) dónde solo pueden acceder los individuos más pequeños por la estrechez de las entradas disponibles. En la parte inferior izquierda un comedero para jabalíes adultos, donde los troncos obligan a ejercer cierta fuerza para salir y entrar del mismo. En la esquina inferior derecha un comedero no selectivo para jabalí, en el que las barras horizontales dificultan (aunque no impiden) el acceso de ciervos y otros rumiantes.



Figura 8.5.- Comederos selectivos para gabatos, ciervos macho adultos y ciervos hembra adultos, respectivamente. En estos comederos, la achura de los barrotos, la altura del comedero y la presencia de tejado permite segregar su uso no solo a nivel de especie, sino de sexo y edad.

Evidencia científica sobre eficacia de las medidas de mitigación o control

Aportación

Referencia

EEUU. Revisión bibliográfica. Reservorios silvestres americanos.

La prohibición de la alimentación suplementaria se tradujo en una reducción de la prevalencia de tuberculosis en los ciervos de cola blanca y en el ganado bovino.

Miller and Sweeney, 2013; Sorensen et al., 2014)

EEUU (Michigan). Informe retrospectivo. Ciervo de cola blanca.

Eliminación del aporte estacional de alimentación suplementaria en ciervos dio lugar, junto a otras medidas restrictivas, a la disminución de la prevalencia de tuberculosis. Esta prohibición es impopular y de difícil implementación.

(Hickling, 2002; O'Brien et al., 2006)

Figura 8.6.- Ciervo alimentándose en comedero selectivo. Este dificulta, por su altura, el acceso de hembras y gabatos al alimento, y está diseñado para machos adultos. Las hembras y gabatos disponen de sus propios comederos selectivos que usan preferentemente, reduciendo la interacción. Los jabalíes y los tejones no pueden acceder a estos comederos elevados.



RIESGOS ASOCIADOS A VALLADOS PERIMETRALES



9.1.- Detalle del nudo de un vallado cinagético.

Descripción del riesgo

Un vallado es un cerco que se levanta con la finalidad de defender un sitio e impedir la entrada en él. Más concretamente, son una modificación del paisaje causada por el ser humano para controlar el movimiento de determinados animales (Durant et al., 2015; Xu et al., 2021). En lo referido a la fauna silvestre los vallados se han empleado comúnmente para:

- Reducir mortalidad en carreteras (Clevenger et al., 2002).
- Controlar la transmisión de enfermedades (Jo and Gortázar, 2020; Mysterud and Rolandsen, 2019).
- Personalizar la gestión de fauna silvestre o segregar el ganado de la fauna silvestre (Barasona et al., 2013; Vicente et al., 2007b).
- Proteger cultivos y ecosistemas forestales (Honda et al., 2020; Parker et al., 2020).
- Restaurar ecosistemas (Burns et al., 2012; Smith et al., 2020).
- Recuperar especies en peligro (Cornwall, 2016; Hayward and Kerley, 2009).

En terrenos cinegéticos se entiende por vallado perimetral toda instalación constituida por cercas, vallas, muros, o cualquier elemento de construcción que cierre un territorio, con el fin o la consecuencia principal de retener en su interior las especies cinegéticas de interés. El derecho a cerrar una propiedad viene recogido en el Código Civil. Su instalación está sujeta a autorización administrativa, y deben construirse de forma tal que, en la totalidad de su perímetro, no impidan la circulación de la fauna silvestre no cinegética. Las administraciones competentes establecerán la superficie mínima que deben tener las unidades de gestión para permitir la instalación de estos vallados perimetrales y así garantizar la libre circulación de la fauna silvestre no cinegética y evitar los riesgos de endogamia en las especies cinegéticas (Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad).

El objetivo principal de los vallados cinegéticos es independizar la unidad de gestión. Permiten mantener altas densidades de las especies objetivo para su explotación, bien como uso recreativo (caza) o comercial (venta de animales vivos).

Así pues, atendiendo al manejo y la superficie vallada, según Carranza (1999) podemos dividir los terrenos cinegéticos de caza mayor en las siguientes categorías:

1. Explotación intensiva

En este caso los animales no se crían inmersos en un ecosistema, sino que una determinada extensión de terreno se dedica exclusivamente a esta actividad, como ocurre en el caso de cualquier granja de animales domésticos.

2. Sistema mixto: intensivo-extensivo

Existe una parte intensiva para la reproducción (de escasa superficie) y una parte extensiva donde el animal se desarrolla y se produce la actividad cinegética.



3. Explotación extensiva

Los animales se desarrollan en un ambiente natural más o menos manejado.

3.1. Unidad de gestión = unidad ecológica

Es la situación ideal, donde el terreno cinegético engloba una unidad ecosistémica con cierta independencia con el entorno. Es más habitual en el norte de la península que en la mitad sur.

3.2. Unidad de gestión < unidad ecológica

El terreno cinegético no engloba en su totalidad a la unidad ecológica, lo que puede derivar en problemas de gestión. Por una parte, debido a que aquella porción de la unidad ecológica que quede fuera del vallado afectará al interior, pero no dispondremos de control sobre ella. Por otra parte, la gestión que se ejerza en el interior del terreno vallado tendrá efectos en su exterior.

3.2.1. Finca abierta

Terreno no vallado cinegéticamente cuya gestión suele ser mínima, al ser poco eficiente y pudiendo ser aprovechada por los vecinos, lo que induce a que se enfoque en la atracción de la caza hacia los terrenos propios.

3.2.2. Cerramiento cinegético

Terreno vallado cinegéticamente con la intención de realizar una gestión independiente. La gestión debe ser mucho más precisa y adecuada, ya que son más vulnerables a cualquier error en la gestión.



Papel epidemiológico

En Europa y Norteamérica, el vallado perimetral es una práctica extendida en la gestión de los ungulados silvestres. Influye en el comportamiento de la fauna silvestre, limitando su movimiento y, por tanto, potenciando la agregación de individuos. Los vallados suelen asociarse con otros riesgos, como la alimentación suplementaria y los traslados. Todo ello favorece la transmisión intra e interespecífica de patógenos al facilitar los contactos directos e indirectos entre individuos.

A largo plazo, sin embargo, el vallado perimetral puede dar lugar a situaciones de sobreabundancia (ver capítulo correspondiente) y limitar el flujo genético de las especies gestionadas y, con ello, favorecer la propagación de enfermedades (Robinson et al., 2013). En España se han evidenciado este tipo de situaciones tanto en el caso del jabalí (Acevedo-Whitehouse et al., 2005) como en el del ciervo (Queirós et al., 2016).

Dentro del Plan de Actuación sobre Tuberculosis en Especies Silvestres (PATUBES) la presencia de vallados cinegéticos permite definir terrenos cinegéticos de mayor o menor riesgo epidemiológico en la transmisión de la tuberculosis animal, diferenciando los vallados cinegéticos con suplementación de aquellos que no aportan alimento a las especies cinegéticas, así como de los espacios cinegéticos abiertos.

