

Directrices para el control del complejo *Mycobacterium tuberculosis* en el ganado

Más allá del diagnóstico y sacrificio



Cita requerida: Organización Mundial de Sanidad Animal (2025). – *Directrices para el control del complejo Mycobacterium tuberculosis en el ganado. Más allá del diagnóstico y sacrificio*. París, 37 pp. <https://doi.org/10.20506/OMSA.3573>. Licencia: CC BY-SA 3.0 IGO.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican la expresión de juicio alguno por parte de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) sobre la condición jurídica o el grado de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, sus autoridades o la demarcación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la OMSA los apruebe o recomiende con preferencia respecto a otros de naturaleza similar que no se mencionen.

La responsabilidad en cuanto a la interpretación y el uso del presente material recaerá sobre el lector, y la OMSA no será en ningún caso responsable de los daños derivados de dicha interpretación o uso. Las opiniones que figuran en el presente producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o las políticas de la OMSA.

© OMSA, 2025



Algunos derechos reservados. Esta obra se distribuye bajo la licencia *Creative Commons* Atribución-CompartirIgual 3.0 Organizaciones Intergubernamentales (CC BY-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/legalcode>). De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra, siempre que se cite correctamente. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la OMSA refrenda una organización, producto o servicio específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la OMSA. En caso de adaptación, a la obra resultante se le debe conceder la misma licencia o una licencia equivalente de *Creative Commons*. En caso de traducción de la presente obra, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la cita requerida: «La presente traducción no es obra de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA). La OMSA no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en inglés será el texto autorizado».

Toda controversia que surja en el marco de la licencia y que no pueda resolverse de forma amistosa se resolverá a través de mediación y arbitraje según lo dispuesto en el Artículo 8 de la licencia, a no ser que se disponga lo contrario en el presente documento. Las reglas de mediación aplicables serán las del Reglamento de Mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (<https://www.wipo.int/amc/es/mediation/rules/index.html>), y todo arbitraje se llevará a cabo de conformidad con el Reglamento de Arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI).

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, como tablas, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización, así como obtener la autorización del titular de los derechos de autor. El riesgo de que la infracción de los derechos de uso de un elemento propiedad de terceros genere alguna reclamación recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y concesión de licencias. Los productos informativos de la OMSA están disponibles en su sitio web (<https://www.woah.org/es/inicio/>) y pueden adquirirse a través de <https://www.woah.org/es/ebookshop/>.

Imagen de portada: © Getty

Diseño gráfico: P. Blandín Studio

Índice

LISTA DE CUADROS Y TABLAS	4
SIGLAS	5
AGRADECIMIENTOS	6
1. Introducción	7
1.1. Cómo se han elaborado estas directrices	8
1.2. Cómo usar las directrices	9
1.3. ¿Qué resultado se espera de la aplicación de las directrices?	10
2. Por dónde empezar	11
2.1. Estado actual de la tuberculosis bovina en el país	11
2.2. Recursos e infraestructura	11
2.2.1. Marcos reglamentarios y programas de control	11
2.2.2. Capacidad técnica y formación	12
2.2.3. Movilización de recursos	13
2.2.4. Participación de socios y partes interesadas	13
2.2.5. Sensibilización y comunicación	14
3. Estrategias de control	15
3.1. Vigilancia	15
3.1.1. Vigilancia <i>ante-mortem</i>	15
3.1.2. Vigilancia <i>post-mortem</i>	17
3.2. Bioseguridad general, gestión de enfermedades y control dirigido	18
3.2.1. Reducción de la transmisión intra e inter-rebaño de las especies del MTBC	18
3.2.2. Interacciones entre el ganado y la fauna silvestre y riesgo de transmisión de especies del MTBC	25
3.2.3. Reducción del riesgo de transmisión zoonótica	27
4. Investigación operativa	30
5. Conclusión	31
APÉNDICE 1	
Escenarios para países con distintos grados de disponibilidad de recursos y contextos epidemiológicos	32
REFERENCIAS	36

Lista de cuadros y tablas

		Pág.
Cuadro 1	Mejores prácticas para evaluar la carga epidemiológica de las especies del MTBC y de la TBb en un país	11
Cuadro 2	Orientación para elaborar un marco reglamentario	12
Cuadro 3	Orientación sobre capacidad técnica y formación	12
Cuadro 4	Orientación para identificar socios y partes interesadas públicos y privados	13
Cuadro 5	Orientación sobre sensibilización y comunicación	14
Cuadro 6	Orientación sobre el uso de pruebas y metodologías para detectar y diagnosticar la infección por MTBC y la TBb en animales	17
Cuadro 7	Orientación sobre la vigilancia en mataderos	18
Cuadro 8	Orientación para reducir la transmisión de las especies del MTBC entre animales y rebaños mediante el control de los desplazamientos de animales	19
Cuadro 9	Mejores prácticas de limpieza y desinfección de explotaciones para controlar las especies del MTBC	20
Cuadro 10	Mejores prácticas para la gestión de animales reaccionantes (positivos en la prueba)	21
Cuadro 11	Mejores prácticas para el diagnóstico y segregación	22
Cuadro 12	Mejores prácticas para el uso de la vacuna BCG en el ganado	24
Cuadro 13	Mejores prácticas para minimizar el riesgo de transmisión del MTBC entre el ganado y la fauna silvestre	27
Cuadro 14	Mejores prácticas en cuanto a la TBb zoonótica	28
Cuadro 15	Otras consideraciones	29
Tabla 1	Resumen de pruebas para la detección del MTBC en el ganado	17

Siglas

BCG	Bacilo de Calmette–Guérin
DIVA	prueba diseñada para distinguir animales infectados de animales vacunados
ELISA	enzimoinmunoanálisis
ESAT-6 / CFP10	proteína de fusión recombinante usada como reactivo en la prueba intradérmica para detectar la infección por <i>M. tuberculosis</i>
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
IGRA/IFN-γ	ensayo de liberación del interferón gamma
M. tb	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>
MTBC	complejo <i>Mycobacterium tuberculosis</i>
MPB83 / MPB70	proteínas antigénicas específicas de <i>M. tb</i>
OMS	Organización Mundial de la Salud
OMSA	Organización Mundial de Sanidad Animal
PIMB	países de ingreso mediano-bajo
Rv3615c	proteína antigénica específica de <i>M. tuberculosis</i>
TB	tuberculosis
TBb	tuberculosis bovina (enfermedad)
Tbz	tuberculosis zoonótica
TST	prueba de la tuberculina intradérmica

Agradecimientos

La OMSA desea expresar su agradecimiento al Dr. Francisco Olea-Popelka, del Departamento de Epidemiología y Bioestadística, Universidad de Ontario Occidental, Canadá, y a la Dra. Paula I. Fujiwara, exdirectora científica de la Unión Internacional contra la Tuberculosis y Enfermedades Respiratorias, por haber dirigido la elaboración de estas directrices. La Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) también quiere dar las gracias a los expertos a los que se entrevistó y consultó, y que han contribuido tanto a establecer un marco como a orientar esta publicación.

Asimismo, la OMSA desea dar las gracias a los miembros del grupo *ad hoc* por revisar el trabajo y aportar sus conocimientos técnicos para la elaboración de estas directrices. Componen el grupo la Dra. Maria Laura Boschioli, de la *Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail*, Francia; el Dr. Tiny Hlokwé, de *ARC-Onderstepoort Veterinary Research*, Sudáfrica; el Dr. Vivek Kapur, de *Huck Institutes of the Life Sciences*, Universidad Estatal de Pennsylvania, Estados Unidos de América; la Sra. Timpiyan Leseni, de la *Talaku Community Based Organisation*, Kenia; el Dr. Alejandro Perera-Ortiz, de los *USDA/APHIS/VS-IS*, Embajada de los Estados Unidos en México; la Dra. Rea Tschopp, del *Swiss Tropical and Public Health Institute (Swiss TPH)*, Suiza; la Dra. Anna Dean, de la Organización Mundial de la Salud; la Dra. Junxia Song, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, y la Dra. Silvia Bellini, de la Comisión Científica para las Enfermedades Animales, OMSA. Esta iniciativa ha sido coordinada por los siguientes miembros del Departamento Científico de la OMSA: el Dr. Gregorio Torres, la Dra. Charmaine Chng, la Dra. Monal Daptardar y la Dra. Mariana Delgado.

La publicación ha sido posible gracias al generoso apoyo a la OMSA de los Centros para la Prevención y el Control de Enfermedades (EE. UU.) mediante un proyecto con financiación federal sobre «El refuerzo de los sistemas de sanidad animal para mejorar la prevención, la detección y la respuesta a las enfermedades zoonóticas emergentes».

Agradecemos también la orientación proporcionada por el *Survey Research Center* de la Universidad Estatal de Pennsylvania a la hora de elaborar herramientas para la expresión de la opinión de los expertos en los debates del grupo focal y en los protocolos de entrevista, así como por sus sugerencias sobre la encuesta en línea.

1. Introducción

Estas directrices tienen como objetivo ayudar a los Miembros de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) y a las partes interesadas de la industria ganadera a avanzar en el control de las infecciones por especies del complejo *Mycobacterium tuberculosis* (MTBC) y de la tuberculosis bovina (TBb), usando estrategias alternativas o complementarias al diagnóstico y sacrificio de animales. Complementan al marco reglamentario proporcionado por el *Código Sanitario para los Animales Terrestres (Código Terrestre)* [1] y al *Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres (Manual Terrestre)* [2] de la OMSA.

Las directrices proporcionan recomendaciones y orientación sobre aspectos clave para el control de las infecciones por especies del MTBC y de la TBb en el ganado que deben tenerse en cuenta para abordar los desafíos específicos a los que se enfrentan países con diversidad de características epidemiológicas, económicas y socioculturales. Estas directrices comienzan por el conocimiento de la situación epidemiológica de un país y de los recursos y la infraestructura necesarios para la detección de la TBb, y terminan con estrategias de control relevantes en distintos contextos. Las directrices se centran en especies de ganado y también abordan estrategias de control relacionadas con la fauna silvestre y con los aspectos zoonóticos de las especies del MTBC, aplicando el enfoque «Una sola salud».

Estas directrices están destinadas principalmente a los responsables de gestionar los riesgos de la TBb, como los directores de los servicios veterinarios de cada país, los Delegados de la OMSA y otras autoridades de salud humana o sanidad animal; también pueden ser de utilidad para proveedores de servicios técnicos y científicos, como veterinarios privados que participen en la implementación y mantenimiento de programas de control de la TBb. También se espera que estas directrices sean útiles

para los legisladores, las organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales (ONG) y para el sector ganadero privado.

El diagnóstico y sacrificio de cabezas de ganado para controlar e intentar eliminar la TBb se practica desde hace más de un siglo [3], porque retira de forma definitiva la fuente de infección de la población eliminando toda posibilidad de que continúe la propagación de especies del MTBC. Esta estrategia, acompañada de compensaciones financieras a los ganaderos, se ha aplicado con éxito en países de ingreso alto. En cambio, nunca se ha llegado a implementar del todo en la mayoría de los países de ingreso mediano-bajo, donde la enfermedad es endémica, debido a una combinación de razones económicas, relacionadas con las infraestructuras, culturales y religiosas.

En septiembre de 2020, un grupo *ad hoc* [4] de la OMSA sobre «Estrategias alternativas para el control y eliminación de la infección por el complejo *Mycobacterium tuberculosis* (MTBC) en el ganado» concluyó que era necesario obtener opiniones de expertos para determinar estrategias potenciales para el control de la TB en el ganado en países y regiones donde el diagnóstico y sacrificio no es factible o aceptable en la actualidad.

Estas directrices proceden de una revisión exhaustiva de la literatura científica (incluida la literatura gris relevante), de debates del grupo focal y de entrevistas con informadores clave a nivel global, así como de la información recopilada mediante una encuesta en línea realizada a un grupo ampliado de partes interesadas relevantes, como representantes gubernamentales, académicos, organizaciones económicas y agencias donantes, ganaderos y miembros de la comunidad, entre otros.

El control y eliminación de las especies del MTBC y de la TBb es un proceso a largo plazo, y ninguna estrategia de control es

suficiente por sí misma. Aunque, en teoría, la TBb en especies de ganado se cataloga como una única enfermedad, entre países e incluso entre zonas existen grandes diferencias en cuanto a la epidemiología, la presentación clínica, los sistemas de gestión y producción animal, las especies de fauna silvestre que actúan como reservorios y el riesgo zoonótico potencial. Por lo tanto, es necesario un «paquete» de intervenciones sostenibles y con base científica que se pueda adaptar a las necesidades específicas, a la epidemiología y a los desafíos de los distintos países afectados.

Estas directrices incorporan factores relacionados con la sanidad animal, con la transmisión de especies del MTBC entre distintos hospedadores en el ganado en distintos entornos, en la fauna silvestre y en humanos, y con las distintas características de las poblaciones animales y de las prácticas de gestión ganadera. Las directrices también consideran los factores sociales, culturales, políticos, económicos, legales y religiosos que pueden influir en el desarrollo y la sostenibilidad de estrategias para controlar la TBb en distintos contextos.

1.1. Cómo se han elaborado estas directrices

Para respaldar la «Hoja de ruta contra la tuberculosis zoonótica» [5], elaborada conjuntamente en 2017 por la OMSA, la Organización Mundial de la Salud (OMS), y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la Unión Internacional contra la Tuberculosis y Enfermedades Respiratorias y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades de los EE. UU. asignaron a la OMSA un proyecto sobre «El refuerzo de los sistemas de sanidad animal para mejorar la prevención, la detección y la respuesta a las enfermedades zoonóticas emergentes», que implicaba la elaboración de directrices sobre estrategias suplementarias para el control de la TBb en el ganado.

