UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

"LEISHMANIOSIS Y GANADERÍA BOVINA ROL EPIDEMIOLÓGICO DEL GANADO BOVINO Y SU IMPACTO PRODUCTIVO REVISIÓN DE LITERATURA CON ENFOQUE ONE HEALTH, 2020–2025"

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

Autora:
Cando Pozo Valeria Abigail

Tutora:
Alison Cristina Simancas Racines

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Cando Pozo Valeria Abigail, con cédula de ciudadanía No. 0550571376, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **"LEISHMANIOSIS Y GANADERÍA BOVINA ROL EPIDEMIOLÓGICO DEL GANADO BOVINO Y SU IMPACTO PRODUCTIVO REVISIÓN DE LITERATURA CON ENFOQUE ONE HEALTH, 2020–2025"**, siendo la Medica Veterinaria y Zootecnista. Mg Alison Cristina Simancas Racines, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 06 de agosto del 2026

Valeria Abigail Cando Pozo
C.C: 0550571376
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CANDO POZO VALERIA ABIGAIL**, identificada con cédula de ciudadanía **0550571376** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agropecuaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **"LEISHMANIOSIS Y GANADERÍA BOVINA ROL EPIDEMIOLÓGICO DEL GANADO BOVINO Y SU IMPACTO PRODUCTIVO REVISIÓN DE LITERATURA CON ENFOQUE ONE HEALTH, 2020–2025"**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: octubre 2022 - marzo 2023

Finalización de la carrera: abril 2026 – agosto 2026

Tutor: MVZ. Alison Cristina Simancas Racines, Mg.

Tema: **"LEISHMANIOSIS Y GANADERÍA BOVINA ROL EPIDEMIOLÓGICO DEL GANADO BOVINO Y SU IMPACTO PRODUCTIVO REVISIÓN DE LITERATURA CON ENFOQUE ONE HEALTH, 2020–2025"**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
b) La publicación del trabajo de grado.
c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 06 días del mes de Agosto de 2026.

Valeria Abigail Cando Pozo	Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CEDENTE	**LA CESIONARIA**

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

"**LEISHMANIOSIS Y GANADERÍA BOVINA ROL EPIDEMIOLÓGICO DEL GANADO BOVINO Y SU IMPACTO PRODUCTIVO REVISIÓN DE LITERATURA CON ENFOQUE ONE HEALTH, 2020–2025**", de Cando Pozo Valeria Abigail, de la carrera de Agropecuaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 06 de agosto del 2026

MVZ. Alison Cristina Simancas Racines, Mg.
C.C: 0503001000
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Cando Pozo Valeria Abigail, con el título del Proyecto de Investigación: **"LEISHMANIOSIS Y GANADERÍA BOVINA ROL EPIDEMIOLÓGICO DEL GANADO BOVINO Y SU IMPACTO PRODUCTIVO REVISIÓN DE LITERATURA CON ENFOQUE ONE HEALTH, 2020–2025"**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 06 de agosto del 2026

Dr. Eddian Humberto Mera Viera, Mg
C.C: 0501545271
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. Martínez Jhinson Dennys, MSc.
C.C: 1104864127
LECTOR 2 (MIEMBRO)

MVZ. Cristina Isabel Bejarano Rivera, Mg.
C.C: 1802458651
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por brindarme la vida, la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación profesional. A mis queridos padres, por su amor incondicional, apoyo constante, sacrificio, confianza y por ser el pilar fundamental que me impulsó a alcanzar esta meta. A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por abrirme sus puertas y brindarme los conocimientos, valores y oportunidades que contribuyeron a mi desarrollo académico y personal. De manera especial, agradezco a mi tutora y a todos los docentes que, con su orientación, dedicación, experiencia y valiosos conocimientos, hicieron posible la realización de este trabajo de investigación y fortalecieron mi formación como profesional. A todos ellos, mi más profunda gratitud por haber sido parte fundamental de este logro.

Valeria Abigail Cando Pozo

DEDICATORIA

Con mucho amor y con todo el corazón. Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, por guiar cada uno de mis pasos, darme fortaleza en los momentos difíciles y bendecirme con la oportunidad de alcanzar este sueño. A mis queridos padres, por su amor incondicional, sus sacrificios, su apoyo constante y por ser el motor que me impulsó a nunca rendirme; este logro también les pertenece, pero sobre todo a ese hombre que a pesar de no ser de su sangre me ha amado como una hija, a mi hermano y a toda mi familia, por su cariño, comprensión y confianza, que siempre me brindaron la fuerza para seguir adelante. A mi angelito en el cielo, cuya presencia vive siempre en mi corazón y que, desde donde esté, sé que ilumina mi camino. Finalmente, a esa persona especial que permaneció a mi lado durante este proceso, brindándome su apoyo, ánimo y compañía en los momentos más importantes. Con todo mi cariño y gratitud, dedico este logro a cada uno de ustedes, porque fueron parte fundamental para hacerlo realidad.

Valeria Abigail Cando Pozo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: "LEISHMANIOSIS Y GANADERÍA BOVINA ROL EPIDEMIOLÓGICO DEL GANADO BOVINO Y SU IMPACTO PRODUCTIVO REVISIÓN DE LITERATURA CON ENFOQUE ONE HEALTH, 2020–2025".