Por tanto, los vallados cinegéticos tienden a asociarse a otros riesgos sanitarios (sobreabundancia, agregación), particularmente cuando son objeto de suplementación de alimento, y pueden constituir un riesgo *per se* en regiones de baja prevalencia. Además, el uso del vallado cinegético perimetral representa un riesgo para el flujo genético entre poblaciones pudiendo derivar en una mayor vulnerabilidad al riesgo de infección de micobacterias del CMT.

Figura 9.2.- Grupo de ciervas tras un vallado cinegético. Uno de los riesgos relacionados con los vallados cinegéticos es el riesgo de transmisión de patógenos por vía directa por medio de los contactos a lo largo de la valla perimetral. A largo plazo la reducción del flujo genético en estas poblaciones aisladas también puede favorecer la propagación de enfermedades.



Evidencia científica del riesgo

| Aportación | Referencia |
|--|-------------------------------|
| EEUU (Michigan). Observacional. Fototrampeo. Ciervo de cola blanca. Las interacciones a lo largo de los vallados perimetrales influyen en la transmisión de enfermedades como la TB y la CWD (chronic wasting disease). | (Vercauteren et al., 2007) |
| EEUU (Michigan). Experimental. Fototrampeo. Ciervo de cola blanca. Fijar la altura del vallado en 2.4 m impidió el cruce de las vallas por el ciervo de cola blanca en un 100% de los casos. Potencialidad en la reducción de la propagación de enfermedades como la TB y la CWD | (Vercauteren et al., 2010) |
| España (centro-sur). Observacional. Jabalí y ciervo. Se asocia un manejo cinegético intensivo y la presencia de vallados cinegéticos con mayor riesgo de TB en ciervo y jabalí. | (Vicente et al., 2013, 2007b) |
| España (Castilla y León). Análisis de riesgos. La prevalencia de tuberculosis en especies cinegéticas es triple en terrenos vallados con alto grado de manejo (alimentación, traslados), y la presencia de vallados en una comarca aumenta el riesgo de tuberculosis bovina. | (Gortázar et al., 2017) |
| Valoración: riesgo alto | |

Susceptibilidad a la infección por falta de diversidad genética:

| Aportación | Referencia |
|--|-----------------------------------|
| España (centro-sur). Observacional. Caracterización genética. Examen <i>post mortem</i> , cultivo y PCR. Análisis de riesgos. Jabalí. La heterocigosidad es un importante predictor de TB en jabalí, no solo modulando la resistencia a la infección, sino también la capacidad de los individuos infectados para contener la progresión de la enfermedad. | (Acevedo-Whitehouse et al., 2005) |
| España (centro-sur). Observacional. Caracterización genética. PCR. Jabalí. Se profundiza a nivel molecular en las diferencias de expresión de genes entre animales tuberculosos y sanos para hallar marcadores fiables de resistencia genética a la TB. | (Naranjo et al., 2006b, 2006a) |

| Aportación | Referencia |
|--|--|
| <p>España (Ciudad Real). Observacional. Caracterización genética. Parasitología. Ciervo.</p> <p>La pérdida de diversidad genética en genes con funcionalidad inmunitaria (MHC) se relaciona con un aumento de ocurrencia de infección. Esta falta de diversidad es más patente en una población cerrada de ciervo, y hay genotipos asociados a mayor susceptibilidad a ciertos patógenos, como el CMT.</p> | (Fernández-de-Mera et al., 2009b, 2009c) |
| <p>España (Centro-sur). Genética de poblaciones. Ciervo.</p> <p>La pérdida de variabilidad genética, así como la frecuencia de determinados genes, facilitan la infección o la generalización tuberculosa en el ciervo.</p> | (Queirós et al., 2016) |
| <p>España (Toledo). Genética de poblaciones. Jabalí.</p> <p>Los eventos demográficos tienen un papel en la configuración de la variabilidad genética de las poblaciones. Los cuellos de botella demográficos pueden alterar la susceptibilidad genética a TB de los individuos a lo largo del tiempo.</p> | (Queirós et al., 2018) |
| <p style="text-align: center;">Valoración: riesgo medio ● ● ●</p> | |

Sin embargo, el vallado perimetral también conlleva otros riesgos no sanitarios. Entre ellos podemos resaltar los problemas de conservación (deriva genética, aislamiento poblacional, reducción de la capacidad de carga del paisaje, reducción del área de campeo, interrupción de rutas migratorias, etc.) (Boone and Hobbs, 2004; Osipova et al., 2018; Woodroffe et al., 2014).

Aspectos insuficientemente conocidos

Aunque diversos estudios han mostrado la efectividad de determinados tipos de vallados para impedir el movimiento y contacto entre distintas especies (Dion et al., 2011; Jori and Etter, 2016), no existe mucha información sobre la efectividad de los vallados cinéticos recogidos para la contención de los ungulados silvestres, ni sobre la permeabilidad de éstos frente a la entrada de animales infectados; esto es especialmente relevante en el caso del jabalí, cuyos hábitos comportamentales (hoyar) limitan la eficacia de distintos tipos de vallados (Laguna et al., 2021). Sin embargo, el efecto de los vallados es generalmente mediado por manejos intensivos, aspectos que se han comentado anteriormente (p.ej. alimentación suplementaria, abundancia, etc.).



Figura 9.3.- Aspecto típico de una “gatera” y jabalíes cruzando un vallado cinegético por una de ellas.

Métodos de mitigación o control del riesgo

Entre los métodos para el control del riesgo derivado de los vallados perimetrales y del manejo que en ellos se produce cabe destacar:

- Revisión periódica del perímetro y cierre de posibles “gateras” en caso de que tengamos que evitar la diseminación del riesgo al exterior, por ejemplo, en caso de presencia de ganaderías próximas.
- El uso de una línea de cerca doble limita el contacto en la línea de cerca y con ello el riesgo de transmisión de enfermedades (Bode and Wintle, 2010).
- Sin embargo, hemos de incidir en la mejora de los manejos que ocurren en el interior (ver secciones anteriores) del cercado.
- Un aspecto que puede ser relevante en ciertas condiciones es la evaluación de la variabilidad genética de la población animal objeto de cerramiento. Aunque conviene evitar la introducción de ungulados cinegéticos, puede realizarse una excepción puntual para la recuperación de la variabilidad genética natural. Ello debe realizarse sólo si existen datos técnicos claros que avalen esa necesidad, y siempre con animales que provengan de fuentes con absoluta garantía sanitaria. La pérdida de variabilidad genética es, demasiado frecuentemente, el argumento de los malos gestores.

La necesidad a nivel sanitario de un vallado adecuado, impermeable a ungulados silvestres, viene derivada de evitar el riesgo de TB hacia el exterior, por ejemplo, en el caso de que existan ganaderías en las inmediaciones. Sin embargo, en lo referente al manejo de la caza mayor que se realiza en el interior de los terrenos cinegéticos aislados del exterior, lo más sensato sanitariamente hablando sería reducir drásticamente la intensidad del manejo con fines cinegéticos.



Figura 9.4.- Existen innumerables maneras de tapar “gateras” y mantener el vallado lo más impermeable posible a los ungulados silvestres, como la de esta imagen reparada con vigas de hormigón.