El objetivo era identificar estrategias diferentes del diagnóstico y sacrificio para controlar las infecciones por MTBC y la TBb en el ganado, mediante una revisión de la

literatura y la obtención de opiniones de expertos en debates del grupo focal, entrevistas y una encuesta en línea. Los expertos procedían de distintas disciplinas y entornos geográficos; eran, por ejemplo, personas que participaban en la cadena de suministro bovina, legisladores en materia de sanidad animal o salud pública, veterinarios de campo, epidemiólogos, comerciantes de carne y leche o grupos de ganaderos (tanto de vacuno de carne como de leche), entre otros.

Han dirigido este proyecto el Dr. Francisco Olea Popelka, del Departamento de Epidemiología y Bioestadística de la Universidad de Ontario Occidental, Canadá, y la Dra. Paula I. Fujiwara, exdirectora científica de la Unión Internacional contra la Tuberculosis y Enfermedades Respiratorias, en colaboración con la OMSA y su grupo *ad hoc* sobre estrategias alternativas para el control y eliminación de la infección por el complejo *Mycobacterium tuberculosis* (MTBC) en el ganado, formado por expertos de distintas disciplinas y entornos geográficos. El proyecto se llevó a cabo entre mayo de 2023 y marzo de 2024, con tres fases claramente diferenciadas pero relacionadas (véase la [Figura 1](#)).

FASE 1 Revisión de la literatura (de mayo a julio de 2023)

Se realizó una revisión exhaustiva de la literatura científica revisada por pares, usando los enfoques sistemáticos y estándar descritos en el documento sobre elementos de notificación preferentes para las revisiones sistemáticas y los metaanálisis (PRISMA, por sus siglas en inglés) [6]. También se incluyó literatura gris actual, como informes, documentos y manuales oficiales de gobiernos y organizaciones internacionales.

FASE 2 Obtención de opiniones de los expertos (de septiembre a octubre de 2023)

Se adoptó un enfoque multisectorial y multidisciplinar, con 23 participantes en debates del grupo focal, entrevistas y una encuesta

en línea distribuida a 215 personas en todo el mundo. Se analizaron datos cualitativos de los debates y las entrevistas mediante análisis temático reflexivo (ATR), aplicando el enfoque de Braun y Clarke [7], para identificar patrones entre las respuestas de los participantes. Las respuestas reflejaban diversas opiniones basadas en las distintas realidades de los países.

La tasa de cumplimentación de la encuesta fue del 46,5 % (100/215), con respuestas procedentes de 37 países de las cinco regiones de la OMSA. La mayoría de las personas que cumplimentaron la encuesta fueron académicos, investigadores y científicos (~64 %), pero también se recibieron respuestas de funcionarios gubernamentales, ONG, representantes de comunidades, grupos de ganaderos, del sector privado, organizaciones internacionales y consultores privados. Se analizaron los datos de la encuesta mediante estadística descriptiva estándar para evaluar y cuantificar las respuestas de los participantes.

FASE 3 Elaboración de las directrices (de noviembre a diciembre de 2023)

La información, los datos y los conocimientos obtenidos de la revisión de la literatura (fase 1) y de las opiniones de los expertos (fase 2) se usaron para elaborar el primer borrador de estas directrices, centrándose en las estrategias más allá del diagnóstico y sacrificio de animales. El primer borrador se compartió en diciembre de 2023 con los miembros del grupo *ad hoc* de la OMSA,

antes de la reunión presencial de tres días que tuvo lugar en enero de 2024.

REUNIÓN Y DEBATE DEL GRUPO AD HOC (16-18 de enero de 2024)

La OMSA convocó una reunión presencial en su sede, en París, Francia. Los consultores presentaron los hallazgos de las fases 1 y 2, así como el primer borrador de las directrices, a expertos en infección por MTBC y en TBb y a personal técnico de la OMSA. Después, los participantes compartieron conocimientos y sugerencias, y alcanzaron un consenso sobre cómo deberían finalizarse las directrices, cómo presentarlas y cómo comunicarlas a las partes interesadas pertinentes.

1.2. Cómo usar las directrices

La literatura científica reconoce el diagnóstico y sacrificio de animales como la intervención recomendada, en base a las pruebas, para controlar y eliminar la infección por MTBC. Este enfoque es la base para un comercio internacional seguro conforme a las recomendaciones del [Capítulo 8.12. del Código Terrestre](#), «Infección por el complejo *Mycobacterium tuberculosis*». Estas directrices se han elaborado para respaldar y mejorar el control de la infección por MTBC y de la TBb en países donde el diagnóstico y sacrificio de animales no resulta factible o práctico.

Las directrices asumen que la responsabilidad principal en cuanto a gobernanza y

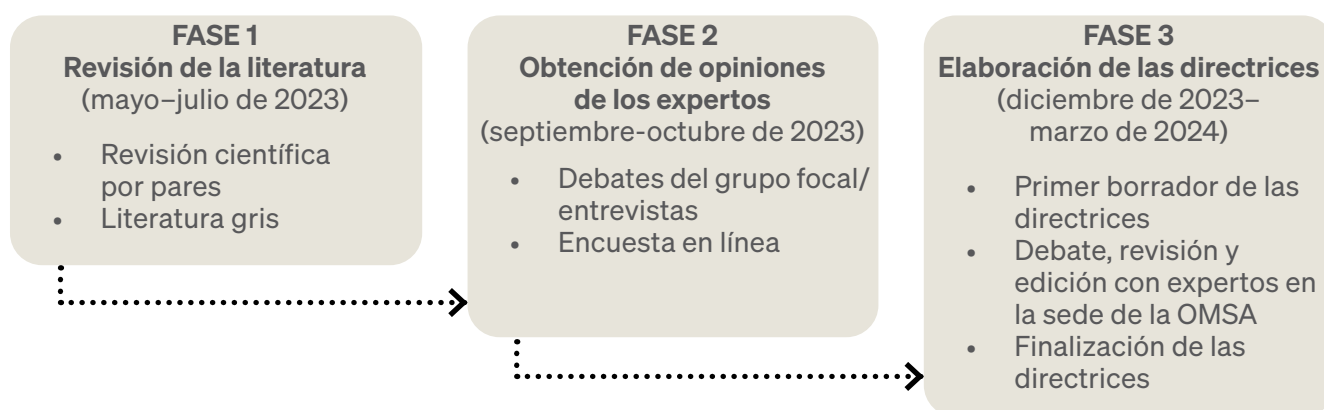


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso seguido para crear estas directrices

acción corresponde al nivel nacional, administrado normalmente por la autoridad veterinaria. Aunque se reconoce que el diagnóstico y sacrificio es el único método probado para eliminar con éxito las especies del MTBC del ganado, las estrategias presentadas en estas directrices ofrecen opciones alternativas para contribuir a dicha eliminación, basándose en los objetivos de cada país y en los recursos disponibles.

En el [Apartado 3.2.3](#), se exponen cuestiones relacionadas específicamente con la TB zoonótica (TBz), entendiendo que algunas de las recomendaciones proporcionadas en estas directrices son relevantes tanto en términos de sanidad animal como de salud pública.

Las directrices empiezan por proporcionar orientación sobre el análisis y el conocimiento de la epidemiología local de la TBb, junto con un llamamiento al compromiso por parte de los gobiernos y a la voluntad política para que proporcionen los recursos e infraestructuras necesarios para un programa de control sanitario eficaz. Los países pueden elaborar o actualizar su programa de control de la enfermedad basándose en las estrategias aquí recomendadas, comenzando por la vigilancia *ante-mortem* y *post-mortem*, y siguiendo por la gestión de la enfermedad y las intervenciones dirigidas.

Como ejemplo, se han proporcionado escenarios de país basándose en la epidemiología de la TBb en el país y en el objetivo de la estrategia de control. Véase el [Apéndice 1](#).

1.3. ¿Qué resultado se espera de la aplicación de las directrices?

Se espera que la aplicación de una o más de las estrategias contenidas en estas directrices reduzca la carga de TBb en animales, lo que conlleva varios beneficios:

- Mejora de la productividad ganadera;
- Reducción de riesgos para la salud pública;
- Mejora de la accesibilidad al mercado;
- Reducción del impacto sobre los medios de subsistencia de los productores;
- Potenciales ventajas económicas indirectas gracias a la reducción de costes de intervención en las regiones afectadas.

La adaptación de estas directrices a los contextos únicos de los distintos países mejorará la prevención, la detección y el control de las especies del MTBC y de la TBb.

2. Por dónde empezar

2.1. Estado actual de la tuberculosis bovina en el país

Es necesario tener pruebas sólidas y datos de programas contra la TBb, ya sean sobre el riesgo para la sanidad animal o de tipo zoonótico, para establecer un «estudio de viabilidad» para la obtención de recursos y la aplicación de intervenciones apropiadas y viables que mejoren la sanidad animal y la salud humana de forma rentable y basándose en pruebas. También es importante tener en cuenta la evolución esperada del sector ganadero, porque se sabe que factores como la intensificación lechera, en ausencia de una estrategia de control, aceleran la propagación de las especies del MTBC, lo que puede aumentar sustancialmente los costes para eliminar la enfermedad en el futuro.

CUADRO 1

Mejores prácticas para evaluar la carga epidemiológica de las especies del MTBC y de la TBb en un país

- Una evaluación de riesgos, o al menos una descripción del escenario epidemiológico del país en cuanto a especies del MTBC y la TBb en el ganado, como punto de partida clave para conocer el verdadero reto que supone el control de la enfermedad. Esto puede incluir, entre otras cosas, un cálculo de la prevalencia de la TBb, la identificación de áreas de alto riesgo o «puntos críticos», la evaluación del riesgo de transmisión zoonótica, la información sobre resistencia a medicamentos en humanos y la evaluación de las capacidades de trazabilidad de los animales.
- También puede ser necesario un ejercicio de modelización de la enfermedad para definir el punto inicial y proporcionar la base para un plan estratégico con actividades relevantes para reducir la carga de TBb.
- Datos de programa que incluyan información de rutina sobre la supervisión de las actividades, la evaluación de los resultados y el progreso.
- Consideración de un análisis económico sobre el retorno de la inversión, el impacto y la adaptabilidad de las estrategias gubernamentales para prevenir, detectar y controlar la infección por MTBC.

2.2. Recursos e infraestructura

2.2.1. Marcos reglamentarios y programas de control

Las autoridades competentes a nivel nacional deberían proporcionar el marco reglamentario necesario a distintos niveles, ya sea para un programa independiente contra la TBb o para uno integrado con otros programas de control de enfermedades, y lo ideal sería que se aprovechen recursos e inversiones ya existentes.

Los países pueden consultar el [Capítulo 8.12.](#) del *Código Terrestre*, «Infección por el complejo *Mycobacterium tuberculosis* (MTBC)», que proporciona orientación para países y zonas identificados como libres de infección por MTBC en categorías y especies de animales específicas, como bóvidos y cérvidos.

Los marcos reglamentarios deberían proporcionar un entorno favorable para la implementación de estrategias de control de la TBb, que deben ir asociadas a un presupuesto adecuado para el control de la enfermedad. Un componente fundamental de este marco reglamentario es un sistema de identificación y trazabilidad, tal y como se define en el [Capítulo 4.2.](#) [1] del *Código Terrestre*. El sistema contribuirá a la evaluación de la carga de la enfermedad y a la vigilancia de las especies del MTBC y de la TBb, permitiendo y facilitando así la aplicación de estrategias para identificar animales infectados o enfermos desde la explotación hasta al matadero, y ayudando a controlar los desplazamientos y a gestionar las cuarentenas. Otros componentes incluyen aspectos de control de calidad, como la formación del personal para pruebas y diagnósticos de laboratorio, o la regulación de la cadena de suministro y distribución del ganado para garantizar que los productos disponibles en el país son seguros para el consumo humano y para el uso en animales.

También es fundamental educar, sensibilizar, planificar y comunicarse de forma adecuada con las partes interesadas clave (financiadores, legisladores, veterinarios, académicos, negocios, comunidades, etc.) que pueden prestar apoyo y anticipar potenciales barreras para la implementación (véase el Apartado 2.2.4.).

Además, puede ser útil considerar el establecimiento de un esquema nacional de acreditación de subpoblaciones (rebaños o zonas) libres de riesgo o con riesgo bajo, con incentivos adecuados como tarifas preferenciales en el mercado para el ganado, la leche u otros productos de origen animal. Esto también facilitará la aplicación de controles de los desplazamientos y la vigilancia adecuada en función del nivel de riesgo de los rebaños o zonas en cuestión.

CUADRO 2

Orientación para elaborar un marco reglamentario

- Realizar una revisión interna de la infraestructura gubernamental, de los recursos y del plan estratégico de control de la TBb.
- Evaluar la carga de TBb en el país.
- Establecer un presupuesto exhaustivo y garantizar la asignación de fondos efectiva.
- Identificar, educar e implicar a las partes interesadas clave en la planificación y la aplicación del programa para la TBb.
- Realizar una evaluación interna de las capacidades técnicas disponibles y necesarias para implementar otras estrategias distintas del diagnóstico y sacrificio de animales. Debería incluir:
 - la identificación de la red existente de laboratorios e infraestructuras;
 - la identificación de la disponibilidad de diagnósticos de alta calidad y servicios de soporte de laboratorio;
 - un modo de identificación de la infección por MTBC y de la TBb (usando métodos tanto *ante-mortem* como *post-mortem* en animales) y de las especies del MTBC que causan TB zoonótica en los seres humanos;
 - un sistema de vigilancia para evaluar el progreso;
 - un programa de formación y una dotación de personal adecuada (véase el Apartado 2.2.2.),
 - la notificación (incluida la notificación a la OMSA), el registro y la valoración de los hallazgos.

2.2.2. Capacidad técnica y formación

Un programa funcional contra la TBb requiere personal con competencias técnicas que sea capaz de abordar de forma colectiva múltiples cuestiones técnicas, como la epidemiología de la TBb, la vigilancia, el diagnóstico de la infección por MTBC y de la TBb en el laboratorio y en condiciones de campo, y con capacidad para responder a las necesidades de los profesionales veterinarios e industriales, así como a las de otras partes interesadas. También son importantes el desarrollo de competencias y la formación de las partes interesadas internas, por ejemplo, mediante la orientación del personal nuevo o la formación continuada sobre distintos aspectos del programa TBb, y la implicación de partes interesadas externas que proporcionen conocimientos técnicos y acreditaciones a veterinarios privados o profesionales de la industria.