AUTORA
Cando Pozo Valeria Abigail

RESUMEN

La leishmaniosis constituye una enfermedad parasitaria transmitida por flebotominos cuya dinámica depende de la interacción entre el parásito, los vectores, los hospedadores vertebrados y las condiciones ambientales. Aunque los perros son reconocidos como reservorios domésticos relevantes de *Leishmania infantum*, la detección de anticuerpos y material genético del parásito en animales de producción ha generado interrogantes sobre la participación del ganado en los ciclos de transmisión y sus posibles consecuencias sanitarias y económicas. La investigación tuvo como objetivo sintetizar la evidencia publicada entre 2020 y 2025 sobre el papel del ganado frente a *Leishmania* spp. en zonas endémicas, diferenciando los conceptos de reservorio competente, hospedador incidental, centinela epidemiológico y fuente de alimentación vectorial. También se examinaron las pruebas diagnósticas y entomológicas disponibles y se describieron los posibles efectos clínicos, subclínicos y económicos vinculados con la infección. Se desarrolló una revisión bibliográfica estructurada con aproximación sistemática y síntesis narrativa. La búsqueda se realizó en bases científicas, repositorios académicos y portales institucionales, aplicando criterios de temporalidad, idioma, pertinencia temática, población estudiada, acceso al texto completo y calidad de la fuente. La información se organizó mediante matrices de búsqueda, selección, caracterización y extracción de evidencia. Los resultados mostraron que la serología permite reconocer exposición inmunológica, mientras que la reacción en cadena de la polimerasa, su variante cuantitativa y el cultivo parasitológico aportan evidencia progresiva sobre presencia, cantidad y viabilidad del parásito. Sin embargo, estos hallazgos no demuestran por sí solos que el animal pueda transmitirlo al vector. La identificación de sangre bovina y ADN parasitario en flebotominos confirmó el contacto vector-animal y la circulación de *Leishmania* spp. en entornos ganaderos, pero la falta de evidencia suficiente y reproducible mediante xenodiagnóstico impidió clasificar al ganado como reservorio competente. Su función se relacionó principalmente con la exposición incidental, la vigilancia centinela o la disponibilidad de sangre para los vectores. La evidencia sobre lesiones cutáneas, infección subclínica y alteraciones de la condición corporal fue limitada y no permitió cuantificar pérdidas específicas en leche, peso o reproducción. Como aporte, el estudio establece criterios para evitar interpretaciones epidemiológicas no demostradas y orientar futuras investigaciones. Su impacto radica en fortalecer la vigilancia integrada de animales, vectores, trabajadores y ambiente, así como en promover decisiones sanitarias proporcionales a la evidencia disponible.

Palabras clave: *Leishmania infantum*; flebotominos; xenodiagnóstico; serología; vigilancia vectorial.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: "LEISHMANIASIS AND CATTLE FARMING: EPIDEMIOLOGICAL ROLE OF CATTLE AND THEIR PRODUCTIVE IMPACT A LITERATURE REVIEW WITH A ONE HEALTH APPROACH, 2020–2025"

AUTHOR:
Cando Pozo Valeria Abigail

ABSTRACT

Leishmaniasis is a parasitic disease transmitted by sand flies, the dynamics of which depend on the interaction between the parasite, the vectors, the vertebrate hosts, and environmental conditions. Although dogs are recognized as significant domestic reservoirs of Leishmania infantum, the detection of antibodies and genetic material from the parasite in livestock has raised questions about the role of livestock in transmission cycles and their potential health and economic consequences. The objective of this research was to synthesize the evidence published between 2020 and 2025 on the role of livestock in relation to Leishmania spp. in endemic areas, distinguishing between the concepts of competent reservoir, incidental host, epidemiological sentinel, and vector food source. The study also examined available diagnostic and entomological tests and described the potential clinical, subclinical, and economic effects associated with the infection. A structured literature review was conducted using a systematic approach and narrative synthesis. The search was performed in scientific databases, academic repositories, and institutional portals, applying criteria such as time frame, language, thematic relevance, study population, access to full text, and source quality. The information was organized using matrices for searching, selecting, characterizing, and extracting evidence. The results showed that serology allows for the detection of immune exposure, while polymerase chain reaction (PCR), its quantitative variant, and parasitological culture provide progressive evidence regarding the presence, quantity, and viability of the parasite. However, these findings alone do not prove that the animal can transmit the parasite to the vector. The identification of bovine blood and parasitic DNA in sand flies confirmed vector-animal contact and the circulation of Leishmania spp. in livestock settings; however, the lack of sufficient and reproducible evidence obtained through xenodiagnostic methods prevented the classification of cattle as a competent reservoir. Their role was primarily associated with incidental exposure, sentinel surveillance, or the availability of blood for the vectors. Evidence regarding skin lesions, subclinical infection, and changes in body condition was limited and did not allow for the quantification of specific losses in milk production, weight, or reproduction. As a contribution, the study establishes criteria to avoid unsubstantiated epidemiological interpretations and to guide future research. Its impact lies in strengthening integrated surveillance of animals, vectors, workers, and the environment, as well as in promoting public health decisions commensurate with the available evidence.

Keywords: Leishmania infantum; sand flies; xenodiagnosis; serology; vector surveillance.