Evidencia científica sobre eficacia de las medidas de mitigación o control

Aportación

Referencia

Más allá del conocimiento obvio de que la mayor variabilidad genética mejora la resistencia a enfermedades (ver referencias en la tabla anterior), no encontramos referencias que respalden la eficacia de las medidas de mitigación propuestas.



Figura 9.5.- Numeroso grupo de jabalíes contenidos por un vallado perimetral.

10 VALLADOS INTERIORES



Figura 10.1.- Conejo dentro de un vallado interior. Los vallados interiores pueden representar un hábitat ideal para dar cobijo a especies vulnerables y de caza menor cuyo modo de vida se ve amenazado por la sobreabundancia de ungulados en el exterior.

Descripción del riesgo

Los vallados interiores son aquellos cerramientos impermeables a los ungulados cinegéticos que se ubican dentro de un perímetro externo previamente cerrado (el vallado periférico). Su función es diversa:

- Protección de cultivos
- Conservación de especies animales y vegetales amenazadas
- Cuarentena
- Producción de caza para el propio terreno cinegético o para su venta
- Testigo para valorar situaciones de sobreabundancia

Papel epidemiológico

El riesgo sanitario debido a vallados interiores depende, obviamente, de su finalidad. Los vallados interiores que suponen un peligro son los destinados a la producción intensiva de caza mayor. El riesgo se debe a que, con frecuencia, estos “manejos”, “granjas” o, -en jabalí-, “cercones”, carecen de la atención veterinaria y controles oficiales de las auténticas granjas cinegéticas. La alta densidad de animales, los traslados, y la ausencia de control sanitario suponen un terreno abonado para la tuberculosis.

Por tanto, el uso de vallados interiores sólo supone un riesgo cuando se destinan a la producción de caza para el propio terreno cinegético o para su venta, y siempre que no cuenten con el necesario seguimiento veterinario.

Evidencia científica del riesgo

Los “cercones” tienen mala fama (y son ilegales si no se trata de una ganadería cinegética registrada y con un programa de saneamiento oficial), por lo que no es sencillo encontrar referencias científicas al respecto.

| Aportación | Referencia |
|---|----------------------------------|
| <p>España (centro-sur). Mejora metodológica. Análisis de riesgos. Jabalí.</p> <p>Los terrenos cinegéticos “intensamente manejados” presentan poblaciones de jabalí más numerosas, con mayor agregación espacial, y con mayor prevalencia de infecciones, incluyendo CMT.</p> | <p>(Acevedo et al., 2007)</p> |
| <p>España. Revisión bibliográfica.</p> <p>La problemática de los “cercones” se concreta en:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El uso fraudulento de los “cercones” interiores legislados, como el uso mantenido de vallados de mantenimiento para la suelta de animales para la caza. 2. El uso cinegético de los vallados especiales no cinegéticos (ganadero, forestal o industrial) aludiendo daños al medio ambiente. 3. La impermeabilización ilegal del vallado cuando se quieren mantener jabalíes anclándolos al suelo, vulnerando la legislación vigente sobre vallados cinegéticos (Ley 42/2007, España 2007). 4. Los riesgos sanitarios derivados de las elevadas densidades y la agregación espacial que se alcanzan al mantener grandes poblaciones en superficies reducidas. Para poder mantener esas poblaciones con elevada densidad, se aporta alimento suplementario de forma continua. Esta práctica conlleva elevados riesgos sanitarios. | <p>(Armenteros et al., 2013)</p> |

Valoración: riesgo alto



Aspectos insuficientemente conocidos

Sería deseable contar con un inventario de cercados interiores destinados a especies cinegéticas, cualquiera que sea su finalidad (cuarentena, manejo, cría, caza). A partir de ese inventario podrían realizarse análisis de riesgos y propuestas de actuación para la mitigación de riesgos.



Figura 10.2.- Tres tipos de cercados interiores. Arriba a la izquierda, vegetación castigada en el interior de un “cercón” de jabalí. A su derecha, se observan vallados interiores de producción y manejo, prácticamente idénticos a los ganaderos. Abajo a la izquierda, se puede observar el contraste entre la intensa vegetación natural de un cercado de exclusión “testigo” frente a la escasa vegetación de los alrededores, señalando una posible situación de sobreabundancia de ungulados silvestres. Este mismo contraste se puede observar en la foto “a pie de monte” de la parte inferior derecha.



Figura 10.3.- Jabalíes en un “cercón”. Estos cerramientos representan un alto riesgo epidemiológico, por ello, se recomienda su registro como granja cinegética para que se tomen las medidas sanitarias oportunas.

Métodos de mitigación

Para los cercados interiores con “granjas”, “manejos” o “cercones”, la principal medida de mitigación es su registro como granja cinegética, con su correspondiente REGA, su veterinario responsable y su control oficial.

Algunos cercados interiores también pueden representar una herramienta de mitigación de los problemas de sobreabundancia. En efecto, así lo recoge el RD138/2020 para el caso de los cercados que permiten excluir a los grandes herbívoros de pequeñas parcelas de terreno dentro del vallado perimetral. Se trata de pequeños espacios protegidos de ciervos, gamos y jabalíes que sirven como testigo para valorar cómo se desarrollaría la vegetación natural en ausencia de sobreabundancia de ungulados. Estos testigos cumplen dos funciones importantes:

1. Alertar al gestor del terreno cinegético de que las poblaciones de caza pueden haber alcanzado niveles de población incompatibles con la conservación de la cubierta vegetal y la biodiversidad.
2. Aumentar la biodiversidad y la riqueza cinegética al favorecer la vegetación natural y ofrecer refugio a numerosas especies, incluido el conejo y la perdiz roja.

Evidencia científica sobre eficacia de los métodos de mitigación

| Aportación | Referencia |
|---|------------|
| No conocemos referencias que sustenten la eficacia de las medidas de mitigación propuestas. | - |

Figura 10.4.- Perdiz dentro de un vallado “testigo”. Los vallados interiores pueden actuar como testigos de sobreabundancia al mantener la vegetación natural de la zona sin la presión de herbivoría de los ungulados que viven en el exterior. Además, pueden dar cobijo a especies como la perdiz roja, cuyos huevos pueden ser fácilmente depredados por el jabalí.





COMENTARIOS FINALES



Existe desproporción entre los conocimientos existentes en ganadería y los referidos a control sanitario en caza mayor. Sobre la interfaz ganado-fauna existe una monografía muy completa, en inglés (Vicente et al. 2021). Sobre epidemiología de tuberculosis en fauna silvestre ibérica puede consultarse el documento PATUBES, y sobre tuberculosis y su control el libro “Tuberculosis animal: una aproximación desde la perspectiva de la ciencia y de la administración”, ambos accesibles en la web del Ministerio de Agricultura. Este manual parte de la experiencia de un amplio conjunto de autores, así como de la revisión de un gran número de referencias científicas. España cuenta con tradiciones de gestión cinegética muy diversas, condicionadas por su paisaje y por su historia. En

consecuencia, no todas las medidas de gestión resultan aplicables en todas las regiones, por lo que conviene tomar este manual como una primera aproximación a las posibilidades de gestión sanitaria de la caza mayor.