CUADRO 3

Orientación sobre capacidad técnica y formación

- Realizar encuestas sobre conocimientos, actitudes y prácticas tanto antes como después de la implementación de las estrategias de control distintas del diagnóstico y sacrificio de animales, adaptándolas a las distintas partes interesadas para medir su efecto.
- Formación sobre temas específicos, como la identificación de las infecciones por especies del MTBC, el diagnóstico de la TBb en especies ganaderas usando combinaciones adecuadas de pruebas diagnósticas mediante el uso de algoritmos, o la prevención de las infecciones en el ganado, la fauna silvestre y los seres humanos.
- Formación sobre las mejores prácticas, incluyendo experiencias de otros países e incorporando el uso del conocimiento tradicional cuando sea adecuado. ...

CUADRO 3 (cont.)

- Implementación de una acreditación o certificación para la TBb. Formación en cuanto a control, en particular para veterinarios e inspectores cárnicos. Si se realiza de la forma adecuada esto puede mejorar la eficacia, porque permite la identificación simultánea de múltiples enfermedades, y reduce la necesidad y los costes de las pruebas en el ganado.

2.2.3. Movilización de recursos

Para movilizar los recursos para la implementación, es necesario tener un claro conocimiento de su disponibilidad a nivel nacional e internacional, teniendo en cuenta las fuentes públicas y privadas, los socios de desarrollo (bilaterales y multilaterales) y los bancos internacionales de desarrollo. Es importante comprender que, además de los recursos financieros, el análisis del entorno de recursos también debe considerar otros elementos no monetarios, como la coherencia de las políticas con otros programas de control de enfermedades, un entorno que posibilite la implementación y la transferencia de tecnología y conocimiento.

La autoridad veterinaria debe coordinar la movilización general de recursos, idealmente usando fondos de administraciones gubernamentales. Otras posibilidades son aprovechar las capacidades financieras y técnicas de las fuentes citadas más arriba con un interés en la TBb, de la industria zootécnica, de los investigadores académicos y de las comunidades afectadas.

2.2.4. Participación de socios y partes interesadas

Cualquier acción para controlar la infección por MTBC y la TBb requiere que una amplia coalición de socios en labores de incidencia y programas tenga en consideración la ciencia, las políticas, las creencias y los comportamientos de las partes interesadas, como son los veterinarios, los propietarios de ganado, aquellos que lo manejan, la industria ganadera y alimentaria, y la población general.

Es importante adoptar un enfoque «Una sola salud» e implicar a los sectores animal, humano y medioambiental a nivel nacional.

CUADRO 4

Orientación para identificar socios y partes interesadas públicos y privados

1. Promoción posible dirigida a:

- Funcionarios del gobierno responsables de asignar fondos para los programas contra la TBb;
- Investigadores y científicos que contribuyen a identificar nuevas herramientas, a mejorar la implementación de los programas contra la TBb, a conocer la motivación de las partes interesadas (p. ej., científicos comportamentales) y a identificar métodos de comunicación eficaces;
- Veterinarios y grupos ganaderos relevantes para proteger la sanidad de los animales frente a la infección por especies del MTBC y la TBb;
- En general, las comunidades cuyos medios de subsistencia dependan de la cría de ganado;
- Comunidades que interactúan de forma habitual con las partes interesadas de la industria ganadera, como pueden ser los exportadores y los parques nacionales,
- Donantes y socios de desarrollo interesados en apoyar las iniciativas para eliminar la TBb.

2. Potenciales socios de programa:

La autoridad veterinaria dentro del ministerio de agricultura y ganadería de cada país suele ser la responsable de la implementación de los programas de control de la TBb. Otros posibles socios son:

- Veterinarios de campo;
- Grupos de ganaderos e industria ganadera (para vacuno de leche y de carne);
- Las empresas farmacéuticas que se encargan de los diagnósticos;
- El departamento de salud pública;
- Instituciones académicas,
- Comunidades afectadas relacionadas con la TB zoonótica (trabajadores de mataderos, carniceros y otros manipuladores de alimentos, la población general).

Por ejemplo, los servicios veterinarios dirigen la gestión de la sanidad animal, regulan los desplazamientos dentro de las fronteras y a través de ellas y elaboran e implementan programas de control de la TBb en ganado, mientras que las autoridades de salud humana se centran en la gestión de las personas con TB. Además, el sector medioambiental abordaría las preocupaciones relacionadas con los hábitats de los animales, el uso de la tierra y el impacto del cambio climático.

A nivel nacional, es importante que la autoridad veterinaria y los funcionarios gubernamentales asignen recursos financieros y técnicos al programa contra la TBb. A la hora de crear un consorcio multisectorial de partes interesadas en respaldar y contribuir a la eliminación de la TBb, se debe incluir a investigadores, veterinarios privados, grupos de ganaderos, la comunidad local, exportadores de ganado, personal de los parques nacionales y donantes.

2.2.5. Sensibilización y comunicación

Las autoridades sanitarias deben incluir actividades de sensibilización de las distintas partes interesadas, como grupos de ganaderos, el sector veterinario, la industria zootécnica y la comunidad general en los programas de control de la enfermedad. Las campañas de comunicación y sensibilización deben diseñarse consultando con socios clave y con la participación de las comunidades para lograr un enfoque adaptado y con soluciones factibles para los problemas locales. Los materiales deben adaptarse al contexto y al idioma o idiomas locales. Controlar la infección por MTBC y la TBb es complejo, no existe ninguna solución a corto plazo ni una estrategia única que sea perfecta. Se recomienda aprovechar, en la medida de lo posible, los materiales disponibles para otras enfermedades y combinar las campañas para optimizar el uso de los recursos.

CUADRO 5

Orientación sobre sensibilización y comunicación

- Se deben respaldar estrategias de sensibilización y comunicación adaptadas para los públicos clave, que se basen en los hallazgos de la evaluación de riesgos y destaquen la información relevante, sensibilicen sobre el problema y contribuyan a la aceptación de las intervenciones necesarias para el control de la TBb.
- Se debe proporcionar información adaptada para cada grupo de partes interesadas afectado por la TBb para mejorar su conocimiento y sus funciones dentro de las iniciativas nacionales contra la TBb y para enfatizar la importancia del control de la TBb para la productividad ganadera. También se pueden ofrecer incentivos a ganaderos y productores, como, por ejemplo, que puedan aumentar los precios de los productos lácteos o cárnicos si los rebaños o las zonas/regiones han sido certificados como libres de TBb.
- Para afrontar los retos relacionados con la aceptación, la aplicación y la sostenibilidad de nuevas estrategias, se necesitan conocimientos de ciencias del comportamiento.

3. Estrategias de control

A la hora de diseñar su programa de control de la enfermedad, cada país tiene que usar los datos epidemiológicos y recursos ya existentes (capacidad en cuanto a infraestructuras, recursos financieros), respetando siempre los factores culturales del país. También debe tener en cuenta su riesgo general de TBb y las vías de riesgo, que pueden ser distintas en cada región, en vacuno de leche y vacuno de carne, en prácticas ganaderas comerciales frente a prácticas comunitarias o pastoriles, en ganado importado frente a razas autóctonas de ganado, y en regiones exportadoras de ganado frente a regiones no exportadoras. El programa de control de la enfermedad debe incluir una combinación de actividades de vigilancia, bioseguridad y gestión de la enfermedad.

3.1. Vigilancia

Debe implementarse un programa de vigilancia de acuerdo con el [Capítulo 1.4.](#) del [Código Terrestre](#) [1], «Vigilancia sanitaria de los animales terrestres». El objetivo de la vigilancia debe ser detectar la infección por especies del MTBC y la TBb en animales, rebaños y regiones. Para los países es esencial medir el progreso de las estrategias de control de TBb. Los datos de vigilancia son fundamentales para informar a distintas partes interesadas y a los responsables de la toma de decisiones a la hora de diseñar las estrategias que se van a implementar en el contexto local para abordar los desafíos que presentan las especies del MTBC y la TBb.

Las estrategias de vigilancia incluyen la **detección ante-mortem** (en animales vivos) y **post-mortem** (en el momento del sacrificio) de la infección por las especies del MTBC y la TBb. El [Capítulo 6.3.](#) del [Código Terrestre](#) [1] proporciona recomendaciones para la elaboración de programas de inspección *ante-mortem* y *post-mortem* de las carnes.

3.1.1. Vigilancia ante-mortem

El [Capítulo 3.1.13.](#) del [Manual Terrestre](#) [2], «Tuberculosis de los mamíferos», proporciona recomendaciones detalladas sobre la detección y el diagnóstico de las infecciones por especies del MTBC y la TBb. La *vigilancia ante-mortem* es un componente fundamental de un programa de control de la TBb.

Algunos ejemplos de pruebas realizadas son la prueba de la tuberculina intradérmica (TST) y el ensayo de liberación del interferón gamma (IGRA) en sangre completa. Es importante indicar que, desde el año 2000, han aparecido numerosas pruebas *ante-mortem* para la TBb. Sin embargo, a fecha de 2024, las dos principales pruebas realizadas de forma rutinaria en los programas de control de la TBb siguen siendo la TST y el IGRA.

3.1.1.1. Prueba de la tuberculina intradérmica (TST)

En el [Capítulo 3.1.13.](#) del [Manual Terrestre](#) se proporcionan recomendaciones sobre cómo realizar la TST. Hay varios tipos de TST, como la prueba intradérmica única, en la que la tuberculina se inyecta en la región cervical (SCT) o en el pliegue caudal (CFT), o la prueba cervical comparativa (CCT). La precisión de la TST puede variar notablemente, con un rango de sensibilidad de entre el 52 y el 100% y una especificidad de entre el 55 y el 99%, en función de qué TST se aplique y de los criterios de interpretación (valor de corte), entre otros factores [8].

La TST se usa de forma habitual para calcular la prevalencia de la TBb. Es la prueba disponible más barata, sobre todo si se compara con el IGRA. No obstante, requiere personal formado y experiencia [2, 9]. Además, la TST debe usarse solo en animales no vacunados,

porque reacciona con la vacuna Bacilo de Calmette–Guérin (BCG) y produce falsos positivos en animales vacunados [8, 10-12]. Requiere al menos dos visitas por parte de un veterinario capacitado, es muy susceptible a la variabilidad, y los intervalos cortos entre pruebas pueden llevar a la desensibilización de los animales y dar lugar a falsos negativos [8, 10, 11].

La decisión de usar SCT, CFT o CCT depende de las normas locales, del contexto general, de los objetivos para la realización de la prueba y del escenario epidemiológico. La CCT tiene una mayor especificidad y se suele utilizar con fines de vigilancia o al inicio de un programa de control en un país endémico. Una vez se haya confirmado la presencia de la enfermedad, puede preferirse un método con mayor sensibilidad (p.ej., SCT o CFT) para evitar que queden animales infectados sin detectar. La CCT también es útil en regiones con una exposición alta a micobacterias ambientales (micobacterias no tuberculosas). En cambio, la SCT y la CFT, que tienen mayor sensibilidad, se usan con frecuencia para confirmar la ausencia de infección en entornos con prevalencia baja [2]. El intervalo entre pruebas (frecuencia) debería determinarse en función del riesgo epidemiológico en el país o zona.

3.1.1.2. Ensayo de liberación de interferón gamma (IGRA)

Las pruebas de laboratorio usadas para diagnosticar la TBb incluyen el ensayo de liberación del interferón gamma (IGRA), que mide respuestas inmunitarias celulares a la tuberculina o a otros antígenos definidos, y la prueba de inmunoadsorción ligada a enzimas (ELISA) y las pruebas de flujo lateral, que detectan respuestas mediadas por anticuerpos. No obstante, la logística que implican es compleja, y el uso de estas pruebas en un laboratorio requiere formación específica, lo que puede suponer una limitación para los laboratorios en entornos con pocos recursos [2].

El IGRA *in vitro* se usa a menudo como prueba complementaria para identificar animales positivos adicionales, y puede ser más cómodo que la TST, porque no requiere la manipulación repetida de los animales ni largos periodos de tiempo entre pruebas. Sin embargo, dado que el IGRA requiere estimulación temporal de células sanguíneas vivas, puede ser costoso o difícil de implementar, especialmente en entornos lejanos o con bajos recursos.

Se recomienda usar el IGRA en combinación con la SCT y la CCT. Se ha aprobado su uso en algunos programas nacionales de control de la TBb en Australia, la Unión Europea, Nueva Zelanda, el Reino Unido y los Estados Unidos de América (EE.UU.) [2]. En algunos países, el IGRA se usa en pruebas en serie (para aumentar la especificidad) y en pruebas paralelas (para aumentar la sensibilidad) [2]. Conviene señalar que, «dependiendo del tipo de ensayo realizado, la medida de las respuestas del interferón (IFN- γ) es valiosa como medida de la infección y de la protección» [8].

El ensayo del interferón gamma (IFN- γ) es un ensayo suplementario a la prueba de la tuberculina, que puede emplearse para maximizar la detección de ganado infectado, por ejemplo, para la certificación de animales libres de TBb, para el transporte de productos o para calcular la prevalencia [2, 13].

Una revisión exhaustiva [8], publicada en 2018, concluyó que se han hecho muchos avances en el desarrollo de antígenos y biomarcadores inmunitarios para su potencial uso en el diagnóstico de la TB bovina, como los antígenos MPB83 y MPB70, o como los antígenos DIVA (ESAT-6, CFP10, Rv3615c), que son capaces de distinguir los animales infectados de los animales vacunados.