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN vi
AGRADECIMIENTO vii
DEDICATORIA viii
RESUMEN ix
ABSTRACT x
INDICE GENERAL xi
INDICE DE TABLAS xv
INDICE DE ANEXOS xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL 1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO 4
3.1.Beneficiarios directos 4
3.2.Beneficiarios indirectos 5
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 5
5. OBJETIVOS 8
5.1.General 8
5.2.Específicos 9
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS 9
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA 11
7.1.Enfoque Una Salud en leishmaniosos asociada a sistemas bovinos 11
7.1.1.Fundamentos del enfoque Una Salud 11
7.1.2.Interfases humana-animal-vector-ambiente en zonas ganaderas 12
7.1.3.Leishmaniosos en zonas endémicas y entornos productivos bovinos 14

7.1.3. Leishmaniosis en zonas endémicas y entornos productivos bovinos 15
7.1.4.Ganado bovino como posible reservorio, hospedero incidental o centinela..... 16
7.2.Conceptos clave para interpretar el rol epidemiológico del ganado bovino..... 20
7.2.1.Leishmaniosis y especies de *Leishmania spp.* de interés epidemiológico..... 20
7.2.2.Reservorio competente..... 21
7.2.3.Hospedero incidental 23
7.2.4.Centinela epidemiológico 24
7.2.5.Métricas de competencia epidemiológica..... 24
7.3.Vectores, ecología del paise y entornos..... 27
7.3.1.Flebotominos como vectores de *Leishmania spp.* 27
7.3.2.Preferencia de alimentación y sangre bovina en flebotominos..... 28
7.3.3.Corrales, establos y microbhabitats peridomiciliarios..... 29
7.3.4.Co.presencia de bovinos, perro, humanos y fauna silvestre 30
7.4.Evidencia de exposición e infección por *Leishmania spp.* en ganado bovino..... 32
7.4.1.Seroprevalencia en ganado bovino 32
7.4.2.Diagnóstico molecular en sangre, piel o lesiones..... 33
7.4.3.Cultivo parasitológico y caracterización de especie 34
7.4.4.Xenodiagnostico e infectividad a flebotominos..... 34
7.4.5.Integración de evidencia diagnostica y entomología..... 35
7.5.Rol epidemiológico del ganado bovino frente a hospedadores de referencia..... 38
7.5.1.Ganado bovino frente a perros en ciclos zoonóticos 38
7.5.2.Ganado bovino y otros animales domésticos..... 39
7.5.3.Ganado bovino y fauna silvestre..... 40
7.5.4.Interpretación critica del rol bovino..... 41
7.6.Impacto clínico, subclínico y productivo en ganado bovino 43

7.6.1.Manifestaciones clínicas en bovinos 43
7.6.2.Infección subclínica y condición corporal 44
7.6.3.Desempeño productivo en sistemas bovinos 45
7.6.4.Bienestar animal y costos indirectos 46
7.7.Inocuidad, salud ocupacional y cadenas de valor 49
7.7.1.Leishmaniosis y riesgo alimentario 49
7.7.2.Riesgo ocupacional en trabajadores ganaderos 50
7.7.3.Movilización animal y vigilancia sanitaria 51
7.7.4.Cadena de valor bovina 52
7.8.Vigilancia integrada y criterios de decisión sanitaria 55
7.8.1.Vigilancia integrada animal-vector-humano 55
7.8.2Control vectorial en entornos ganaderos 56
7.8.3.Criterios para prevenir sobre el ganad bovino 58
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS 60
8.1. Preguntas científicas (una por cada objetivo específico) 60
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL 61
9.1. Tipo de revisión y justificación metodológica 62
9.2.Diferencia entre estudios primarios y estudios secundarios 63
9.3. Delimitación del alcance mediante estrategia PECO 63
9.3.1.Población 64
9.3.2.Exposición 64
9.3.3.Comparación 64
9.3.4.Resultados 64
9.4.Pregunta orientadora de la revisión 65
9.5.Fuentes de información y bases de datos consultadas 66
9.5.1.PubMed… 66

9.5.2.Scopus y Web of Science 66
9.5.3.ScienceDirect, SpringerLink, Frontiers, MDPI y PLOS Neglected Tropical Diseases 66
9.5.4.Google Scholar 66
9.5.5.SciELO y Redalyc 67
9.5.6.Organismos técnicos y normativos 67
9.6.Estrategia de búsqueda bibliográfica 67
9.6.1.Bloque de población 67
9.6.2.Bloque de exposición 67
9.6.3.*Bloque de comparación epidemiológica* 68
9.6.4.Bloque diagnóstico y entomológico 68
9.6.5.Bloque One Health e impacto productive 68
9.7.Operadores booleanos utilizados 68
9.8.Gestión de referencias y depuración documental 69
9.9.Selección de estudios 70
9.10.Criterios de inclusión 71
9.11.Criterios de exclusión 71
9.12.Extracción de información 72
9.12.1.Datos generales extraídos 72
9.12.2.Datos extraídos para el objetivo específico 1 72
9.12.3.Datos extraídos para el objetivo específico 2 72
9.12.4.Datos extraídos para el objetivo específico 3 73
9.13.Organización de la evidencia 73
9.14.Síntesis de la evidencia 73
9.15.Análisis según objetivos específicos 74
9.15.1.Análisis del objetivo específico 1 74

9.15.2.Análisis del objetivo específico 2 74

9.15.3.Análisis del objetivo específico 3 74

9.16.Consideraciones sobre calidad y limitaciones metodológicas 74

9.17.Consideraciones éticas 75

9.18.Alcance de la revisión 75

9.19.Descripción general del proceso metodológico 75

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 76

10.1.Clasificación del rol epidemiológico del ganado bovino frente a *Leishmania spp.* 76

10.2.Evidencia diagnostica y entomológica de exposición e infección bovina 80

10.3.Manifestaciones sanitarias, productivas y de Una Salud asociada con la Leishmaniosis bovina……..... 84

10.4.Correspondencia entre objetivos y evidencia sistematizada 89

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 91

11.1.Conclusiones……..91

11.2.Recomendaciones 92

12. BIBLIOGRAFÍA 93

13. ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Actividades y sistemas de tareas en relación con los componentes.* 9