Como en el volumen correspondiente a la gestión ganadera, este manual pretende poner el foco en los principales riesgos en relación con la tuberculosis en fauna silvestre en España, señalados como “riesgo alto”. Sin embargo, en el caso de la gestión cinegética a nivel sanitario, no ha sido posible destacar unos riesgos por encima de otros, quizás debido a que aún existe escasa información científica al respecto si lo comparamos con la cantidad de publicaciones que incorporan al ganado como objeto de estudio.

Observamos que aquellos factores de riesgo que han recibido mayor atención científica en cuanto a su mitigación (Figura 11.1) son: la sobreabundancia, quizás debido a que es una problemática que va más allá del campo sanitario, la gestión de los subproductos de caza, por su relación con salud pública, los traslados de animales vivos, posiblemente por las graves consecuencias ecológicas y sanitarias que han tenido en el pasado, y por último la gestión del agua, por su potencial como puente epidemiológico entre los reservorios silvestres y domésticos.

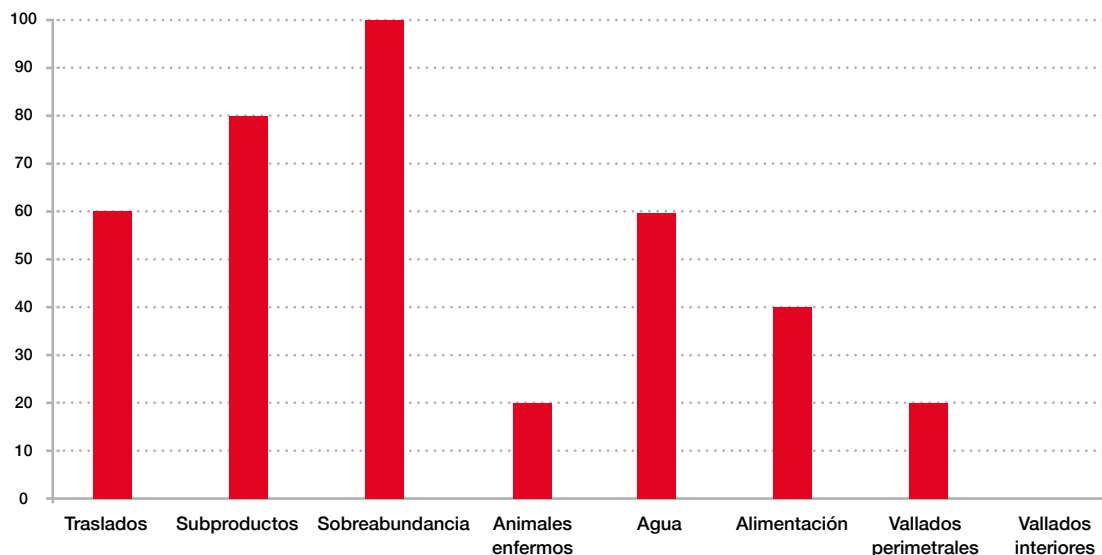


Figura 11.1.- Proporción de trabajos científicos que aluden a medidas de mitigación para cada uno de los grupos de riesgos descritos en este manual.

Es importante intensificar los esfuerzos de investigación sobre todos estos factores de riesgo, hasta ahora eclipsados por la problemática en el ganado. Somos cada vez más conscientes de su importancia si pretendemos controlar la tuberculosis animal desde una perspectiva One Health (Una Salud), entendiendo que necesitamos aproximaciones integradoras que consideren los ciclos doméstico y silvestre, así como lo relacionado con el factor humano y el medio ambiente. Los riesgos asociados a la presencia de animales enfermos (potencialmente superexcretores) y su gestión, a la alimentación suplementaria de la fauna silvestre, y a la presencia de vallados en terrenos cinegéticos, merecen una especial atención en el diseño de futuros proyectos de investigación y de innovación, pues conocemos el riesgo que implican para la transmisión de patógenos como las micobacterias causantes de tuberculosis, pero sabemos poco respecto a cómo gestionarlo, especialmente teniendo en cuenta aspectos sociales y económicos.



GLOSARIO DE TÉRMINOS: ---

Tamaño poblacional:

número de individuos de una población.

Densidad poblacional:

número de individuos por área. Suele expresarse por km² o 100 hectáreas.

Abundancia poblacional:

indicador de la representación relativa de una especie en un hábitat o en un terreno. Sirve para establecer tendencias poblacionales a nivel temporal o espacial, por ejemplo, aunque se desconozca la densidad poblacional real.

Sobreabundancia:

situación que se produce cuando la elevada densidad poblacional de una especie coincide con impactos negativos evidentes sobre la propia especie, sobre otras especies, o sobre el ecosistema.

Capacidad de carga:

tamaño máximo de una población que puede soportar el ambiente en un período determinado. La alimentación suplementaria eleva artificialmente la capacidad de carga.

Capacidad de carga social:

tamaño máximo de una población que la sociedad está dispuesta a tolerar en función de condicionantes como daños a la agricultura o atropellos de fauna. Suele situarse muy por debajo de la capacidad de carga.

Alimentación artificial:

suministro continuado de alimento con el objetivo de mejorar la calidad de los trofeos y aumentar la densidad poblacional.

Cebado:

suministro puntual de alimento en un lugar con el fin de atraer a los animales a esa zona para cazarlos, capturarlos o medicarlos.

Mejora del hábitat:

conjunto de acciones de manejo encaminadas a aumentar la capacidad de carga natural del hábitat.

Rendimiento máximo sostenible:

nivel más elevado de individuos en promedio, que pueden extraerse continuamente de una población sin que ello afecte al tamaño poblacional del año siguiente.

Gestión sostenible:

manejo de una población cuyo objetivo es asegurar la disponibilidad de recursos, manteniendo un equilibrio entre la densidad de individuos y la capacidad de carga del entorno.

Gestión adaptativa:

proceso estructurado e iterativo de toma de decisiones con el objetivo de reducir la incertidumbre a lo largo del tiempo a través del monitoreo del sistema.

Tasa de reclutamiento:

proporción de la población que accede a la reproducción en un periodo de tiempo determinado (porcentaje de la población que accede a la población adulta, suele ser anual) y suele estimarse como la proporción de jóvenes entre 1 y 2 años.

Tasa de mortalidad:

proporción de la población que muere en un periodo de tiempo determinado (porcentaje de la población que muere, normalmente durante un año).

Tasa de extracción:

proporción de la población que es eliminada mediante un aprovechamiento humano en un periodo de tiempo determinado, en este caso a través de la caza o el control poblacional.

Plasticidad ecológica:

capacidad de un organismo para resistir un rango de variaciones en los factores ambientales que pueden limitar su supervivencia.