Se recomienda combinar distintos algoritmos de pruebas para aumentar la precisión de los resultados diagnósticos:

- 1. Pruebas paralelas:** Se realizan al mismo tiempo dos (o más) pruebas de detección, se combinan los resultados y se clasifica a un animal como positivo si es positivo en alguna de las pruebas. Este método aumenta la sensibilidad, pero reduce la especificidad.
- 2. Pruebas en serie:** Se realizan dos (o más) pruebas de forma secuencial. Si el resultado de la primera prueba

es positivo, se realiza la segunda prueba de detección. Si el resultado de la segunda prueba también es positivo (es decir, el animal es positivo en todas las pruebas), se clasifica el animal como positivo para TBb. Este método aumenta la especificidad y reduce la cantidad de falsos positivos [2].

CUADRO 6

Orientación sobre el uso de pruebas y metodologías para detectar y diagnosticar la infección por MTBC y la TBb en animales

- El personal tiene que estar formado y acreditado para realizar TST e IGRA.
- Seguir evaluando y ampliar el uso de antígenos (p. ej., MPB83 y MPB70) y de antígenos DIVA (como ESAT-6, CFP10, Rv3615c) y de biomarcadores ya desarrollados para pruebas diagnósticas comerciales.
- Usar las pruebas estándar y pruebas nuevas de forma combinada (algoritmos de combinación) para la interpretación de los resultados en paralelo y/o en serie, y así aumentar la sensibilidad y la especificidad, respectivamente.

TABLA 1

Resumen de pruebas para la detección del complejo *Mycobacterium tuberculosis* en el ganado

Tipo de prueba diagnóstica	Ventajas	Inconvenientes
Prueba de la tuberculina intradérmica	<ul style="list-style-type: none"> • Es la más barata 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere personal formado • Requiere al menos dos visitas de un veterinario capacitado • Muy susceptible a la variabilidad • La realización de pruebas con breves intervalos de tiempo entre ellas puede llevar a la desensibilización del animal y dar lugar a falsos negativos • Reacciona con la vacuna BCG y produce falsos positivos en animales vacunados
Ensayo de liberación del interferón gamma [14]	<ul style="list-style-type: none"> • Menor manipulación de los animales • Las pruebas no concluyentes pueden repetirse • Se puede cuantificar la reacción de los linfocitos a distintos estimulantes • Se incluyen controles de estimulación • Apoya la detección precoz • Se usa como prueba complementaria para identificar animales positivos adicionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere formación específica • Puede ser costoso o difícil de implementar, especialmente en ubicaciones lejanas o con bajos recursos

3.1.2. Vigilancia *post-mortem*

Una estrategia común para detectar la TBb es la identificación de lesiones tuberculosas macroscópicas (p. ej., granulomas o lesiones tuberculosas) durante la inspección cárnica en mataderos [1]. Las lesiones tuberculosas pueden ser tan pequeñas, que no se pueden observar a simple vista o pueden cubrir porciones importantes de todo un órgano, y aparecen con mayor frecuencia en el tracto respiratorio, en particular en los pulmones [1]. La identificación de lesiones tuberculosas en animales infectados y la detección de animales enfermos en el matadero son un componente esencial que debe combinarse con sistemas de «rastreo» para identificar la fuente/el origen (como explotaciones u otras instalaciones) del animal tuberculoso para poder aplicar estrategias de control en el origen. Los datos de vigilancia *post-mortem* constituyen un buen indicador independiente de las tendencias a lo largo del tiempo en cuanto a infecciones subyacentes a nivel de población, y son útiles para países que no tienen ninguna información sobre la presencia de TBb. Además,

CUADRO 7

Orientación sobre la vigilancia en mataderos

- El personal tiene que estar formado y acreditado para identificar granulomas macroscópicos y lesiones asociadas a la tuberculosis.
- Hay que aumentar la sensibilización entre el personal de los mataderos para que comprendan la importancia de revisar las carcasas para detectar la TBb y para que conozcan los canales de notificación, así como establecer un sistema sencillo para la toma de muestras, la realización de pruebas y la notificación de resultados. Esto incluye el mantenimiento de registros, tanto en instalaciones de sacrificio formales como informales.
- La confirmación, mediante métodos de laboratorio microbiológicos y/o moleculares, de que las lesiones de aspecto tuberculoso están causadas por especies del MTBC.
- La identificación de las lesiones debe estar vinculada a un sistema de rastreo para poder identificar el potencial origen de los animales infectados por el MTBC.

debería fomentarse el uso de los análisis *post-mortem* para estratificar e identificar áreas de alto riesgo («puntos críticos») y/o rebaños afectados, convirtiéndolos en una importante fuente de información a la hora de priorizar los recursos.

En cuanto a la inocuidad de los alimentos, los profesionales de salud pública veterinaria, el personal de los mataderos y quienes manipulan la carne desempeñan un papel importante a la hora de identificar animales infectados y retirar de la cadena alimentaria los productos que presenten lesiones, minimizando así el riesgo de transmisión zoonótica a los humanos.

3.2. Bioseguridad general, gestión de enfermedades y control dirigido

La bioseguridad [1] abarca una serie de medidas de gestión y físicas diseñadas para reducir el riesgo de introducción, establecimiento y propagación de enfermedades, infecciones o infestaciones en animales, entre distintas poblaciones o dentro de una misma población.

Un sistema efectivo de gestión de la bioseguridad debe proteger a la población animal de la TBb dentro de un rebaño y entre rebaños, reduciendo así las pérdidas de producción del sector y contribuyendo a garantizar la inocuidad de los alimentos a nivel nacional. Por lo tanto, un sistema efectivo de gestión de la bioseguridad debe ser una parte integral del programa de control de la TBb.

3.2.1. Reducción de la transmisión intra e interrebaño de las especies del MTBC

Para minimizar el riesgo de transmisión dentro de un rebaño y entre rebaños, es importante la detección precoz de los animales infectados mediante vigilancia. Prevenir la transmisión de animales infectados a animales sanos es esencial, en particular cuando hay animales positivos amamantando. La pasteurización y/o el hervido de los productos lácteos y la adecuada gestión de los desplazamientos de animales en las explotaciones o entre explotaciones, dentro de zonas establecidas y

países, son prácticas muy importantes para reducir la transmisión de especies del MTBC.

3.2.1.1. Pasteurizar y hervir la leche y los productos lácteos para alimentar a los terneros

No se debe alimentar a los terneros con calostro o leche crudos procedentes de vacas infectadas. Se sabe que pasteurizar y hervir la leche o los productos lácteos protege a los terneros lactantes frente a la subespecie de la micobacteria que causa la tuberculosis bovina, *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*), presente en la leche secretada por vacas positivas a la TBb. Así se evita la diseminación dentro del rebaño [9] y se reduce de forma considerable la exposición de los terneros a *M. bovis* de un rebaño infectado. Este método se ha utilizado para eliminar la infección en rebaños [15].

3.2.1.2. Control de los desplazamientos de animales

Se recomienda controlar los desplazamientos de los rebaños y restringir la movilidad de los animales procedentes de rebaños infectados para evitar y reducir la transmisión de especies del MTBC entre animales y entre rebaños. Restringir los desplazamientos de los animales dentro de un país y entre países es una estrategia esencial para prevenir

la importación o exportación de animales infectados por MTBC, reduciendo así la probabilidad de introducir la TBb en un país o zona libres de TBb.

El [Capítulo 8.12. del Código Terrestre \[1\]](#) proporciona recomendaciones con base científica para el desplazamiento seguro de animales y de productos de origen animal teniendo en cuenta su estatus en cuanto a la TB. Además, el [Capítulo 5.1. del Código Terrestre \[1\]](#) proporciona información específica sobre la certificación necesaria para el transporte de animales a través de fronteras entre países.

Cuando se identifica a los animales infectados, por ejemplo, durante la vigilancia *post-mortem*, y se confirma que la infección es por especies pertenecientes al MTBC, se debe prohibir la venta de animales del rebaño infectado y su traslado a otras instalaciones. La realización de pruebas antes de sacar a los animales de las explotaciones, la restricción de desplazamientos de los animales infectados y la inspección de los certificados oficiales de TBb, tanto a escala nacional como en las fronteras internacionales, se consideran medidas de control muy eficaces para la reducción de la transmisión de la TBb. Esto es crucial especialmente en PIMB, donde el acceso a

CUADRO 8

Orientación para reducir la transmisión de las especies del MTBC entre animales y rebaños mediante el control de los desplazamientos de animales

- Animar a los ganaderos a obtener el estatus «libre de TBb». Como incentivo para que los ganaderos intenten eliminar la TBb de sus rebaños, se les pueden ofrecer mejores condiciones de acceso a los mercados y/o tarifas especiales para la leche de rebaños certificados como libres de TBb.
- Formar al personal de los mataderos para identificar la infección por MTBC y la TBb (mediante pruebas de laboratorio e inspección visual, respectivamente).
- Según las recomendaciones de la OMSA, deben existir sistemas de identificación y de trazabilidad de los animales para identificar el potencial origen de los animales infectados por especies del MTBC detectados por trabajadores acreditados durante la vigilancia en mataderos.
- Una vez que se rastrea a los animales hasta el origen, debe imponerse la restricción de desplazamientos para evitar que los animales infectados se vendan a otras explotaciones, y se debe prohibir el traslado de animales de explotaciones infectadas a otras zonas, regiones y países.
- Limitar el contacto entre animales en una misma zona, por ejemplo, colocando dobles vallas para evitar el contacto hocico con hocico entre animales de explotaciones vecinas.

pruebas diagnósticas *ante-mortem* es limitado o donde los ganaderos afectados no reciben compensación financiera. Siempre que sea posible, también se recomienda el diagnóstico y la segregación para separar los animales positivos a TST o IGRA de los animales negativos (véase el Apartado 3.2.1.4.).

Para limitar el contacto entre animales de explotaciones vecinas, se recomienda un doble vallado para evitar los contactos hocico con hocico.

3.2.1.3. Limpieza y desinfección

El Capítulo 4.14. del Código Terrestre [1] recomienda que las autoridades veterinarias elaboren en sus respectivos países normativas para el uso de desinfectantes siguiendo estos dos principios:

1. La elección de desinfectantes y de procedimientos para la desinfección debe realizarse en función de los agentes infecciosos considerados y la índole de los locales, los vehículos y los objetos que hay que someter a tratamiento.
2. Solo debe autorizarse el uso de desinfectantes después de serias pruebas en las que se reproduzcan las condiciones de la práctica. Las especies del género *Mycobacterium* son muy resistentes a los desinfectantes; para destruir estos organismos son necesarias una alta concentración de estos y una acción prolongada [1]. La limpieza y la desinfección también deben aplicarse en mataderos,

y deben eliminarse de forma adecuada los órganos afectados.

Ejemplo 1 – La Agencia Canadiense de Inspección de Alimentos (CFIA) recomienda seis pasos básicos para la limpieza y desinfección de instalaciones declaradas como infectadas por TBb:

1. Retirada de los materiales y productos contaminados;
2. Limpieza en seco;
3. Limpieza en húmedo;
4. Secado (posterior a la limpieza);
5. Desinfección, y
6. Secado (posterior a la desinfección).

La CFIA proporciona más orientación en sus protocolos recomendados para la limpieza y la desinfección.

3.2.1.4. Diagnóstico y segregación

El diagnóstico y la segregación (separación) del ganado que sea positivo en las pruebas es una estrategia importante para controlar y prevenir la propagación de la TBb, sobre todo en países o regiones donde el diagnóstico y sacrificio no es práctico por motivos relacionados con las compensaciones, o por razones socioculturales.

La segregación implica separar al ganado infectado del resto del rebaño para minimizar la transmisión de *M. bovis*, que se propaga fácilmente en estrecha proximidad. Esta estrategia se viene utilizando desde hace más de 100 años, y muchas de las prácticas clave y de los principios de diagnóstico y segregación aún son relevantes.

Los países deben considerar en primer lugar la viabilidad de aplicar la estrategia de diagnóstico y separación, porque, para los ganaderos, albergar a los animales infectados por separado conlleva disponer de más tierra y una serie de implicaciones financieras asociadas. El diagnóstico y segregación es especialmente pertinente cuando no existen incentivos claramente definidos, tales como una compensación financiera por los animales positivos sacrificados o

CUADRO 9

Mejores prácticas de limpieza y desinfección de explotaciones para controlar las especies del MTBC

- Limpieza y desinfección de la maquinaria e instalaciones de la explotación, incluidos la sala y la maquinaria de ordeño, los comederos y los bebederos.
- Uso de desinfectantes químicos efectivos frente a *Mycobacterium*.
- Retirada periódica del suelo en las zonas de alojamiento de animales.

mejores condiciones de acceso a los mercados y/o tarifas especiales para la leche de rebaños certificados como libres de TBb. Se deben medir el progreso y la eficacia de cualquier estrategia de diagnóstico y segregación, por ejemplo, evaluando la reducción global de la carga de enfermedad y del riesgo de diseminación de la TBb mediante la venta de animales que hayan dado positivo en las pruebas. Los países deben establecer sus propios indicadores clave de rendimiento (KPI) para medir y valorar de forma sistemática el éxito y la progresión en la reducción de la carga de la infección por MTBC y de la TBb.

Ejemplo 2 – En un estudio publicado en 1928 sobre el método de segregación para eliminar la TBb del ganado bovino, se ubicaron dos rebaños, uno positivo y otro negativo para *M. bovis*, en pastos separados por una distancia de 150 yardas (137 metros, aprox.), sin compartir ningún material. Los terneros del rebaño positivo se separaban de sus madres en el momento de nacer y se les volvía a realizar la prueba un año después. Se observó que se podía eliminar de forma efectiva la TBb de un rebaño en 3 o 4 años usando este método y realizando pruebas de forma regular en las vacas y los terneros del grupo negativo, permitiendo así que el grupo positivo sea eliminado de forma natural [16].

CUADRO 10 **Mejores prácticas para la gestión de animales reaccionantes (positivos en la prueba)**

Aislamiento y segregación de los animales infectados:

Los animales con resultado positivo en la prueba deben mantenerse separados de los animales no infectados de por vida. Estos animales no se pueden vender a otros ganaderos y no pueden compartir pasto con animales no infectados. Solo se les podrá transportar para ser sacrificados y durante dicho transporte deben mantenerse separados de los animales no infectados.