Tabla 2. *Rol epidemiológico potencial del ganado bovino en leishmaniosis* 19

Tabla 3. *Métricas para diferenciar la exposición, infección e infectividad en bovinos.* 26

Tabla 4. *Factores entomológicos y ambientales relevantes en sistemas bovinos* 31

Tabla 5. *Interpretación de la evidencia diagnostica en bovinos* 36

Tabla 6. *Escala de interpretación del rol bovino según evidencia disponible* 42

Tabla 7*Impacto clínico y productivo asociado a Leishmaniosis bovina* 47

Tabla 8. *Relación entre Leishmaniosis bovina, salud pública y cadenas de valor* 53

Tabla 9. Criterios para decidir el papel del bovino en vigilancia y control……..... 59
Tabla 10. *Diferenciación metodológica del tipo de revisión empleada* 62
Tabla 11. *Aplicación de la estrategia PECO en la revisión*..... 65
Tabla 12. *Ejemplos de cadena de búsqueda aplicada*..... 69
Tabla 13. *Relación entre fases metodológicas y anexos*..... 70
Tabla 14. *Clasificación del rol epidemiológico del ganado bovino frente a Leishmania spp.* 77
Tabla 15. *Interpretación de la evidencia diagnostica y entomológica sobre Leishmania spp. en bovinos*..... 80
Tabla 16. *Implicaciones clínicas, productivas y de Una Salud asociadas con la Leishmaniosis bovina*..... 84
Tabla 17. *Matriz de alineación entre objetivos y el marco teórico* 89

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de búsqueda .....
Anexo 2. Matriz de selección .....
Anexo 3. Matriz de extracción general.....
Anexo 4. Matriz temática……..

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

El rol epidemiológico del ganado bovino y su impacto productivo. Revisión de literatura con enfoque One Health.

Fecha de inicio: abril 2026

Fecha de finalización: agosto 2026

Lugar de ejecución: Universidad técnica de Cotopaxi-Extensión Salache

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Carrera que auspicia: Agropecuaria

Equipo de Trabajo:

Tutora: MVZ. Alison Cristina Simancas Racines, Mg.

Lector 1: Dr. Eddian Humberto Mera Viera, Mg

Lector 2: Ing. Martínez Jhinson Dennys, MSc.

Lector 3: MVZ. Cristina Isabel Bejarano Rivera, Mg.

Coordinador del Proyecto:

Nombres: Cando Pozo Valeria Abigail

Teléfono: 0962900707

Correo: valeria.cando1376@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria

Línea de investigación: Producción y Biotecnología Animal

Línea de vinculación de la carrera:

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La leishmaniosis constituye una zoonosis parasitaria de importancia mundial debido a sus repercusiones sobre la salud humana, animal y ambiental. Según la Organización Mundial de la Salud, la enfermedad se encuentra distribuida en más de 90 países y continúa representando un problema de salud pública, especialmente en regiones tropicales y subtropicales donde existen condiciones ecológicas favorables para la presencia de flebotominos y hospedadores susceptibles. Su transmisión depende de la interacción entre especies de *Leishmania*, vectores competentes, animales vertebrados y características ambientales que determinan la permanencia del ciclo parasitario. Factores como la temperatura, las precipitaciones, la humedad, la deforestación, la modificación del uso del suelo y la expansión de las actividades agropecuarias pueden alterar la distribución de los flebotominos y aumentar las posibilidades de contacto entre los vectores, los animales y las personas. Esta complejidad dificulta la aplicación de medidas uniformes de prevención y demuestra que la enfermedad debe estudiarse considerando las particularidades ecológicas, productivas y sociales de cada territorio endémico (Hong et al., 2020).

Tradicionalmente, los perros han sido reconocidos como los principales reservorios domésticos de *Leishmania infantum* en los ciclos zoonóticos. Sin embargo, investigaciones recientes han registrado anticuerpos, material genético o parásitos en otras especies domésticas, incluidos bovinos, ovinos y caprinos. Estos hallazgos han generado interrogantes sobre la posible participación de los animales de producción como reservorios, hospedadores incidentales, centinelas epidemiológicos o fuentes de alimentación para los flebotominos. La diferenciación de estos papeles resulta necesaria porque la detección de anticuerpos o ácido desoxirribonucleico parasitario no demuestra, por sí sola, que un animal mantenga el ciclo de transmisión. Para clasificar al ganado como reservorio competente se requiere evidencia complementaria sobre persistencia de la infección, carga parasitaria en tejidos accesibles para el vector e infectividad hacia los flebotominos. En cambio, un animal con serología o diagnóstico molecular positivo, pero sin capacidad de transmisión demostrada, debe interpretarse con mayor prudencia como hospedador expuesto, incidental o posible centinela. La ausencia de esta diferenciación puede originar interpretaciones epidemiológicas imprecisas y la aplicación de medidas sanitarias que no correspondan al verdadero nivel de riesgo (FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023).

En los sistemas ganaderos ubicados en zonas rurales y periurbanas, los bovinos permanecen durante periodos prolongados en potreros, corrales y establos cercanos a viviendas, vegetación, materia orgánica, perros y fauna silvestre. Estas condiciones pueden incrementar el contacto entre animales, trabajadores y vectores, especialmente cuando existen humedad, sombra, acumulación de residuos orgánicos y refugios adecuados para los flebotominos. Además, la presencia de sangre bovina en estos insectos demuestra que el ganado constituye una fuente de alimentación; no obstante, este contacto no confirma que los animales transmitan el parásito. Para establecer una relación epidemiológica más sólida es necesario identificar la especie del vector, demostrar la presencia de *Leishmania* spp., determinar la fuente de la sangre ingerida y relacionar estos hallazgos con bovinos positivos presentes en el mismo espacio y periodo. Por ello, la evidencia diagnóstica obtenida en los animales debe integrarse con información entomológica, ambiental y geográfica que permita comprender la dinámica local de transmisión (OMS - Organización Mundial de la Salud, 2024).