REFERENCIAS

- Acevedo-Whitehouse, K., Vicente, J., Gortazar, C., Höfle, U., Fernández-De-Mera, I.G., Amos, W., 2005. Genetic resistance to bovine tuberculosis in the Iberian wild boar. *Mol. Ecol.* 14, 3209–3217. doi:10.1111/j.1365-294X.2005.02656.x
- Acevedo, P., Ruiz-Fons, F., Vicente, J., Reyes-García, A.R., Alzaga, V., Gortázar, C., 2008. Estimating red deer abundance in a wide range of management situations in Mediterranean habitats. *J. Zool.* 276, 37–47. doi:10.1111/j.1469-7998.2008.00464.x
- Acevedo, P., Vicente, J., Höfle, U., Cassinello, J., Ruiz-Fons, F., Gortazar, C., 2007. Estimation of European wild boar relative abundance and aggregation: A novel method in epidemiological risk assessment. *Epidemiol. Infect.* 135, 519–527. doi:10.1017/S0950268806007059
- Armenteros, J.Á., Barasona, J.Á., Boadella, M., Acevedo, P., Gortázar, C., Vicente, J., 2013. Una propuesta para considerar aspectos sanitarios en la regulación cinegética. *Ecosistemas* 22, 54–60. doi:10.7818/ecos.2013.22-2.09
- Balseiro, A., Rodríguez, O., González-Quirós, P., Merediz, I., Sevilla, I.A., Davé, D., Dalley, D.J., Lesellier, S., Chambers, M.A., Bezos, J., Muñoz, M., Delahay, R.J., Gortázar, C., Prieto, J.M., 2011. Infection of Eurasian badgers (*Meles meles*) with *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium avium* complex in Spain. *Vet. J.* 190, e21–e25. doi:10.1016/j.tvjl.2011.04.012
- Barasona, J.A., Latham, M.C., Acevedo, P., Armenteros, J.A., Latham, A.D.M., Gortazar, C., Carro, F., Soriguer, R.C., Vicente, J., 2014. 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., Torres, M.J., Aznar, J., Gortázar, C., Vicente, J., 2017a. DNA Detection Reveals *Mycobacterium tuberculosis* Complex Shedding Routes in Its Wildlife Reservoir the Eurasian Wild Boar. *Transbound. Emerg. Dis.* 64, 906–915. doi:10.1111/tbed.12458
- 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., 2017b. 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
- 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

- Beltrán-Beck, B., De La Fuente, J., Garrido, J.M., Aranaz, A., Sevilla, I., Villar, M., Boadella, M., Galindo, R.C., Pérez De La Lastra, J.M., Moreno-Cid, J.A., Fernández De Mera, I.G., Alberdi, P., Santos, G., Ballesteros, C., Lyashchenko, K.P., Minguijón, E., Romero, B., De Juan, L., Domínguez, L., Juste, R., Gortazar, C., 2014. Oral vaccination with heat inactivated *Mycobacterium bovis* activates the complement system to protect against tuberculosis. PLoS One 9. doi:10.1371/journal.pone.0098048
- 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
- Bode, M., Wintle, B., 2010. How to build an efficient conservation fence: Contributed paper. Conserv. Biol. 24, 182–188. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01291.x
- Boone, R.B., Hobbs, N.T., 2004. Lines around fragments: Effects of fencing on large herbivores, in: African Journal of Range and Forage Science. doi:10.2989/10220110409485847
- Bragina, E. V., Ives, A.R., Pidgeon, A.M., Kuemmerle, T., Baskin, L.M., Gubar, Y.P., Piquer-Rodríguez, M., Keuler, N.S., Petrosyan, V.G., Radeloff, V.C., 2015. Rapid declines of large mammal populations after the collapse of the Soviet Union. Conserv. Biol. 29, 844–853. doi:10.1111/cobi.12450
- 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
- Burns, B., Innes, J., Day, T., 2012. The use and potential of pest-proof fencing for ecosystem restoration and fauna conservation in New Zealand, in: Fencing for Conservation: Restriction of Evolutionary Potential Or a Riposte to Threatening Processes? pp. 65–90. doi:10.1007/978-1-4614-0902-1_5
- 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., 2018. 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
- Carpio, A.J., Apollonio, M., Acevedo, P., 2021. Wild ungulate overabundance in Europe: contexts, causes, monitoring and management recommendations. Mamm. Rev. 51, 95–108. doi:10.1111/mam.12221
- Carranza, J., 1999. Aplicaciones de la Etología al manejo de las poblaciones de ciervo en el suroeste de la Península Ibérica: producción y conservación. Etología 7, 5–18.
- Carrasco-García, R., 2015. Factores de riesgo de transmisión de enfermedades en ungulados cinegéticos del centro y sur de España. UCLM.

- Carrasco-García, R., Barroso, P., Perez-Olivares, J., Montoro, V., Vicente, J., 2018. Consumption of big game remains by scavengers: A potential risk as regards disease transmission in central Spain. *Front. Vet. Sci.* 5. doi:10.3389/fvets.2018.00004
- Castillo, L., Fernandez-Llario, P., Mateos, C., Carranza, J., Benitez-Medina, J.M., Garcia-Jimenez, W., Bermejo-Martin, F., Hermoso de Mendoza, J., 2011. Management practices and their association with *Mycobacterium tuberculosis* complex prevalence in red deer populations in Southwestern Spain. *Prev. Vet. Med.* 98, 58–63. doi:10.1016/j.prevetmed.2010.11.008
- Caughley, G., 1981. Overpopulation. In problems in management of locally abundant wild mammals. New-York Acad.
- Che'Amat, A., Armenteros, J.A., González-Barrio, D., Lima, J.F., Díez-Delgado, I., Barasona, J.A., Romero, B., Lyashchenko, K.P., Ortiz, J.A., Gortázar, C., 2016. Is targeted removal a suitable means for tuberculosis control in wild boar? *Prev. Vet. Med.* 135, 132–135. doi:10.1016/j.prevetmed.2016.11.002
- Clevenger, A.P., Chruszcz, B., Gunson, K.E., 2002. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biol. Conserv.* 109, 15–26. doi:10.1016/S0006-3207(02)00127-1
- Corn, J.L., Nettles, V.F., 2001. Health protocol for translocation of free-ranging elk. *J. Wildl. Dis.* 37, 413–426. doi:10.7589/0090-3558-37.3.413
- Cornwall, W., 2016. To save caribou, Alberta wants to fence them in: Controversial proposal envisions the construction of a massive, predator-free pen. *Science* (80-). doi:10.1126/science.353.6297.333
- Cosgrove, M.K., O'Brien, D.J., Ramsey, D.S.L., 2018. Baiting and feeding revisited: Modeling factors influencing transmission of tuberculosis among Deer and to Cattle. *Front. Vet. Sci.* 5. doi:10.3389/fvets.2018.00306
- 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
- Durant, S.M., Becker, M.S., Creel, S., Bashir, S., Dickman, A.J., Beudels-Jamar, R.C., Lichtenfeld, L., Hilborn, R., Wall, J., Wittemyer, G., Badamjav, L., Blake, S., Boitani, L., Breitenmoser, C., Broekhuis, F., Christianson, D., Cozzi, G., Davenport, T.R.B., Deutsch, J., Devillers, P., Dollar, L., Dolrenry, S., Douglas-Hamilton, I., Dröge, E., FitzHerbert, E., Foley, C., Hazzah, L., Hopcraft, J.G.C., Ikanda, D., Jacobson, A., Joubert, D., Kelly, M.J., Milanzi, J., Mitchell, N., M'Soka, J., Msuha, M., Mweetwa, T., Nyahongo, J., Rosenblatt, E., Schuette, P., Sillero-Zubiri, C., Sinclair, A.R.E., Stanley Price, M.R., Zimmermann, A., Pettorelli, N., 2015. Developing fencing policies for dryland ecosystems. *J. Appl. Ecol.* 52, 544–551. doi:10.1111/1365-2664.12415
- ENETWILD, Grignolio, S., Apollonio, M., Brivio, F., Vicente, J., Acevedo, P., P., P., Petrovic, K., Keuling, O., 2020a. Guidance on estimation of abundance and density data of wild ruminant population: methods, challenges, possibilities. *EFSA Support. Publ.* 17. doi:10.2903/sp.efsa.2020.en-1876