- 1. Aislamiento de terneros respecto de animales infectados:** Cuando una vaca da positivo en la prueba, sus terneros se separan de ella al nacer y no se les debe dejar mamar de la vaca infectada. Dichos terneros deben criarse con leche pasteurizada o hervida. Será necesario realizarles pruebas antes de ponerlos en contacto con terneros del rebaño negativo.
- 2. Bioseguridad:** Se debe gestionar a los rebaños infectados y sanos por separado. Se debe evitar el contacto con animales silvestres, **y los animales infectados no pueden pastar en las mismas zonas que los animales sanos.**
- 3. Gestión de la producción de leche:** Los animales infectados deben ordeñarse en zonas separadas. Esta leche debe ser pasteurizada o hervida antes de que la consuman animales o personas.

Esta técnica se ha venido utilizando durante más de 100 años como medida de control de la TBb, y sigue siendo muy relevante, en particular, en PIMB. En este ejemplo, algunas prácticas clave de gestión de los animales fueron:

- Se utilizaron dos explotaciones: una explotación A con animales no reaccionantes (negativos en la TST) y una explotación B con animales reaccionantes (positivos en la TST), con una distancia de 150 yardas entre ellas.
- Se asignó personal diferente a cada uno de los dos rebaños; si el personal de la explotación A iba a la explotación B, con animales positivos, se cambiaba las botas antes de regresar a la explotación A.
- Nunca se permitió pastar a los dos rebaños en el mismo campo o en ningún campo que estuviese al lado del otro rebaño.
- Los materiales, los utensilios de alimentación y el resto de equipo usado en cada explotación se mantuvo estrictamente separado de la otra.
- Los terneros de madres reaccionantes (positivas en la TST) se separaron al nacer y se criaron a base de leche esterilizada.

Ejemplo 3 – En un estudio en Etiopía, en un rebaño con 500 cabezas de ganado bovino [15], la prevalencia general de TBb era del 48 % en el momento del primer diagnóstico (mediante CCT) en octubre de 2002. Basándose en el resultado de esa prueba inicial, se dividió a los animales de la explotación en dos rebaños, uno «positivo» y otro «negativo», separados físicamente entre sí. Tras separar los rebaños, se realizaron tres tandas consecutivas de pruebas en el rebaño negativo y se retiraron los animales reaccionantes, pasándolos al rebaño positivo. En octubre de 2003, se realizó la primera de las tres pruebas CCT en el rebaño negativo, y fueron positivos el 14 % de los animales. En febrero de 2004, la segunda prueba CCT indicó que había un 9,5 % de animales positivos, y la tercera, en mayo de 2004, mostró un 1 % de animales positivos. En este escenario específico, el porcentaje de animales positivos en el rebaño negativo se redujo del 14 % al 1 % en 2 años.

Algunas prácticas clave de gestión de la bioseguridad que se aplicaron en este estudio fueron:

1. Los dos rebaños se mantuvieron separados entre ellos por una distancia de un kilómetro.
2. No había contacto físico entre los dos rebaños.
3. El rebaño negativo se situó en una zona geográfica más elevada que el rebaño positivo.
4. Las prácticas de gestión para alimentar y dar de beber a ambos rebaños fueron iguales, pero se asignó distinto personal a cada rebaño.
5. Tras la prueba inicial, se realizaron tres pruebas consecutivas al rebaño negativo, una cada cuatro meses.
6. Los animales positivos en dichas pruebas se retiraron del rebaño negativo y se juntaron con el rebaño positivo.

CUADRO 11

Mejores prácticas para el diagnóstico y segregación

Aunque el diagnóstico y segregación de los rebaños infectados por MTBC ha demostrado ser una estrategia relevante, hay que considerar la capacidad y los recursos de los ganaderos para poder albergar a los animales infectados por separado.

Las mejores prácticas incluyen:

- Establecer dos rebaños con separación física entre ellos: uno con animales negativos para TBb (no reaccionantes) y otro con animales positivos para TBb (reaccionantes).
- Realizar pruebas diagnósticas de forma regular a los no reaccionantes y monitorizar la positividad en ese rebaño a lo largo de un periodo de tiempo. A medida que pasa el tiempo, el número de animales reaccionantes en el grupo de no reaccionantes debe disminuir, indicando un progreso.
- Trasladar a todos los animales con resultado positivo al rebaño de animales reaccionantes.
- No volver a introducir a los animales reaccionantes en el rebaño de no reaccionantes.
- No vender animales reaccionantes a otros rebaños. Cuando sea apropiado, deben enviarse al matadero.
- A nivel nacional, las autoridades veterinarias pueden monitorizar el número de explotaciones y su éxito a la hora de reducir los animales reaccionantes.
- Asignar personal diferente para cada rebaño.
- Usar medidas de bioseguridad para prevenir la contaminación cruzada/el contagio entre rebaños:
 - Exigir al personal que se cambie la ropa y las botas antes de entrar en la explotación de animales no reaccionantes.
 - Asegurarse de que ambos rebaños nunca pastan en el mismo campo ni en campos adyacentes.
 - Mantener separados los equipos utilizados para cada rebaño: no usar ningún instrumento, material ni utensilio de alimentación en común.
 - Si solo hay una sala de ordeño, ordeñar a las vacas no reaccionantes (rebaño negativo) primero, y a las vacas reaccionantes después y, a continuación, limpiar y desinfectar todos los equipos de ordeño y la sala.

3.2.1.5. Vacunación del ganado con BCG

La vacunación del ganado frente a la tuberculosis en mamíferos es desde hace mucho tiempo objeto de investigación para el control de la TBb en el ganado bovino y en otras especies animales. En la actualidad, la única vacuna disponible para infecciones por *M. bovis* en el ganado bovino es la vacuna BCG [1], que contiene una cepa viva atenuada de *M. bovis* [8]. El [Capítulo 3.1.13. del Manual Terrestre](#) [2], «Tuberculosis de los mamíferos», y el [Capítulo 4.18. del Código Terrestre](#) [1], «Vacunación», proporcionan información básica y contexto en cuanto al uso de la BCG como vacuna frente a la tuberculosis en mamíferos. El [Capítulo 4.18. del Código Terrestre](#) también proporciona orientación a los servicios veterinarios sobre el uso de la vacunación para contribuir a la prevención y a los programas de control de la enfermedad.

Los datos actuales sobre la «eficacia de la vacuna» BCG muestran una gran variabilidad. Los informes relativos al ganado bovino han indicado una eficacia directa modesta [10] (de aproximadamente el 25 %) para reducir la susceptibilidad a la enfermedad, pero también efectos indirectos al reducir la infectividad. Un modelo dinámico de transmisión a nivel de rebaño mostró que la vacunación BCG puede dar lugar a una reducción sustancial de la propagación futura y de la carga global de la enfermedad [10].

Para optimizar el uso de la vacuna BCG, es fundamental seguir realizando pruebas de campo con distintas especies animales, entornos y sistemas de ganadería. Para poder evaluar la eficacia de la vacuna de forma exhaustiva, estas pruebas deben realizarse con distintos grados de prevalencia de la enfermedad. También es esencial evaluar la aplicación práctica de las pruebas diseñadas para distinguir entre animales infectados y animales vacunados (pruebas DIVA) [17]. Este enfoque holístico garantizará la eficacia de la vacuna y su utilidad práctica en distintos contextos. Algunos factores que es importante considerar para la evaluación, sobre el terreno, de la vacuna de la TB en ganado son: 1) la edad en el momento de

la vacunación con BCG; 2) cómo y cuándo vacunar; 3) la cepa de BCG que se va a utilizar; 4) la duración de la vacunación; 5) la vía de administración de la vacuna; 6) la dosis de vacunación; 7) el diagnóstico diferencial; 8) la medición de la enfermedad, y 9) la exposición a *M. bovis* [12, 17, 18].

Aunque la vacuna BCG no evita ni elimina por completo el riesgo de infección, el consenso general entre los investigadores es que reduce significativamente la probabilidad de infección, disminuye la intensidad de los signos clínicos y reduce la tasa de transmisión de la TBb entre el ganado bovino [10, 12, 17-20]. Esto pone de manifiesto el papel de la vacuna a la hora de mitigar el impacto de la enfermedad a pesar de las variaciones en medidas específicas de la «eficacia de la vacuna». Los investigadores también han concluido que la vacunación puede tener un impacto positivo importante en las regiones con alta prevalencia, sobre todo cuando se aplica como estrategia complementaria a las acciones de control de la TBb ya existentes, como se explica en los otros apartados de este documento.

En cualquier escenario, las mejores prácticas sugieren que la vacunación del ganado con BCG debe complementarse con una vigilancia sistemática y con una mejora general de la bioseguridad, junto con otros métodos de control, como las medidas descritas en el [Apartado 3.2.1.](#) sobre el control de los desplazamientos, el diagnóstico y la segregación o el diagnóstico y la retirada. En este momento se están realizando ensayos de campo a gran escala en varios países, como el Reino Unido o México, para evaluar la eficacia y la potencial contribución de la vacunación del ganado con BCG a planes exhaustivos de control de la TB animal.

Para evaluar la viabilidad y la eficacia de las intervenciones, incluida la vacunación del ganado con BCG, se anima a los países a implementar proyectos piloto. Estos proyectos pueden proporcionar datos valiosos a la hora de diseñar enfoques de control de la enfermedad adaptados a

distintos contextos. Además, los proyectos piloto pueden ayudar a los países a elaborar un «estudio de viabilidad» en el que se evalúen los menores costes y riesgos y los beneficios directos e indirectos de implementar la vacunación con BCG u otras estrategias como parte de un programa más amplio de control de la TBb.

En los países que no tengan programas de control de la TBb, pero que estén considerando la vacunación del ganado,

algunos beneficios potenciales pueden ser la reducción de riesgos de salud pública, la menor susceptibilidad a nuevas infecciones en un contexto de intensificación lechera, la mejora de la productividad y la mejora del acceso a los mercados. Estos incentivos pueden ser cruciales para que se empiecen a aplicar las medidas de control de la TB. Al implementar los proyectos piloto, los países deben monitorizar y evaluar el progreso, los resultados y el impacto de la campaña

CUADRO 12

Mejores prácticas para el uso de la vacuna BCG en el ganado

El uso de la vacunación con BCG para el ganado es una opción estratégica que puede considerarse en ciertas condiciones epidemiológicas, como, por ejemplo, en zonas con prevalencia alta. Se ha observado que, si se usa de forma sostenida a lo largo del tiempo en una zona geográfica, tiene otros múltiples efectos positivos además de la reducción de la prevalencia de la TBb. Algunos de estos efectos son la disminución de la intensidad de la enfermedad clínica en el ganado y en la fauna silvestre, la disminución de la transmisión interespecie (a la fauna silvestre, a otras especies domésticas, a los seres humanos), la mejora de la productividad y del valor del ganado y, si se ofrece como un servicio gubernamental, el compromiso y el convencimiento de los granjeros y los productores.

Antes de considerar la vacuna BCG como una estrategia nacional, hay que considerar factores técnicos relativos a su uso y específicos para cada país, como, por ejemplo:

- Zonas específicas del país en las que aplicar la vacunación;
- Cobertura de la vacuna en rebaños;
- Grupos de edad en los que se va a aplicar;
- Comparación de la incidencia de TBb en rebaños vacunados frente a rebaños no vacunados;
- La eficacia de la vacuna;
- Información sobre el funcionamiento de las pruebas DIVA,
- Adaptabilidad del uso de la vacuna.

Algunas desventajas del uso de la vacuna contra la BCG son:

- La necesidad de garantizar una «cadena de frío»;
- La ausencia de utilidad de la vacuna BCG en animales ya infectados;
- Las barreras para la exportación de ganado vacunado con BCG;
- La posibilidad de que distintas partes interesadas tengan expectativas poco realistas en cuanto al impacto de la vacunación como estrategia frente a la TB en las especies de ganado;
- La necesidad (y el coste adicional) de una prueba DIVA que distinga a los animales infectados de forma natural de los animales vacunados,
- Consideraciones éticas en países o regiones con escasez de la vacuna BCG para los humanos.

Es necesario realizar más investigación sobre ensayos de campo con la vacuna BCG en condiciones naturales para recopilar pruebas científicas adicionales sobre aspectos como:

- La eficacia de la vacuna;
- Cuándo vacunar al ganado;
- La seguridad de la vacuna en vacas y terneros lactantes,
- El análisis de costes y beneficios.

de vacunación. Algunos aspectos clave para la evaluación incluyen la logística para la implementación sobre el terreno, la cobertura de la vacunación y su impacto sobre la epidemiología de la TBb.

A pesar de que existen pruebas de que la vacuna BCG confiere protección al ganado bovino, en la actualidad, su uso está prohibido en muchos países [2]. Esta prohibición se debe principalmente al efecto de la vacuna sobre la especificidad de la TST: la vacunación da lugar a falsos positivos, porque la prueba no permite diferenciar entre animales infectados y animales vacunados.

La vacuna BCG para humanos lleva usándose más de 100 años y es una de las vacunas más ampliamente administradas a nivel mundial, llegando a un 80 % de los niños en los países que la incluyen en sus programas nacionales de inmunización.

Según el «Programa esencial sobre inmunización» de la OMS, la BCG es un componente fundamental de los programas de inmunización infantil en muchos países, y las autoridades deben garantizar el suministro ininterrumpido de la vacuna.

Si las autoridades sanitarias están preocupadas acerca de momentos puntuales de escasez de la vacuna BCG para uso humano, es importante tener en cuenta que las vacunas veterinarias tienen una cadena de suministro independiente. Las vacunas veterinarias tienen que fabricarse, aprobarse y venderse de forma independiente con respecto a las humanas; esta distinción garantiza que la producción y la disponibilidad de vacunas BCG para animales no afecte a los suministros para los programas de inmunización infantil. Mantener una separación clara entre las cadenas de suministro de vacunas de uso humano y veterinario contribuye a la disponibilidad ininterrumpida de vacunas BCG para programas esenciales de salud pública.