Desde el enfoque One Health, promovido por la Organización Mundial de la Salud, la Organización Mundial de Sanidad Animal y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, el control de las zoonosis requiere considerar conjuntamente a los seres humanos, los animales, los vectores y el ambiente. En los entornos ganaderos, este planteamiento permite analizar la exposición compartida de productores, trabajadores, bovinos, perros y fauna silvestre, así como las condiciones de los corrales, establos y peridomicilios que podrían favorecer la presencia de flebotominos. La vigilancia no debería limitarse a identificar animales positivos, sino que debe incorporar la distribución y abundancia de los vectores, las especies de *Leishmania* circulantes, la proximidad de casos humanos o caninos y las transformaciones del paisaje. Esta integración puede contribuir a reconocer áreas de mayor riesgo, orientar el control vectorial y evitar que las decisiones sanitarias se fundamenten únicamente en resultados serológicos o moleculares aislados riesgo (Bourdeau et al., 2020).

La investigación también se justifica por la necesidad de determinar si la leishmaniosis produce manifestaciones clínicas o subclínicas que puedan afectar la condición corporal, el bienestar y el desempeño de los bovinos. Aunque se han descrito lesiones cutáneas, nódulos, úlceras, alopecia e infecciones sin signos evidentes, estas manifestaciones no son exclusivas de la enfermedad y requieren confirmación mediante pruebas diagnósticas. Todavía existe información

limitada para cuantificar pérdidas específicas en producción de leche, ganancia de peso, eficiencia reproductiva o permanencia de los animales dentro del sistema productivo. Sin embargo, los gastos asociados con diagnóstico, vigilancia, control vectorial, capacitación del personal y adecuación de instalaciones pueden ocasionar efectos indirectos en las unidades ganaderas. También debe considerarse la exposición ocupacional de los trabajadores que realizan sus actividades en los mismos corrales, establos y espacios rurales donde circulan los vectores (Hong et al., 2020).

En este contexto, la revisión de la evidencia publicada entre 2020 y 2025 permitirá organizar y comparar los resultados serológicos, moleculares, parasitológicos y entomológicos disponibles, diferenciando claramente exposición, infección e infectividad. Esta clasificación contribuirá a evitar que un resultado positivo aislado sea interpretado automáticamente como prueba de competencia reservorial y facilitará la identificación de las limitaciones metodológicas existentes. Asimismo, permitirá establecer qué tipos de muestras y pruebas proporcionan evidencia más sólida, reconocer los vacíos relacionados con carga parasitaria, persistencia y xenodiagnóstico, y determinar qué información adicional necesitan las futuras investigaciones para explicar el verdadero papel del ganado en los ciclos de transmisión (Tesfaye et al., 2025).

Finalmente, el estudio proporcionará información útil para médicos veterinarios, epidemiólogos, profesionales de salud pública, especialistas en control vectorial, productores, trabajadores rurales, estudiantes e instituciones sanitarias. Su aporte radica en establecer criterios para interpretar prudentemente el papel del ganado, orientar futuras investigaciones y fortalecer la vigilancia integrada. La síntesis obtenida también podrá servir como referencia para diseñar estrategias de monitoreo en zonas endémicas, mejorar el manejo ambiental de las explotaciones y proteger a los trabajadores expuestos. De esta manera, se favorecerá la toma de decisiones proporcionales a la evidencia, evitando medidas injustificadas sobre los animales y promoviendo la protección conjunta de la salud animal, humana y ambiental.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

Médicos veterinarios, epidemiólogos y profesionales de salud pública, quienes dispondrán de una síntesis actualizada sobre el posible papel epidemiológico del ganado bovino frente a

Leishmania spp., útil para la toma de decisiones en programas de monitoreo, prevención y control de enfermedades zoonóticas.

Profesionales de entomología y control vectorial, dado que el estudio sintetiza evidencia sobre la interacción entre bovinos y flebotominos, relevante para el diseño de estrategias de manejo vectorial.

Investigadores, estudiantes y docentes de la carrera de Agropecuaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para quienes el documento constituye material de consulta y aporte formativo bajo el enfoque One Health.

3.2. Beneficiarios indirectos

Productores ganaderos y trabajadores del sector pecuario en zonas endémicas o de riesgo, quienes podrían beneficiarse de recomendaciones de manejo ambiental y vectorial derivadas de la síntesis de evidencia.

Comunidades rurales y periurbanas ubicadas en zonas endémicas, por la reducción del riesgo de exposición zoonótica asociada a una vigilancia mejor orientada.

Instituciones de salud animal y salud pública (Agrocalidad, Ministerio de Salud Pública), que pueden emplear la evidencia sintetizada como referencia para fortalecer la vigilancia epidemiológica y las políticas de control zoonótico.

El ambiente y los ecosistemas locales, en la medida en que las recomendaciones de manejo ambiental contribuyen a un entorno productivo más sostenible.