- ENETWILD, Keuling, O., Sange, M., Acevedo, P., Podgorski, T., Smith, G., Scandura, M., Apollonio, M., Ferroglio, E., Vicente, J., 2018. Guidance on estimation of wild boar population abundance and density: methods, challenges, possibilities. *EFSA Support. Publ.* 15, 1449E. doi:10.2903/sp.efsa.2018.en-1449
- ENETWILD, T, P., P, A., M, A., T, Berezowska-Cnota, C, B., JA, B., T, Borowik, G, G., D, H., O, K., R, K., B, M., FU, M., A, O., M, S., K, S., N, S., A, S., S, S., R, V., J, V., 2020b. Guidance on estimation of abundance and density of wild carnivore population: methods, challenges, possibilities. *EFSA Support. Publ.* 17, 1947E. doi:10.2903/sp.efsa.2020.en-1947
- Fernández-de-Mera, I.G., Gortazar, C., Vicente, J., Höfle, U., Fierro, Y., 2003. Wild boar helminths: Risks in animal translocations. *Vet. Parasitol.* 115, 335–341. doi:10.1016/S0304-4017(03)00211-5
- Fernández-de-Mera, I.G., Vicente, J., Höfle, U., Fons, F.R., Ortiz, J.A., Gortázar, C., 2009a. Factors affecting red deer skin test responsiveness to bovine and avian tuberculin and to phytohaemagglutinin. *Prev. Vet. Med.* 90, 119–126. doi:10.1016/j.prevetmed.2009.04.005
- Fernández-de-Mera, I.G., Vicente, J., Naranjo, V., Fierro, Y., Garde, J.J., de la Fuente, J., Gortazar, C., 2009b. Impact of major histocompatibility complex class II polymorphisms on Iberian red deer parasitism and life history traits. *Infect. Genet. Evol.* 9, 1232–1239. doi:10.1016/j.meegid.2009.07.010
- Fernández-de-Mera, I.G., Vicente, J., Pérez De La Lastra, J.M., Mangold, A.J., Naranjo, V., Fierro, Y., De La Fuente, J., Gortázar, C., 2009c. Reduced major histocompatibility complex class II polymorphism in a hunter-managed isolated Iberian red deer population. *J. Zool.* 277, 157–170. doi:10.1111/j.1469-7998.2008.00524.x
- Garner, M.S., 2001. Movement Patterns and Behavior at Winter- Feeding and Fall Baiting Stations in a Population of White-Tailed Deer Infected with Bovine Tuberculosis in the Northeastern Lower Peninsula of Michigan. *Agriculture*. Michigan State University, East Lansing, USA.
- González-Crespo, C., Serrano, E., Cahill, S., Castillo-Contreras, R., Cabañeros, L., López-Martín, J.M., Roldán, J., Lavín, S., López-Olvera, J.R., 2018. Stochastic assessment of management strategies for a Mediterranean peri-urban wild boar population. *PLoS One* 13, e0202289. doi:10.1371/journal.pone.0202289
- Gortázar, C., Acevedo, P., Ruiz-Fons, F., Vicente, J., 2006. Disease risks and overabundance of game species. *Eur. J. Wildl. Res.* 52, 81–87. doi:10.1007/s10344-005-0022-2
- Gortázar, C., Díez-Delgado, I., Barasona, J.A., Vicente, J., De La Fuente, J., Boadella, M., 2015. The Wild Side of Disease Control at the Wildlife-Livestock-Human Interface: A Review. *Front. Vet. Sci.* doi:10.3389/fvets.2014.00027
- 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., Ferroglio, E., Höfle, U., Frölich, K., Vicente, J., 2007. Diseases shared between wildlife and livestock: A European perspective. *Eur. J. Wildl. Res.* 53, 241–256. doi:10.1007/s10344-007-0098-y
- Gortázar, C., Torres, M.J., Vicente, J., Acevedo, P., Reglero, M., de la Fuente, J., Negro, J.J., Aznar-Martín, J., 2008. Bovine tuberculosis in Doñana Biosphere Reserve: The role of wild ungulates as disease reservoirs in the last Iberian lynx strongholds. *PLoS One* 3, e2776–e2776. doi:10.1371/journal.pone.0002776
- 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
- Hayward, M.W., Kerley, G.I.H., 2009. Fencing for conservation: Restriction of evolutionary potential or a riposte to threatening processes? *Biol. Conserv.* doi:10.1016/j.biocon.2008.09.022
- Hickling, G.J., 2002. Dynamics of bovine tuberculosis in wild white-tailed deer in Michigan.
- Höfle, U., Vicente, J., Nagore, D., Hurtado, A., Peña, A., Fuente, J.D. La, Gortazar, C., 2004. The risks of translocating wildlife: Pathogenic infection with *Theileria* sp. and *Elaeophora elaphi* in an imported red deer. *Vet. Parasitol.* 126, 387–395. doi:10.1016/j.vetpar.2004.07.026
- Honda, T., Kubota, Y., Ishizawa, Y., 2020. Ungulates-exclusion gates as an adjoining facility to crop damage prevention fences. *Eur. J. Wildl. Res.* 66. doi:10.1007/s10344-020-1362-7
- Horan, R.D., Wolf, C.A., 2005. The economics of managing infectious wildlife disease. *Am. J. Agric. Econ.* 87, 537–551. doi:10.1111/j.1467-8276.2005.00746.x
- Houston, D.C., Cooper, J.E., 1975. The digestive tract of the whiteback griffon vulture and its role in disease transmission among wild ungulates. *J. Wildl. Dis.* 11, 306–313. doi:10.7589/0090-3558-11.3.306
- Jennelle, C.S., Samuel, M.D., Nolden, C.A., Berkley, E.A., 2009. Deer Carcass Decomposition and Potential Scavenger Exposure to Chronic Wasting Disease. *J. Wildl. Manage.* 73, 655–662. doi:10.2193/2008-282
- Jo, Y.S., Gortázar, C., 2020. African swine fever in wild boar, South Korea, 2019. *Transbound. Emerg. Dis.* 67, 1776–1780. doi:10.1111/tbed.13532
- Jori, F., Etter, E., 2016. Transmission of foot and mouth disease at the wildlife/livestock interface of the Kruger National Park, South Africa: Can the risk be mitigated? *Prev. Vet. Med.* 126, 19–29. doi:10.1016/j.prevetmed.2016.01.016
- Keuling, O., Strauß, E., Siebert, U., 2016. Regulating wild boar populations is “somebody else’s problem”! - Human dimension in wild boar management. *Sci. Total Environ.* 554–555, 311–319. doi:10.1016/j.scitotenv.2016.02.159