3.2.2. Interacciones entre el ganado y la fauna silvestre y riesgo de transmisión de especies del MTBC

Mycobacterium bovis infecta principalmente al ganado bovino, pero esta bacteria y otras especies del MTBC pueden afectar a muchas otras especies animales. La fauna silvestre puede actuar como fuente de infección para el ganado bovino u otras especies ganaderas. La transmisión puede producirse por contacto directo entre distintas especies animales [21] o de forma indirecta al compartir hábitats, como pastos o fuentes de agua [22]. Así, ciertas especies de fauna silvestre pueden actuar como reservorios de *M. bovis* y otras especies del MTBC, representando un riesgo para el ganado por transmisión directa e indirecta. Algunos ejemplos son los tejones en el Reino Unido y en Irlanda, los jabalís en España, los búfalos africanos en Sudáfrica, las zarigüeyas de cola de cepillo en Nueva Zelanda y el ciervo de cola blanca en los EE. UU. [23].

En las últimas décadas, la estrategia más habitual para mitigar el riesgo de transmisión de la fauna silvestre al ganado ha sido el sacrificio selectivo de animales silvestres. Mientras que el sacrificio selectivo ha sido un método de control habitual, hay estudios que demuestran su ineficacia en la estrategia de gestión de la TBb [24] y que expresan preocupación por su impacto sobre la conservación de la fauna silvestre.

Ejemplo 4 – En América del Norte existe un sistema estructurado de vigilancia para la población de fauna silvestre en riesgo, y se ha aplicado una estrategia de sacrificio selectivo en grupos de alto riesgo para que los procedimientos de sacrificio selectivo sean más prácticos y eficaces [21]. Una revisión de las estrategias de gestión de la fauna silvestre realizada en África, que abarcó diez países, concluyó que el sacrificio selectivo no llevaba a la eliminación de la enfermedad entre las poblaciones de búfalos y no era bien recibido por la comunidad, porque suscitaba preocupaciones en cuanto a la conservación de especies animales [25].

3.2.1.1. Vacunación de las especies de fauna silvestre con BCG

Pese a la diferencia de opiniones en cuanto a la eficacia del sacrificio selectivo de animales silvestres para controlar la TBb, está ampliamente admitido que el sacrificio de grandes números de animales silvestres es costoso [21] y a menudo poco práctico [24], además de no ser socialmente aceptable. Por lo tanto, estudios e iniciativas recientes han investigado la vacunación de la fauna silvestre como parte de las estrategias de control.

La vacunación de la fauna silvestre cada vez despierta más interés como herramienta para gestionar las enfermedades de los animales silvestres en libertad. Algunos países, como la República de Irlanda [13] y el Reino Unido [15], han aprobado la vacunación de tejones como parte de su programa de control de la TBb para reducir la propagación de la enfermedad.

El uso de la vacuna BCG en la fauna silvestre frente a su uso en el ganado representa una estrategia totalmente distinta, guiada por consideraciones epidemiológicas, legales, normativas y logísticas diferentes. En el primer escenario, los países que se hallan en las últimas fases de eliminación de la enfermedad y sin infección en el ganado pueden considerar la vacunación de algunas especies de fauna silvestre, incluidas especies en peligro de extinción.

Sin embargo, en los países con TBb endémica, es posible que no se pueda lograr el objetivo de eliminación en las poblaciones de fauna silvestre. La vacunación puede usarse para reducir la transmisión y la carga de enfermedad hasta un punto en el que el sacrificio selectivo sea más viable. Por lo tanto, no se recomienda aplicar un programa que consista únicamente en la vacunación de las especies silvestres, sino combinar esta vacunación con la eliminación selectiva puede mejorar las perspectivas de terminar con la enfermedad en las poblaciones de fauna silvestre.

Ejemplo 5 – Un estudio de modelación sobre el ciervo de cola blanca realizado en Michigan, EE. UU., en 2024, indicó que el uso de la vacunación, en particular si se combina con un mayor sacrificio de ciervos (caza o sacrificios selectivos), reduce de forma eficaz la prevalencia de la enfermedad. En dicho estudio, los investigadores identificaron estrategias viables de gestión integrada que incluían la vacunación y el aumento de los sacrificios de ciervos y reducían la prevalencia de la enfermedad en ciervos en libertad. No obstante, la eliminación de la enfermedad se logró en muy pocos escenarios debido a la naturaleza crónica de la TB. El estudio concluyó que, si bien la eliminación completa es difícil, la vacunación sostenida y la investigación para mejorar la eficacia de la vacuna son fundamentales para la gestión de la enfermedad a largo plazo [26].

Ejemplo 6 – Un estudio que mapeó la eficacia de la vacunación de tejones en zonas de «alto riesgo» del Reino Unido entre 2009 y 2020 usó un modelo de simulación para mapear la eficacia del programa de vacunación de tejones. Se pronosticó que la implementación de la vacunación masiva tras los sacrificios selectivos reduciría de forma significativa la cantidad de tejones infectados a lo largo del tiempo [27]. Había estudios previos para respaldar esto, que mostraban que la vacunación intramuscular de tejones con BCG reducía la intensidad y el riesgo de infección en un 54 % [28] y en un 74 % [29], respectivamente. En ensayos de campo realizados con zarigüeyas en Nueva Zelanda se obtuvieron resultados similares [30].

Existen datos científicos publicados en 2018 [17] que muestran que «la administración por vía oral de la vacuna BCG a animales silvestres que actúan como reservorios de infección, tales como los tejones europeos, las zarigüeyas, los jabalís o los ciervos, confiere protección frente a la TB y podría ser un modo práctico de vacunar a dichas especies a mayor escala».

Ejemplo 7 – En marzo de 2023, el ministro de Agricultura, Alimentación y Medio Marino de Irlanda anunció que la vacunación de tejones será una parte integral del programa de erradicación de la TB en Irlanda [31]. Hace más de 15 años que se viene realizando investigación sobre el uso de la vacuna BCG frente a las infecciones por MTBC en tejones. Más concretamente, entre 2013 y 2017 se realizaron ensayos que demostraron que la vacunación con BCG y el sacrificio selectivo de tejones son igual de efectivos a la hora de controlar la propagación de la TB entre las poblaciones de tejones. Estas pruebas respaldaron el uso de la vacunación como una alternativa al sacrificio selectivo para gestionar la TB en tejones [32].

CUADRO 13

Mejores prácticas para minimizar el riesgo de especies del MTBC entre el ganado y la fauna silvestre

Dependiendo de parámetros de aceptabilidad cultural y social, entre las opciones para luchar contra la infección y la enfermedad por especies del MTBC en animales silvestres, algunas de las mejores prácticas son:

- Intervenciones para limitar las interacciones, como vallar ciertas zonas para evitar que los animales se mezclen.
- Plantearse la vacunación de las especies de fauna silvestre con BCG.
- Los sacrificios selectivos de animales silvestres en áreas de alto riesgo o especies de alto riesgo, conforme a lo indicado en el **Capítulo 7.6. del Código Terrestre**, «Matanza de animales con fines profilácticos».

3.2.3. Reducción del riesgo de transmisión zoonótica

La tuberculosis zoonótica (TBz) es una forma de tuberculosis en humanos causada por la transmisión desde animales. Históricamente, los datos disponibles indican que *M. tuberculosis* es el agente causante de la infección por TB en humanos, y que *M. bovis* es el agente causante de la TB en animales [33]. Sin embargo, a nivel global, en la mayoría de las personas con TB [4, 5, 9, 34] aún no se diferencia la especie del MTBC causante de la infección. Mientras que *M. bovis* es el principal agente causante de la TBb en ganado bovino, se sabe que otros miembros del MTBC (*M. tuberculosis*, *M. africanum*, *M. caprae*, *M. orygis* y *M. microti*) también pueden causar la enfermedad en este ganado [35] y tienen potencial zoonótico. La estrategia «Terminar con la TB» de la OMS se centra en reducir la TB causada por *M. tuberculosis*, y en 2017, la OMS reconoció e incluyó *M. bovis* entre los agentes causantes de esta enfermedad en humanos.

El ganado bovino es el reservorio más importante de TB en cuanto a la exposición zoonótica de los seres humanos. Es probable que la carga real de TBz sea mayor que la que se conoce, debido a la falta de vigilancia sistemática y de instalaciones de diagnóstico en la mayoría de los países. Una revisión sistemática realizada en 2022 reveló que en el 90 % de los 119 países analizados faltaban datos de vigilancia sobre la TBz causada por *M. bovis* [36]. Además, se sabía que el

60 % de los países tenían infecciones por *M. bovis* en sus rebaños, pero que, sin embargo, menos del 10 % habían implementado un programa de vigilancia de la TBz [36]. Este estudio también concluyó que la vigilancia de la TBz está muy condicionada por el nivel de ingreso de cada país, e identificó una discrepancia entre el nivel de riesgo de transmisión de la TB de animales a humanos y la amplitud de la vigilancia. Además, menos del 5 % de los países evaluados habían aplicado programas integrados de control de la TB humana y animal, lo que sugiere un grado bajo de adopción del enfoque «Una sola salud» a escala mundial [37].

El riesgo y la carga de TBz humana causada por especies del MTBC varían de unos países a otros en función de la prevalencia de TBb y del grado de implementación de las prácticas mencionadas más arriba. Un aspecto clave para reducir la transmisión de especies del MTBC de animales a humanos es proteger el suministro alimentario de forma directa mediante la detección e inspección de las canales y la pasteurización o el hervido de la leche y los productos lácteos. En los países donde los factores socioculturales y epidemiológicos facilitan la transmisión zoonótica de especies del MTBC, se necesitan datos e investigación local sobre la carga de la enfermedad, sensibilización en la materia y colaboración entre los sectores de salud humana y sanidad animal.

Deben implementarse programas de vigilancia de la enfermedad tanto para la TBb como para la TBz, dando prioridad a la

detección en comunidades con una prevalencia alta de TBb o con prácticas culturales que exponen a los seres humanos a las especies del MTBC, ya sea de forma directa desde animales infectados o de forma

indirecta a través de productos alimentarios contaminados. Esto es esencial para generar pruebas sobre la carga de la enfermedad en humanos.

CUADRO 14

Mejores prácticas en cuanto a la TB zoonótica

Para lograr el diagnóstico, tratamiento y prevención adecuados de la TBz es fundamental medir y comprender mejor los desafíos que plantea esta enfermedad para los humanos, identificando el agente causante, en particular en los grupos de alto riesgo.

Las mejores prácticas incluyen la vigilancia sistemática tanto de la TBb como de la TBz, así como la identificación del agente causante (especie del MTBC) de la TB en personas de grupos de alto riesgo potencialmente expuestas a especies del MTBC procedentes de animales.

Algunas comunidades con alto riesgo de contraer TB o con trabajadores en riesgo son:

- Comunidades de zonas donde las prácticas socioculturales aumentan el riesgo de exposición de los seres humanos a las especies del MTBC, ya sea de forma directa desde animales infectados o de forma indirecta a través de productos alimentarios contaminados;
- Comunidades de zonas en las que es habitual consumir leche no pasteurizada o productos de origen animal no tratados procedentes de animales infectados;
- Comunidades rurales: personas que viven en zonas donde la TBb es endémica,
- Los profesionales de sanidad animal, los criadores de ganado, los pastores de rebaños, los trabajadores de explotaciones lecheras y todos aquellos que manejan ganado directamente, trabajan en la producción lechera o entran en contacto con animales infectados o productos de origen animal.

Se debe aplicar un enfoque «Una sola salud» que incluya la implementación de un programa multisectorial coordinado, en el que participen funcionarios de salud pública (Ministerios de Sanidad y Agricultura), profesionales sanitarios (veterinarios y médicos), políticos, investigadores científicos, expertos en cuestiones sociales, culturales y de comunicación, y economistas, entre otros.

Es importante abordar las preocupaciones de la comunidad y protegerla del riesgo de TBz, porque depende del aporte de nutrientes de productos lácteos y proteínas de origen animal. Debe salvaguardarse el suministro de alimentos mediante la inspección y el tratamiento térmico o la pasteurización de los productos lácteos, con certificación y supervisión de los productores comerciales para que se cumplan los estándares de pasteurización. Prestar la debida consideración a las preocupaciones y aportaciones de la comunidad y mantener una comunicación transparente, precisa y fluida puede facilitar el conocimiento del riesgo de transmisión de la TB y el cumplimiento de las normas.

Para lograr el objetivo de la estrategia «Fin de la TB» de la OMS, es necesario aplicar un enfoque «Una sola salud», que incluye a las autoridades de sanidad animal, las autoridades de salud pública, profesionales sanitarios, veterinarios, políticos, investigadores, expertos en cuestiones sociales, culturales y de comunicación, economistas, grupos ganaderos y a comunidades locales. Se recomienda que, durante el establecimiento de un «estudio de viabilidad» para el control de la TBb en el ganado, las autoridades veterinarias reconozcan la importancia de considerar no solo los beneficios económicos de reducir la carga de TBb

en animales, sino también evaluar impactos más amplios en términos de salud pública. Controlar la TBb no solo generaría ventajas económicas, también produciría un importante beneficio en términos de salud pública al reducir el riesgo de transmisión zoonótica de especies del MTBC, mitigar el riesgo de aparición de resistencia a los antimicrobianos y mejorar la eficacia general de los sistemas sanitarios. Esta perspectiva holística refuerza la interconexión entre la sanidad animal y la salud humana en el contexto de las iniciativas de control de la TB en línea con el enfoque «Una sola salud».