La población en general y la comunidad científica, por el beneficio colectivo de una vigilancia zoonótica mejor informada bajo el enfoque One Health.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La leishmaniosis es una enfermedad parasitaria transmitida principalmente por la picadura de flebotominos infectados, con formas clínicas visceral, cutánea y mucocutánea, y una carga importante en poblaciones vulnerables a nivel global. En numerosos focos endémicos, el ciclo de transmisión es zoonótico y depende de la interacción entre el parásito (*Leishmania* spp.), el vector

y los hospedadores vertebrados que pueden conservar la infección en el tiempo, lo que hace más complejas las actividades de prevención, control y vigilancia. Esta dinámica también se encuentra condicionada por factores como la temperatura, la humedad, las precipitaciones, la vegetación, la deforestación y las modificaciones del uso del suelo. La combinación de estas condiciones puede favorecer la presencia de vectores y aumentar el contacto entre animales y seres humanos, especialmente en zonas rurales y periurbanas donde las viviendas se encuentran próximas a unidades de producción agropecuaria (OMS - Organización Mundial de la Salud, 2024).

La evidencia internacional reconoce al perro como el principal reservorio doméstico de *Leishmania infantum* en la leishmaniosis visceral zoonótica, incluyendo una proporción relevante de infecciones asintomáticas que contribuyen a la persistencia del parásito en áreas endémicas. Sin embargo, la ecología de *Leishmania* es más compleja de lo que sugieren los modelos basados en "un patógeno–un reservorio", porque los flebotominos pueden alimentarse de distintas especies domésticas, silvestres y humanas presentes en un mismo territorio. La detección del parásito o de una respuesta inmunológica en diferentes animales ha ampliado el conjunto de hospedadores potencialmente implicados, pero la presencia de infección no significa necesariamente que todos participen de la misma manera en el ciclo. Algunos pueden mantener y transmitir el parásito, mientras que otros únicamente reflejan exposición ambiental o funcionan como fuentes de sangre para los vectores (Bourdeau et al., 2020).

En sistemas ganaderos de pequeña y mediana escala, el ganado suele concentrarse en el peridomicilio, en corrales y establos cercanos a las viviendas, donde también pueden encontrarse perros, aves, pequeños mamíferos, vegetación y acumulaciones de materia orgánica. Esta proximidad incrementa las posibilidades de contacto entre flebotominos, rumiantes, trabajadores y otros hospedadores. Los estudios entomológicos han documentado una marcada preferencia de alimentación por bovinos o caprinos en determinados focos, lo que confirma la existencia de contacto vector-animal y refuerza la plausibilidad biológica de que el ganado pueda influir en la dinámica local. Sin embargo, la identificación de sangre bovina en un flebotomino demuestra únicamente que el insecto se alimentó del animal y no que este le haya transmitido el parásito. La influencia del ganado sobre el riesgo de transmisión puede variar según las condiciones de cada territorio. En algunos contextos, la presencia de numerosos animales puede proporcionar fuentes de sangre y refugios cercanos que favorezcan una mayor densidad vectorial. En otros escenarios,

los bovinos podrían producir un efecto zooprofiláctico al desviar las picaduras de los seres humanos hacia animales que no han demostrado competencia reservorial. Por esta razón, no es posible asumir que la presencia del ganado aumenta o disminuye automáticamente el riesgo. La interpretación requiere considerar la especie de flebotomino, su abundancia y estacionalidad, las fuentes de alimentación disponibles, la presencia del parásito en los vectores y la coexistencia de hospedadores reconocidos, como los perros (Tesfaye et al., 2025a).

Además, la demostración de un reservorio competente requiere algo más que evidencia de exposición mediante seropositividad o una detección molecular puntual. La serología demuestra que el animal desarrolló una respuesta inmunológica frente al parásito, mientras que la reacción en cadena de la polimerasa identifica material genético en una muestra determinada. Estos hallazgos pueden confirmar exposición o infección, pero no prueban que el ganado mantenga el parásito durante un periodo prolongado ni que sea capaz de infectar a los flebotominos. Para sostener un papel de reservorio se requiere, idealmente, evidencia de persistencia, carga parasitaria especialmente en la piel u otros tejidos accesibles durante la alimentación e infectividad mediante xenodiagnóstico o procedimientos equivalentes. Sin estas comprobaciones, clasificar al ganado como reservorio podría conducir a conclusiones que exceden la evidencia disponible. El problema también comprende la heterogeneidad de los métodos utilizados en las investigaciones. Los estudios pueden emplear diferentes pruebas serológicas, antígenos, puntos de corte, tipos de muestras y técnicas moleculares, lo que dificulta la comparación de los resultados. La detección del parásito en sangre tampoco permite conocer necesariamente su presencia en la piel, que constituye un tejido de mayor importancia para el contacto con los flebotominos. Asimismo, pocos trabajos combinan en una misma unidad productiva el diagnóstico de bovinos, la captura e identificación de vectores, el análisis de las fuentes sanguíneas y la detección de *Leishmania* spp. en los insectos. Esta fragmentación limita la comprensión integral del contacto entre el animal y el vector (Bourdeau et al., 2020).

A esta incertidumbre epidemiológica se suma la limitada información sobre las manifestaciones clínicas y productivas de la infección en bovinos. Se han descrito posibles lesiones cutáneas, nódulos, úlceras, alopecia, pérdida de condición corporal e infecciones subclínicas; sin embargo, estos hallazgos no son específicos y pueden confundirse con otras enfermedades infecciosas, parasitarias, traumáticas o neoplásicas. Tampoco existen suficientes estudios

comparativos que permitan establecer si los animales positivos presentan una disminución atribuible a la leishmaniosis en la producción de leche, ganancia de peso, reproducción o desempeño general. Por consiguiente, el posible impacto económico no debe afirmarse sin indicadores productivos y diagnósticos que demuestren una relación directa (OMS - Organización Mundial de la Salud, 2024).