- Kock, R.A., Woodford, M.H., Rossiter, P.B., 2010. Disease risks associated with the translocation of wildlife. *OIE Rev. Sci. Tech.* 29, 329–350. doi:10.20506/rst.29.2.1980
- 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., Vicente, J., Keuling, O., Acevedo, P., 2021. Spatial ecology of wild boar in Mediterranean Ecosystems under different land uses. Press.
- MAPAMA, 2017. Plan de Actuación frente a TUBerculosis en Especies Silvestres (PATUBES).
- Masot, A.J., Gil, M., Risco, D., Jiménez, O.M., Núñez, J.I., Redondo, E., 2017. Pseudorabies virus infection (Aujeszky's disease) in an Iberian lynx (*Lynx pardinus*) in Spain: A case report. *BMC Vet. Res.* 13. doi:10.1186/s12917-016-0938-7
- Mateo-Tomás, P., Olea, P.P., Moleón, M., Vicente, J., Botella, F., Selva, N., Viñuela, J., Sánchez-Zapata, J.A., 2015. From regional to global patterns in vertebrate scavenger communities subsidized by big game hunting. *Divers. Distrib.* 21, 913–924. doi:10.1111/ddi.12330
- McCallum, H., Barlow, N., Hone, J., 2001. How should pathogen transmission be modelled? *Trends Ecol. Evol.* doi:10.1016/S0169-5347(01)02144-9
- Miller, R., Kaneene, J.B., Fitzgerald, S.D., Schmitt, S.M., 2003. Evaluation of the influence of supplemental feeding of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) on the prevalence of bovine tuberculosis in the Michigan wild deer population. *J. Wildl. Dis.* 39, 84–95. doi:10.7589/0090-3558-39.1.84
- Miller, R.S., Sweeney, S.J., 2013. *Mycobacterium bovis* (bovine tuberculosis) infection in North American wildlife: Current status and opportunities for mitigation of risks of further infection in wildlife populations. *Epidemiol. Infect.* 141, 1357–1370. doi:10.1017/S0950268813000976
- Milner, J.M., Bonenfant, C., Mysterud, A., Gaillard, J.M., Csányi, S., Stenseth, N.C., 2006. Temporal and spatial development of red deer harvesting in Europe: Biological and cultural factors. *J. Appl. Ecol.* 43, 721–734. doi:10.1111/j.1365-2664.2006.01183.x
- Moreno-Opo, R., Margalida, A., García, F., Arredondo, Á., Rodríguez, C., González, L.M., 2012. Linking sanitary and ecological requirements in the management of avian scavengers: Effectiveness of fencing against mammals in supplementary feeding sites. *Biodivers. Conserv.* 21, 1673–1685. doi:10.1007/s10531-012-0270-x
- Mysterud, A., Rolandsen, C.M., 2019. Fencing for wildlife disease control. *J. Appl. Ecol.* 56, 519–525. doi:10.1111/1365-2664.13301
- Naranjo, V., Ayoubi, P., Vicente, J., Ruiz-Fons, F., Gortazar, C., Kocan, K.M., de la Fuente, J., 2006a. Characterization of selected genes upregulated in non-tuberculous European wild boar as possible correlates of resistance to *Mycobacterium bovis* infection. *Vet. Microbiol.* 116, 224–231. doi:10.1016/j.vetmic.2006.03.013

- Naranjo, V., Höfle, U., Vicente, J., Martín, M.P., Ruiz-Fons, F., Gortazar, C., Kocan, K.M., De La Fuente, J., 2006b. Genes differentially expressed in oropharyngeal tonsils and mandibular lymph nodes of tuberculous and nontuberculous European wild boars naturally exposed to *Mycobacterium bovis*. *FEMS Immunol. Med. Microbiol.* 46, 298–312. doi:10.1111/j.1574-695X.2005.00035.x
- O'Brien, D.J., Schmitt, S.M., Fitzgerald, S.D., Berry, D.E., Hickling, G.J., 2006. Managing the wild-life reservoir of *Mycobacterium bovis*: The Michigan, USA, experience. *Vet. Microbiol.* 112, 313–323. doi:10.1016/j.vetmic.2005.11.014
- O'Neill, X., White, A., Ruiz-Fons, F., Gortázar, C., 2020. Modelling the transmission and persistence of African swine fever in wild boar in contrasting European scenarios. *Sci. Rep.* 10, 1–10. doi:10.1038/s41598-020-62736-y
- Osipova, L., Okello, M.M., Njumbi, S.J., Ngene, S., Western, D., Hayward, M.W., Balkenhol, N., 2018. Fencing solves human-wildlife conflict locally but shifts problems elsewhere: A case study using functional connectivity modelling of the African elephant. *J. Appl. Ecol.* doi:10.1111/1365-2664.13246
- Palmer, M. V., Waters, W.R., Whipple, D.L., 2004. 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
- Palmer, M. V., Whipple, D.L., Olsen, S.C., 1999. Development of a Model of Natural Infection With *Mycobacterium Bovis* in White-Tailed Deer. *J. Wildl. Dis.* 35, 450–457. doi:10.7589/0090-3558-35.3.450
- Palmer, M. V., Whipple, D.L., Waters, W.R., 2001. Experimental deer-to-deer transmission of *Mycobacterium bovis*. *Am. J. Vet. Res.* 62, 692–696. doi:10.2460/ajvr.2001.62.692
- Parker, H.A., Larkin, J.T., Heggenstaller, D., Duchamp, J., Tyree, M.C., Rushing, C.S., Just Domo-to, E., Larkin, J.L., 2020. Evaluating the impacts of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) browsing on vegetation in fenced and unfenced timber harvests. *For. Ecol. Manage.* 473. doi:10.1016/j.foreco.2020.118326
- 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, J., Calzada, J., León-Vizcaíno, L., Cubero, M.J., Velarde, J., Mozos, E., 2001. Tuberculosis in an Iberian lynx (*Lynx pardinus*). *Vet. Rec.* doi:10.1136/vr.148.13.414
- Probst, C., Globig, A., Knoll, B., Conraths, F.J., Depner, K., 2017. Behaviour of free ranging wild boar towards their dead fellows: Potential implications for the transmission of African swine fever. *R. Soc. Open Sci.* 4. doi:10.1098/rsos.170054