CUADRO 15

Otras consideraciones

La OMSA reconoce que los datos existentes sobre el uso de la quimioterapia y la quimioprofilaxis frente a las micobacterias en especies ganaderas son limitados, en particular para compuestos como la isoniazida (INH), que es una opción de tratamiento de primera línea en humanos. Aunque se usan tratamientos frente a las micobacterias (sobre todo INH) en animales de zoos y de compañía, la OMSA no recomienda usar este enfoque para el ganado. El motivo es el riesgo potencial de que los animales tratados sigan albergando y transmitiendo especies del MTBC a otros animales y a los humanos. Además, también hay preocupación en cuanto a la aparición de resistencia a los antimicrobianos. La postura de la Alianza Cuatripartita sobre el uso responsable y prudente de los agentes antimicrobianos, en línea con la 7.^a edición de la Lista de la OMS de agentes antimicrobianos de importancia para la medicina humana [38] y con la Lista de la OMSA de agentes antimicrobianos importantes para la medicina veterinaria [39], es desaconsejar su uso para el tratamiento de la TB en el ganado. La OMSA también reconoce el uso de fitoquímicos o de remedios tradicionales frente a la TB; no obstante, no hay suficientes pruebas sobre su eficacia. Por lo tanto, estas directrices no contienen dichas opciones pero reconocen la necesidad de estudiar mejor esta área y el potencial para la aparición de nuevas tecnologías y enfoques.

4. Investigación operativa

Estas directrices se revisarán a medida que se implementen estrategias distintas del diagnóstico y sacrificio y que se desarrollen nuevas herramientas, introduciendo actualizaciones para evaluar e incorporar los avances. Esto requerirá investigación adicional, desde investigación científica básica hasta estudios operativos y de programas que incorporen el «aprendizaje mediante la experiencia», el uso de monitorización y evaluación, así como estudios comportamentales y de intervención para medir y mejorar de forma continuada el funcionamiento de los programas. Por lo tanto, los países y las

partes interesadas clave a nivel local deben incluir un componente de aprendizaje en los programas nacionales contra la TBb que se base en los conocimientos adquiridos y permita adaptar las estrategias para mejorar su eficacia. Los estudios de investigación operativa y comportamentales deben incluir:

- la aceptabilidad de los procedimientos propuestos;
- cómo y cuándo interrumpir o mejorar las prácticas;
- cómo implementar los hallazgos,
- métodos óptimos de comunicación.

5. Conclusión

Aunque el diagnóstico y sacrificio del ganado sigue siendo la herramienta más efectiva para controlar la TBb y tratar de eliminar la transmisión de especies del MTBC, esta estrategia no siempre es factible. Estas directrices, basadas en una revisión exhaustiva de la literatura, en opiniones de expertos obtenidas en debates del grupo focal, en entrevistas individuales, en una encuesta en línea a las partes interesadas a nivel mundial y en el consenso de un panel de expertos de la OMSA, se presentan en respuesta a la dificultad a la que se enfrentan la mayoría de los Miembros de la OMSA para aplicar el diagnóstico y sacrificio, debido a consideraciones epidemiológicas,

religiosas, socioculturales y/o económicas. Estas estrategias distintas del diagnóstico y sacrificio, aplicadas total o parcialmente, constituyen una forma de avanzar hacia la eliminación de la TBb en las especies de ganado. Desde la perspectiva de «Una sola salud», su implementación también contribuirá a reducir la carga de infección por especies del MTBC y la TB en animales silvestres, y la de TBz en humanos. Las directrices reflejan el conocimiento actual y deben entenderse como un «documento vivo». En el futuro tendrán que ser revisadas y es posible que requieran algunos ajustes con la aparición de nuevas pruebas y tecnologías emergentes.

Apéndice 1

Escenarios para países con distintos grados de disponibilidad de recursos y contextos epidemiológicos

Los siguientes escenarios pueden proporcionar información que ayude a la toma de decisiones sobre las estrategias de control de la tuberculosis bovina (TBb) basándose en los contextos epidemiológicos, la calidad de los servicios veterinarios y los factores económicos y logísticos existentes. Cada

escenario considera la disponibilidad de recursos, las prácticas ganaderas, las intervenciones potenciales, los beneficios y los desafíos relacionados con la elaboración de planes de control de la TBb específicos para cada contexto.

Las autoridades veterinarias pueden usar estos escenarios a la hora de crear su propio marco de elaboración y aplicación de estrategias de control de la TBb.

ESCENARIO 1

Países libres de TB bovina, o países con una prevalencia en los rebaños baja (2 %–5 %) o muy baja (<2 %), con un programa nacional de control de la TBb plenamente implementado y con agricultura intensiva.

Perfil del país: oficialmente libre de TB bovina, o con una prevalencia en los rebaños baja (2 %–5 %) o muy baja (<2 %), con un programa nacional de control de la TBb en funcionamiento, con infraestructuras veterinarias y de salud pública avanzadas, con prácticas de ganadería intensiva y en el que los desplazamientos del ganado se realizan conforme a los estándares de la OMSA.

Objetivo: reducir la carga de TBb y avanzar hacia el mantenimiento del estatus «libre de TBb», cumplir con las normas internacionales de comercio y bienestar y proteger a la población de la transmisión zoonótica de especies del MTBC.

Qué es necesario considerar:

- **Continuar la estrategia actual de diagnóstico y sacrificio:** basándose en la prevalencia media actual, así como en la disponibilidad de recursos económicos y de infraestructuras para practicar el diagnóstico y sacrificio con compensaciones financieras para los ganaderos.
- **Medidas generales de bioseguridad:** es importante continuar usando la infraestructura ya existente.
- **Zonificación:** crear zonas definidas basándose en el riesgo de TBb (p. ej., zonas libres de enfermedad y zonas de control); puede usarse para garantizar un comercio seguro tanto a escala nacional como internacional.
- **Programas de certificación y trazabilidad:** usar las estructuras comerciales existentes facilita el comercio desde zonas libres de enfermedad y garantiza cadenas de suministro rastreables y libres de enfermedad.
- **Vacunación del ganado con BCG:** ni se recomienda ni es necesaria en los países libres de TBb o con una prevalencia en los rebaños muy baja (<2 %) o baja (2 %–5 %).

Cómo hacerlo: disponer de recursos económicos para mantener servicios veterinarios avanzados, un programa nacional activo de control de la TBb, infraestructuras comerciales y sistemas normativos.

Beneficios: control eficaz de la TBb, beneficios económicos comerciales, acceso sostenido a los mercados de exportaciones, estándares altos de sanidad animal, seguridad en cuanto a salud pública.

Desafíos: mantener el estatus «libre de enfermedad» (y/o una prevalencia muy baja), transmisión posible de especies del MTBC de la fauna silvestre a los seres humanos.

It is impossible to fit more text in the same amount of space. Options, bigger box or smaller text.

ESCENARIO 2

Prevalencia de la TBb en rebaños superior al 5 %, programa nacional de control de la TBb implementado parcialmente, buenos servicios veterinarios, economía emergente que está pasando de la ganadería extensiva a la ganadería intensiva.

Perfil del país: prevalencia en rebaños >5%, economía en crecimiento, en transición de una ganadería extensiva (p. ej., prácticas ganaderas tradicionales/comunitarias y/o trashumantes, normalmente con un número reducido de rebaños), a una ganadería intensiva, inversiones crecientes en infraestructuras de salud pública.

Objetivo: reducir la prevalencia de la TBb mejorando su control en un contexto de prácticas ganaderas en transformación (ganadería extensiva a intensiva) que, como es sabido, aumentan la prevalencia de la TBb; mejorar la productividad, y reducir el riesgo de transmisión zoonótica de especies del MTBC.

Qué es necesario considerar:

- **Vigilancia:** medición y evaluación de la magnitud de la TBb; fundamental para el éxito a largo plazo.
- **Estrategia:** actualizar el programa de control de la enfermedad e identificar los mecanismos jurídicos y reglamentarios necesarios para respaldar las actividades.
- **Programas de sensibilización:** sensibilización de las comunidades cuya población animal tiene un alto riesgo de contraer la enfermedad. Esto contribuiría también a la implementación de actividades de vigilancia.
- **Zonificación y compartimentalización:** tener zonas separadas de ganadería intensiva para ayudar a controlar la propagación de la enfermedad, apoyar la transición a la ganadería intensiva y el acceso a mercados de valor alto; esto requiere una vigilancia óptima, la identificación de los animales y tener sistemas de trazabilidad.
- **Controles de los desplazamientos de animales:** requiere la aplicación de las normas para prevenir la transmisión de especies del MTBC entre animales, rebaños o países/zonas.
- **Factores impulsores del mercado y de políticas:** potencial para el éxito con incentivos específicos que mejoren el acceso al mercado para los ganaderos que participen (p. ej., tarifas especiales para los productos de rebaños certificados como libres de TBb); iniciativas legislativas (p. ej., diagnóstico obligatorio, subsidios para la vacunación del ganado, compensaciones por los animales sacrificados).
- **Diagnóstico y segregación:** en regiones más desarrolladas con una ganadería de leche que se vuelve más intensiva, tal vez no sea posible alojar a los animales infectados por separado debido a una falta de disponibilidad de tierra o al coste de la misma.
- **Vacunación con BCG para el ganado:** antes de considerar la introducción de la vacuna BCG para el ganado, se recomienda seguir haciendo pruebas de campo para evaluar y optimizar su uso en ganado (véase el [Apartado 3.2.1.5.](#)). La vacuna BCG puede constituir una estrategia rentable, en particular en aquellos países donde no se realiza vigilancia ante- o post-mortem de forma sistemática y donde el comercio no se verá afectado por el uso de la vacunación con BCG. El uso de la vacunación BCG para el ganado puede considerarse en países con escenarios epidemiológicos que mejorarían con esta estrategia, por ejemplo, países en los que la TBb es endémica, tiene prevalencia alta en los rebaños y no tienen previsto realizar comercio de animales, o en países que no realicen pruebas DIVA.

Cómo hacerlo: adaptar e implementar estrategias basadas en las capacidades de la región y en contextos de alto riesgo, seleccionar las intervenciones en función de las necesidades identificadas en los países. La viabilidad de esto podría ser moderada en función de los servicios veterinarios y de la infraestructura del país. Garantizar la disponibilidad de vacunas BCG para los programas de inmunización infantil.

Beneficios: reducción de la prevalencia de TBb, mejora de la sanidad animal, crecimiento económico en los sectores ganadero y agrícola, salud y seguridad públicas mejoradas.

Desafíos: prácticas ganaderas diversas, diferencias entre regiones en cuanto a TBb, limitaciones sociales y económicas, gestión de los animales reaccionantes a TBb, necesidad de diagnóstico DIVA para la vacunación del ganado.

ESCENARIO 3

Prevalencia de la TB en rebaños bovinos >5 %, sin un programa nacional de control de la TBb operativo, entorno de recursos bajos, ganadería extensiva.

Perfil del país: prevalencia en rebaños >5%, recursos económicos limitados, *ganadería extensiva* (prácticas ganaderas tradicionales/comunitarias y/o trashumantes, normalmente con un número reducido de rebaños), servicios veterinarios e infraestructuras de salud pública deficientes.

Objetivo: gestionar la TBb con recursos limitados, centrándose en reducir la TBb en rebaños lecheros intensificados, y reducir el riesgo de transmisión zoonótica de las especies del MTBC.

Qué es necesario considerar:

- **Vigilancia:** para conocer la situación epidemiológica, es necesario conocer las poblaciones de animales susceptibles de infectarse y su distribución. La vigilancia dirigida en zonas clave que son puntos habituales de congregación, como los mercados locales o los mataderos, es fundamental para evaluar la magnitud de la TBb en un país.
- **Estrategia:** actualizar o elaborar un programa de control de la enfermedad e identificar los mecanismos jurídicos y reglamentarios necesarios para respaldar las actividades.
- **Programas de sensibilización:** sensibilización de las comunidades cuya población animal tiene un alto riesgo de contraer la enfermedad. Esto contribuiría también a la implementación de actividades de vigilancia.
- **Medidas de bioseguridad:** la implementación de medidas puede ser complicada con viabilidad limitada. Los desafíos se podrían abordar mediante formación en la comunidad.
- **Zonificación y compartimentalización:** posible para explotaciones intensivas y de riesgo alto para desarrollo de rebaños de valor alto libres de enfermedad.
- **Diagnóstico y segregación:** posible en regiones con una ganadería lechera cada vez más intensiva; complicada en zonas con prácticas de ganadería comunitarias.
- **Vacunación con BCG para el ganado:** antes de considerar la introducción de la vacuna BCG para el ganado, se recomienda seguir haciendo pruebas de campo para evaluar y optimizar su uso en ganado (véase el [Apartado 3.2.1.5.](#)). La vacuna BCG puede constituir una estrategia rentable, en particular en aquellos países donde no se realiza vigilancia *ante-* o *post-mortem* de forma sistemática y donde el comercio no se verá afectado por el uso de esta vacuna. El uso de la vacunación con BCG para el ganado debe considerarse únicamente en países con escenarios epidemiológicos que mejorarían con esta estrategia, por ejemplo, países en los que la TBb es endémica y tiene alta prevalencia en los rebaños. Esta estrategia puede ser viable para seleccionar áreas de alto riesgo o zonas con una ganadería lechera cada vez más intensiva, pero puede haber limitaciones logísticas y de recursos para su uso extendido.

Cómo hacerlo: uso de vigilancia frente a la TBb; la sensibilización y la educación son fundamentales. No obstante, debido a distintas prioridades y a la escasez de financiación, infraestructuras, personal, diagnóstico y vacunas BCG, la viabilidad del control de la TBb puede ser limitada. Garantizar la disponibilidad de vacunas BCG para los programas de inmunización infantil.

Beneficios: mejor sanidad animal y mejora de los métodos de subsistencia de la comunidad, base para el control y la estabilidad a largo plazo, salud y seguridad públicas mejoradas.

Desafíos: separar y albergar de forma efectiva a los animales infectados requiere tierra y financiación adicionales; financiación insuficiente; necesidad de una prueba DIVA para la vacunación del ganado.

ESCENARIO 4

Países con reservorios importantes de especies del MTBC entre la fauna silvestre.