En consecuencia, persiste una brecha crítica de conocimiento: no está claro si el ganado actúa como reservorio secundario capaz de mantener y transmitir *Leishmania* a los flebotominos, si funciona principalmente como hospedador incidental, si puede utilizarse como centinela epidemiológico por su exposición vectorial o si participa únicamente como fuente de alimentación. Esta incertidumbre limita la toma de decisiones en territorios donde la ganadería y el peridomicilio se superponen. También puede ocasionar interpretaciones incorrectas, como considerar que todo animal seropositivo representa una fuente de infección o justificar intervenciones sanitarias sin contar con evidencia suficiente (FAO, 2022).

Por lo tanto, resulta necesario integrar la información diagnóstica, entomológica, ambiental, clínica y productiva disponible, diferenciando claramente exposición, infección e infectividad. Desde el enfoque One Health, esta integración debe considerar simultáneamente al ganado, los perros, la fauna silvestre, los flebotominos, los trabajadores y las características del ambiente productivo. La síntesis de la evidencia permitirá establecer el nivel de certeza de cada hallazgo, identificar los vacíos metodológicos y orientar intervenciones proporcionales al riesgo, evitando medidas injustificadas sobre los animales y fortaleciendo la vigilancia de la salud animal, humana y ambiental.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Sintetizar la evidencia publicada sobre el rol epidemiológico del ganado bovino frente a *Leishmania spp*. en zonas endémicas, y describir las implicaciones para la productividad, desde el enfoque One Health.

5.2. Específicos

Definir los conceptos de reservorio competente, hospedador incidental y centinela aplicables al ganado bovino en leishmaniosis, incorporando métricas de competencia cuando estén reportadas, como carga parasitaria y evidencia de infectividad a flebotominos.

Sintetizar la evidencia de exposición e infección por *Leishmania spp*. en ganado bovino, según el tipo de prueba diagnóstica utilizada, considerando la información entomológica disponible en entornos ganaderos.

Describir el impacto productivo asociado a la leishmaniosis en ganado bovino, incluyendo efectos clínicos y subclínicos respecto a la condición corporal, lesiones y desempeño, y vincular estos hallazgos con las interfaces One Health.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1.

Actividades y sistemas de tareas en relación con los componentes.

Objetivo	Actividades principales	Instrumento de registro	Producto esperado
OE1. Definir los conceptos de reservorio competente, hospedador incidental y centinela aplicables al ganado bovino en leishmaniosis, incorporando métricas de competencia cuando estén reportadas, como carga parasitaria y evidencia de	1) Revisar definiciones de reservorio competente, hospedador incidental y centinela y traducirlas a criterios operativos para bovinos. 2) Identificar métricas de competencia reportadas: infección, carga parasitaria, duración de infectividad y evidencia de infectividad a flebotominos. 3) Relacionar criterios con el ciclo de transmisión Leishmania–	Matriz conceptual de definiciones y criterios (término, definición operativa, evidencia mínima, limitaciones).	Cuadro de criterios operativos y métricas para interpretar el rol del ganado bovino.

infectividad a flebotominos	flebotomino–hospedadores y con el enfoque One Health.		
OE2. Sintetizar la evidencia de exposición e infección por Leishmania spp. en ganado bovino, según el tipo de prueba diagnóstica utilizada, considerando la información entomológica disponible en entornos ganaderos	1) Ejecutar búsqueda bibliográfica 2020–2025 en bases definidas y registrar la estrategia. 2) Tamizar por título y resumen y luego por texto completo, aplicando criterios de idioma ES/EN y población bovina. 3) Extraer datos diagnósticos: prueba, tipo de muestra, especie de Leishmania cuando se reporte, resultados y calidad del reporte. 4) Extraer información de vectores y ecología del paisaje (preferencia de sangre, densidad estacional, microhábitats de corrales/establos) cuando esté disponible. 5) Organizar resultados por región y tipo de evidencia (serología, molecular/cultivo, entomológica, xenodiagnosis si existiera).	Matriz de extracción de evidencia (país, sistema, método, muestra, resultado, Leishmania spp., notas entomológicas).	Cuadros de síntesis por tipo de evidencia en bovinos; resumen narrativo del rol epidemiológico.
OE3. Describir el impacto productivo asociado a la leishmaniosis en ganado bovino, incluyendo efectos clínicos y subclínicos respecto a la condición corporal, lesiones y desempeño, y vincular estos hallazgos con las interfaces One Health	1) Identificar en los estudios 2020–2025 cualquier desenlace productivo y de bienestar en bovinos: lesiones, condición corporal, desempeño, costos indirectos. 2) Registrar si los hallazgos son clínicos o subclínicos y el contexto de producción. 3) Integrar los resultados con las interfaces One Health ganadería–peridomicilio–vector–ambiente, enfocando la discusión en implicaciones para productividad. 4) Sintetizar consistencia de	Matriz de impacto productivo–bienestar (desenlace, descripción o magnitud, sistema, evidencia, limitaciones).	Cuadro de impactos productivos/bienestar en bovinos y síntesis narrativa centrada en productividad.

	evidencia y vacíos de información productiva.