- 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
- Putman, R.J., Staines, B.W., 2004. Supplementary winter feeding of wild red deer *Cervus elaphus* in Europe and North America: Justifications, feeding practice and effectiveness. *Mamm. Rev.* 34, 285–306. doi:10.1111/j.1365-2907.2004.00044.x
- Queirós, J., Alves, P.C., Vicente, J., Gortázar, C., De La Fuente, J., 2018. Genome-wide associations identify novel candidate loci associated with genetic susceptibility to tuberculosis in wild boar. *Sci. Rep.* 8. doi:10.1038/s41598-018-20158-x
- Queirós, J., Vicente, J., Alves, P.C., de la Fuente, J., Gortazar, C., 2016. Tuberculosis, genetic diversity and fitness in the red deer, *Cervus elaphus*. *Infect. Genet. Evol.* 43, 203–212. doi:10.1016/j.meegid.2016.05.031
- Quirós-Fernández, F., Marcos, J., Acevedo, P., Gortázar, C., 2017. Hunters serving the ecosystem: the contribution of recreational hunting to wild boar population control. *Eur. J. Wildl. Res.* doi:10.1007/s10344-017-1107-4
- Ragg, J.R., Mackintosh, C.G., Moller, H., 2000. The scavenging behaviour of ferrets (*Mustela furo*), feral cats (*Felis domesticus*), possums (*Trichosurus vulpecula*), hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) and harrier hawks (*Circus approximans*) on pastoral farmland in New Zealand. *N. Z. Vet. J.*
- Robinson, S.J., Samuel, M.D., Rolley, R.E., Shelton, P., 2013. Using landscape epidemiological models to understand the distribution of chronic wasting disease in the Midwestern USA. *Landsc. Ecol.* 28, 1923–1935. doi:10.1007/s10980-013-9919-4
- Rodríguez-Hidalgo, P., Gortazar, C., Tortosa, F.S., Rodríguez-Vigal, C., Fierro, Y., Vicente, J., 2010. Effects of density, climate, and supplementary forage on body mass and pregnancy rates of female red deer in Spain. *Oecologia* 164, 389–398. doi:10.1007/s00442-010-1663-8
- San Miguel, A., Perez-Carral, C., Roig, S., 1999. Deer and traditional agrosilvopastoral systems of Mediterranean Spain. A new problem of sustainability for a new concept of land use. *Cah. Options Mediterr.* 39, 261–264.
- Santos, N., Almeida, V., Gortázar, C., Correia-Neves, M., 2015. Patterns of *Mycobacterium tuberculosis-complex* excretion and characterization of super-shedders in naturally-infected wild boar and red deer. *Vet. Res.* 46, 129. doi:10.1186/s13567-015-0270-4
- Santos, N., Galdes, M., Afonso, A., Almeida, V., Correia-Neves, M., 2010. Diagnosis of tuberculosis in the wild boar (*Sus scrofa*): A comparison of methods applicable to hunter-harvested animals. *PLoS One* 5, 1–8. doi:10.1371/journal.pone.0012663
- Schmitt, S.M., Fitzgerald, S.D., Cooley, T.M., Bruning-Fann, C.S., Sullivan, L., Berry, D., Carlson, T., Minnis, R.B., Payeur, J.B., Sikarskie, J., 1997. Bovine Tuberculosis in Free-Ranging White-Tailed Deer From Michigan. *J. Wildl. Dis.* 33, 749–758. doi:10.7589/0090-3558-33.4.749

- Smith, B.L., Roffe, T., 1994. Diseases among elk of the Yellowstone ecosystem, in: Van Hoven, W., Ebedes, H., Conroy, A. (Eds.), *Wildlife Ranching: A Celebration of Diversity*. University of Pretoria Press, Pretoria, South Africa, pp. 162–166.
- Smith, D., King, R., Allen, B.L., 2020. Impacts of exclusion fencing on target and non-target fauna: a global review. *Biol. Rev.* 95, 1590–1606. doi:10.1111/brv.12631
- Sorensen, A., van Beest, F.M., Brook, R.K., 2014. Impacts of wildlife baiting and supplemental feeding on infectious disease transmission risk: A synthesis of knowledge. *Prev. Vet. Med.* 113, 356–363. doi:10.1016/j.prevetmed.2013.11.010
- 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
- Thompson, A.K., Samuel, M.D., Van Deelen, T.R., 2008. Alternative Feeding Strategies and Potential Disease Transmission in Wisconsin White-Tailed Deer. *J. Wildl. Manage.* 72, 416–421. doi:10.2193/2006-543
- 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
- Valente, A.M., Acevedo, P., Figueiredo, A.M., Fonseca, C., Torres, R.T., 2020. Overabundant wild ungulate populations in Europe: management with consideration of socio-ecological consequences. *Mamm. Rev.* doi:10.1111/mam.12202
- 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., Carrasco, R., Acevedo, P., Montoro, V., Gortázar, C., 2011. Big game waste management: Sanitary and ecological implications. *Integr. Waste Manag.* Vol. II. doi:10.5772/21426
- Vicente, J., Fierro, Y., Martínez, M., Gortázar, C., 2004. Long-term epidemiology, effect on body condition and interspecific interactions of concomitant infection by nasopharyngeal bot fly larvae (*Cephenemyia auribarbis* and *Pharyngomyia picta*, *Oestridae*) in a population of Iberian red deer (<i>Cerv. Parasitology 129, 349–361. doi:10.1017/S0031182004005578
- Vicente, J., Höfle, U., Fernández-De-Mera, I.G., Gortazar, C., 2007a. The importance of parasite life history and host density in predicting the impact of infections in red deer. *Oecologia* 152, 655–664. doi:10.1007/s00442-007-0690-6
- Vicente, J., Höfle, U., Garrido, J.M., Fernández-De-Mera, I.G., Acevedo, P., Juste, R., Barral, M., Gortazar, C., 2007b. 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

- Vicente, J., Vercauteren, K.C., Gortázar, C., 2021. Diseases at the Wildlife - Livestock Interface: Research and Perspectives in a Changing World. Springer.
- Vicente, J., VerCauteren, K., 2019. The Role of Scavenging in Disease Dynamics. pp. 161–182. doi:10.1007/978-3-030-16501-7_7
- Wobeser, G., 2002. Disease management strategies for wildlife. OIE Rev. Sci. Tech. 21, 159–178. doi:10.20506/rst.21.1.1326
- Wolfe, L.L., Watry, M.K., Sirochman, M.A., Sirochman, T.M., Miller, M.W., 2018. Evaluation of a test and cull strategy for reducing prevalence of chronic wasting disease in mule deer (*Odocoileus hemionus*). J. Wildl. Dis. 54, 511–519. doi:10.7589/2018-01-015
- Woodroffe, R., Hedges, S., Durant, S.M., 2014. To fence or not to fence. Science (80-.). doi:10.1126/science.1246251
- Xu, W., Dejid, N., Herrmann, V., Sawyer, H., Middleton, A.D., 2021. Barrier Behaviour Analysis (BaBA) reveals extensive effects of fencing on wide-ranging ungulates. J. Appl. Ecol. 1365-2664.13806. doi:10.1111/1365-2664.13806

**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



Cofinanciado al 80% con fondos FEADER
y un importe total de 444.167,73€



PNDP
Programa Nacional
de Desarrollo Rural
2014-2020

ISBN 978-84-09-31694-6



9 788409 316946