Escenario nacional: países con una o más especies de fauna silvestre que son reservorio de TBb (tejones, zarigüeyas, búfalo africano, ciervo de cola blanca, jabalí, entre otros).

Objetivo: evitar o reducir la transmisión de especies del MTBC de la fauna silvestre al ganado y reducir las infecciones por las especies del MTBC y la TB en la fauna silvestre.

Qué es necesario considerar:

- **Programas de sensibilización:** sensibilización de las partes interesadas técnicas sobre las vías de riesgo de la TB de animales silvestres, sensibilización de los miembros de la comunidad que están en estrecho contacto con animales silvestres.
- **Gestión de los hábitats:** se necesita una planificación medioambiental adecuada, como, por ejemplo, barreras físicas para prevenir el contacto entre la fauna silvestre y el ganado.
- **Diagnóstico y segregación:** puede ser viable en ganado bovino y puede ser útil (pero controvertido) cuando la población de fauna silvestre es significativa.
- **Zonificación y compartimentalización:** puede usarse para establecer zonas de protección; se puede usar la compartimentalización para gestionar la enfermedad dentro de poblaciones específicas de animales silvestres o rebaños de ganado.
- **Vacunación de la fauna silvestre con BCG:** supone retos logísticos, pero es una opción cada vez más explorada. Desde 2018, Irlanda ha vacunado a los tejones con BCG.
- **Vacunación del ganado con BCG:** antes de introducir la vacuna BCG para el ganado, se recomienda seguir haciendo pruebas de campo para evaluar y optimizar su uso en ganado (véase el Apartado 3.2.15.). La vacuna BCG puede constituir una estrategia rentable, en particular en los países donde no se realiza vigilancia *ante-* o *post-mortem* de forma sistemática y donde el comercio no se verá afectado por el uso de la vacuna BCG. El uso de la vacunación con BCG para el ganado puede considerarse en los países en los que la TBb es endémica, con una prevalencia alta de TBb en el ganado y con reservorios importantes entre la fauna silvestre.

Cómo hacerlo: mediante una gestión integrada de la fauna silvestre y del ganado. Esto depende de la capacidad de gestionar las interacciones fauna silvestre-ganado y requiere un enfoque multisectorial integrado «Una sola salud».

Beneficios: reducción de la transmisión de la enfermedad de la fauna silvestre al ganado; mejor equilibrio entre el control de la enfermedad y la conservación de la fauna silvestre, mantenimiento de la confianza pública.

Desafíos: la transmisión en el ganado es una combinación de transmisión inter e intraespecífica. Es necesario equilibrar la conservación de la fauna silvestre con el control de la TBb. Otros desafíos son la percepción pública de la gestión de la fauna silvestre, la necesidad de una prueba DIVA para la vacunación del ganado bovino y la escasez de la vacuna BCG.

Referencias

1. Organización Mundial de Sanidad Animal. Código Sanitario para los Animales Terrestres. Infección por el complejo *Mycobacterium tuberculosis*. 2023 [acceso 14 de marzo de 2024]. Disponible en: https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/chapitre_bovine_tuberculosis.pdf
2. Organización Mundial de Sanidad Animal. Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los Animales Terrestres. Tuberculosis de los mamíferos (infección por el complejo *Mycobacterium tuberculosis*) [en inglés]. 2023 [acceso 14 de marzo de 2024]. Disponible en: https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.01.13_Mammalian_tuberculosis_ESP.pdf
3. Palmer MV, Waters WR. Bovine tuberculosis and the establishment of an eradication program in the United States: role of veterinarians. *Vet Med Int*; 2011; 816345 Epub 2011 May 17. PMID: 21647341; PMCID: PMC3103864. <https://doi.org/10.4061/2011/816345>
4. Organización Mundial de Sanidad Animal. Reunión del Grupo *ad hoc* de la OIE sobre estrategias alternativas para el control y eliminación de la infección por el complejo *Mycobacterium tuberculosis* en el ganado. 2020 [acceso 28 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.woah.org/app/uploads/2023/03/e-ahg-alternativestrategies-m-tuberculosis-approved.pdf>
5. Dean A, Elldrissi A, Erlacher-Vindel E, Forcella S, Fujiwara PI, Gifford G, *et al.* Hoja de ruta contra la tuberculosis zoonótica. 2017. Disponible en: <https://www.woah.org/app/uploads/2021/03/hoja-de-ruta-tb.pdf>
6. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D., *et al.* PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Ann Intern Med*. 2018 Oct 2;169 (7):467-473. Epub 2018 Sep 4. PMID: 30178033. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
7. Braun V, Clarke V. One size fits all? What counts as quality practice in (reflexive) thematic analysis? *Qual. Res. Psychol*. 2021; 18: 328-352. <https://doi.org/10.1080/14780887.2020.1769238>
8. Waters R, Vordermeier M. Immunological diagnosis. In: *Bovine tuberculosis*. CABI International; 2018. <https://doi.org/10.1079/9781786391520.0173>
9. Livingstone P, Hancox N. Managing bovine tuberculosis: successes and issues. In: *Bovine tuberculosis*. CABI International; 2018. <https://doi.org/10.1079/9781786391520.0225>
10. Srinivasan S, Conlan AJK, Easterling LA, Herrera C, Dandapat P, Veerasami M, *et al.* A meta-analysis of the effect of Bacillus Calmette-Guérin vaccination against bovine tuberculosis: is perfect the enemy of good? *Front. Vet. Sci*. 2021;8:637580. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.637580>
11. Vordermeier HM, Jones GJ, Buddle BM, Hewinson RG, Villarreal-Ramos B. Bovine tuberculosis in cattle: vaccines, DIVA tests, and host biomarker discovery. *Annu. Rev. Anim. Biosci*. 2016;4:87-109. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26884103/>
12. Bayissa B, Sirak A, Worku A, Zewude A, Zeleke Y, Chanyalew M, *et al.* Evaluation of the efficacy of BCG in protecting against contact challenge with bovine tuberculosis in Holstein-Friesian and zebu crossbred calves in Ethiopia. *Front. Vet. Sci*. 2021;8:702402. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.702402>
13. Organización Mundial de Sanidad Animal. OIE Procedure for Registration of Diagnostic Kits. 2015 [acceso 28 de julio de 2023]. Disponible en: https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Our_scientific_expertise/docs/pdf/OIE_Register_Bovigam_Abstract_v1_05.2015.pdf
14. Ghielmetti G, Landolt P, Friedel U, Morach M, Hartnack S, Stephan R, *et al.* Evaluation of Three Commercial Interferon- γ Assays in a Bovine Tuberculosis Free Population. *Front. Vet. Sci*. 2021;8:682466. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.682466>
15. Ameni G, Aseffa A, Sirak A, Engers H, Young DB, Hewinson RG. Effect of skin testing and segregation on the prevalence of bovine tuberculosis, and molecular typing of *Mycobacterium bovis*, in Ethiopia. *Vet. Rec*. 2007;161(23):782-786. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18065813/>
16. Adeane CR, Gaskell JF. A segregation method for eliminating tuberculosis from cattle. *J. Hyg. (Lond)*. 1928;27(3):248-256. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20474965/>
17. Buddle BM, Vordermeier HM, Chambers MA, de Klerk-Lorist LME. Efficacy and safety of BCG vaccine for control of tuberculosis in domestic livestock and wildlife. *Front. Vet. Sci*. 2018;5:259. <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00259>
18. Milián-Suazo F, González-Ruiz S, Contreras-Magallanes YG, Sosa-Gallegos SL, Bárcenas-Reyes I, Cantó-Alarcón GJ, *et al.* Vaccination strategies in a potential use of the vaccine against bovine tuberculosis in infected herds. *Animals (Basel)*. 2022;12(23):3377. <https://doi.org/10.3390/ani12233377>
19. Retamal P, Ábalos P, Alegría-Morán R, Valdivieso N, Vordermeier M, Jones G, *et al.* Vaccination of Holstein Heifers with *Mycobacterium bovis* BCG strain induces protection against bovine tuberculosis and higher milk production yields in a natural transmission setting. *Transbound. Emerg. Dis*. 2022;69(3):1419-1425. <https://doi.org/10.1111/tbed.14108>
20. Ábalos P, Valdivieso N, Pérez de Val B, Vordermeier M, Benavides MB, Alegría-Morán R, *et al.* Vaccination of calves with the *Mycobacterium bovis* BCG strain induces protection against bovine tuberculosis in dairy herds under a natural transmission setting. *Animals (Basel)*. 2022;12(9), 1083. 2022. <https://doi.org/10.3390/ani12091083>

21. Miller RS, Sweeney SJ. *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.* 2013;141(7):1357-1370. <https://doi.org/10.1017/S0950268813000976>
22. Sichewo PR, Vander Kelen C, Thys S, Michel AL. Risk practices for bovine tuberculosis transmission to cattle and livestock farming communities living at wildlife-livestock-human interface in northern KwaZulu Natal, South Africa. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2020;14(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007618>
23. Palmer MV. *Mycobacterium bovis*: characteristics of wildlife reservoir hosts. *Transbound. Emerg. Dis.* 2013;60 Suppl 1:1-13. <https://doi.org/10.1111/tbed.12115>
24. Donnelly CA, Woodroffe R, Cox DR, Bourne FJ, Cheeseman CL, Clifton-Hadley RS, *et al.* Positive and negative effects of widespread badger culling on tuberculosis in cattle. *Nature.* 2006;439(7078):843-846. <https://doi.org/10.1038/nature04454>
25. de Garine-Wichatitsky M, Caron A, Kock R, Tschopp R, Munyeme M, Hofmeyr M, Michel A. A review of bovine tuberculosis at the wildlife-livestock-human interface in sub-Saharan Africa. *Epidemiol. Infect.* 2013;141(7):1342-1356. <https://doi.org/10.1017/S0950268813000708>
26. Pandey A, Feuka AB, Cosgrove M, Moriarty M, Duffiney A, VerCauteren KC. Wildlife vaccination strategies for eliminating bovine tuberculosis in white-tailed deer populations. *PLoS Comput. Biol.* 2024;20(1):e1011287. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1011287>
27. Langton TES, Jones MW, McGill I. Analysis of the impact of badger culling on bovine tuberculosis in cattle in the high-risk area of England, 2009-2020. *Vet. Rec.* 2022;190(6). <https://doi.org/10.1002/vetr.1384>
28. Carter SP, Chambers MA, Rushton SP, Shirley MD, Schuchert P, Pietravalle S, *et al.* BCG vaccination reduces risk of tuberculosis infection in vaccinated badgers and unvaccinated badger cubs. *PLoS One.* 2012;7(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049833>
29. Chambers MA, Rogers F, Delahay RJ, Lesellier S, Ashford R, Dalley D, *et al.* Bacillus Calmette-Guérin vaccination reduces the severity and progression of tuberculosis in badgers. *Proc. Biol. Sci.* 2011;278(1713):1913-1920. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1953>
30. Nugent G, Yockney IJ, Whitford EJ, Cross ML, Aldwell FE, Buddle BM. Field Trial of an Aerially-Distributed Tuberculosis Vaccine in a Low-Density Wildlife Population of Brushtail Possums (*Trichosurus vulpecula*). *PLoS One.* 2016;11(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167144>
31. McConalogue C. Animal Diseases. Minister for Agriculture, Food and the Marine, Ireland. 2023 [acceso 28 de julio de 2023]. <https://www.oireachtas.ie/en/debates/question/2023-03-09/23/#pq-answers-23>
32. Martin SW, O'Keefe J, Byrne AW, Rosen LE, White PW, McGrath G. Is moving from targeted culling to BCG-vaccination of badgers (Meles meles) associated with an unacceptable increased incidence of cattle herd tuberculosis in the Republic of Ireland? A practical non-inferiority wildlife intervention study in the Republic of Ireland (2011-2017). *Prev. Vet. Med.* 2020;179:105004. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32361147/>
33. Ramanujam H, Palaniyandi K. Bovine tuberculosis in India: The need for One Health approach and the way forward. *One Health.* 2023;16:100495. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2023.100495>
34. Olea-Popelka FJ, Muwonge A, Perera A, Dean AS, Mumford E, Erlacher-Vindel E, *et al.* Zoonotic tuberculosis in human beings caused by *Mycobacterium bovis* - a call for action. *Lancet Infect Dis.* 2017. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)30139-6](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30139-6)
35. Harini Ramanujam, Kannan Palaniyandi. Bovine tuberculosis in India: The need for One Health approach and the way forward. *One Health*, (16). 2023. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2023.100495>
36. de Macedo Couto R, Santana GO, Ranzani OT, Waldman EA. One Health and surveillance of zoonotic tuberculosis in selected low-income, middle-income and high-income countries: A systematic review. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2022;16(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010428>
37. Cuadro de Expertos de Alto Nivel «Una sola salud» (OHHLEP), Adisasmito WB, Almuhairi S, Behravesh CB, Bilivogui P, Bukachi SA, *et al.* One Health: A new definition for a sustainable and healthy future. *PLoS Pathog.* 2022;18(6). <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010537>
38. Organización Mundial de la Salud. List of Medically Important Antimicrobials: a risk management tool for mitigating antimicrobial resistance due to non-human use. Geneva: World Health Organization; 2024. [acceso 14 de marzo de 2024]. Disponible en: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/gcp/who-mia-list-2024-lv.pdf?sfvrsn=3320dd3d_2
39. Organización Mundial de Sanidad Animal. Lista de agentes antimicrobianos importantes para la medicina veterinaria. 2021 [acceso 14 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.woah.org/app/uploads/2021/06/e-oie-lista-antimicrobianos-junio2021.pdf>

Directrices para el control del complejo *Mycobacterium tuberculosis* en el ganado

Más allá del diagnóstico y sacrificio

12, rue de Prony, 75017 París, Francia

T. +33 (0)1 44 15 18 88

F. +33 (0)1 42 67 09 87

woah@woah.org

<https://www.woah.org/fr/>



Organización Mundial
de Sanidad Animal