Nota: Elaboración propia

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Enfoque Una Salud en leishmaniosos asociada a sistemas bovinos

7.1.1. Fundamentos del enfoque Una Salud

Las enfermedades parasitarias zoonóticas son una preocupación creciente en la salud pública y la medicina veterinaria, particularmente en los sistemas ganaderos. bovinos y porcinos. La transmisión de estos parásitos a los humanos puede ocurrir de diversas maneras, incluyendo el consumo de carne contaminada, la manipulación inadecuada de productos cárnicos y la exposición a suelos o aguas contaminadas con excretas de animales (Robertson et al., 2021)

El enfoque Una salud es especialmente importante a medida que buscamos enfrentar las amenazas a la a la seguridad alimentaria, enfermedades infecciosas tanto de animales y humanos, resistencia a los antibióticos, destrucción de ecosistemas, entre otros, es por ello que la Organización Mundial de la Salud ha adoptado el enfoque Una salud (OMS), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura(FAO) y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) quienes vienen desarrollando políticas que permitan promover la respuesta multisectorial a los peligros que amenazan la salud y el bienestar mundial (FAO, 2022).

Dicho enfoque también se define como una estrategia integrada y unificadora destinada a equilibrar y optimizar de manera sostenible la salud de las personas, los animales y los ecosistemas. Su aplicación requiere la participación coordinada de médicos, veterinarios, epidemiólogos, entomólogos, profesionales ambientales, autoridades sanitarias y comunidades. La FAO, la OMS, la WOAH y el PNUMA establecieron el Plan de Acción Conjunto Una Salud 2022–2026 para fortalecer la prevención de zoonosis, la vigilancia integrada, la inocuidad alimentaria y la protección de los ecosistemas (OHIN-One Health International Network, 2020).

La leishmaniasis es una parasitosis zoonótica causada por protozoos del género Leishmania. En la mayoría de los casos, la enfermedad tiene un curso crónico y se caracteriza por

presentar tres formas clínicas dependiendo de la localización anatómica de las lesiones y especies involucradas: leishmaniasis cutánea, mucocutánea y visceral (Robertson et al., 2021).

La aplicación del enfoque Una Salud en la leishmaniosis se fundamenta en la interacción existente entre el parásito, los flebotominos vectores, los hospedadores vertebrados y las condiciones ambientales. Cosma et al. (2024) señalaron que la enfermedad es endémica en 99 países y que alrededor de 70 especies animales han sido reconocidas como posibles fuentes de infección para los vectores. Además, la deforestación, la urbanización, la movilidad de animales y personas y las variaciones climáticas pueden modificar la distribución de los flebotominos y aumentar el contacto entre vectores, animales domésticos, fauna silvestre y población humana (Cosma et al., 2024).

En los sistemas bovinos, el enfoque Una Salud permite integrar la presencia del ganado con la disponibilidad de alimento sanguíneo para los flebotominos, la proximidad de corrales y viviendas, la convivencia con perros y fauna silvestre y las modificaciones del paisaje rural. Sin embargo, la identificación de anticuerpos o ADN de Leishmania en bovinos no demuestra por sí sola que estos animales actúen como reservorios competentes. Para establecer ese papel se requiere considerar la persistencia y carga del parásito, su localización en tejidos accesibles para el vector y la capacidad del bovino para infectar a los flebotominos (Cosma et al., 2024).

7.1.2. Interfases humana-animal-vector-ambiente en zonas ganaderas

La leishmaniasis es principalmente una zoonosis. Los primordiales identificados son marsupiales, perezosos, pequeños osos hormigueros, zorros y algunos roedores. El perro es el principal reservorio doméstico de leishmaniasis y plantea un grave problema de salud pública porque el contacto con la criatura es mucho más frecuente. personas y vectores. El parásito tiene varios reservorios animales dentro de la naturaleza y permite que los vectores se infecten al picarlos y mantendrá el ciclo de transmisión. Las interacciones parásito-reservorio son dinámicas y complejas por lo que pueden variar un gran problema de salud pública al ser mucho más frecuente el contacto con el ser humano y los vectore (Robertson et al., 2021).

En las zonas ganaderas, la interfaz de transmisión se forma cuando los flebotominos encuentran simultáneamente hospedadores animales, personas y condiciones ambientales apropiadas para su reproducción. Los corrales, establos, viviendas rurales, acumulaciones de

materia orgánica y espacios con humedad pueden favorecer la permanencia de los vectores y su contacto con bovinos, perros, fauna silvestre y trabajadores. La presencia del ganado puede modificar la disponibilidad de alimento sanguíneo para los flebotominos; sin embargo, su abundancia cerca de las viviendas no demuestra por sí sola que participe como reservorio, porque también deben comprobarse la infección, persistencia e infectividad del animal hacia el vector (Rezaei et al., 2022).

Rezaei et al. (2022) evaluaron 181 animales de producción en el sur de Irán mediante métodos serológicos y moleculares. Los anticuerpos contra Leishmania fueron detectados en el 38,7 % de los animales estudiados y el ADN parasitario en el 51,4 % del conjunto analizado. Al diferenciar las especies pecuarias, se identificó ADN de Leishmania en el 14,9 % de las ovejas, el 29,3 % de las cabras y el 6,6 % de los bovinos. Además, la caracterización molecular confirmó la presencia de Leishmania infantum y Leishmania major, demostrando que varias especies domésticas pueden estar expuestas dentro de una misma interfaz productiva (Rezaei et al., 2022).

La relación entre los bovinos y los vectores también puede estudiarse mediante la identificación molecular de la sangre ingerida por los flebotominos. Studentsky et al. (2025) analizaron 538 hembras alimentadas y lograron identificar la fuente sanguínea en 520 especímenes, equivalentes al 96,7 %. La sangre bovina fue detectada en 57 flebotominos, correspondientes al 10,6 %, y seis especies diferentes de flebotominos se habían alimentado de vacas. En el mismo estudio, 16 de las 1.658 hembras examinadas presentaron ADN de Leishmania major, L. tropica, L. infantum o L. donovani. Estos datos permiten confirmar el contacto entre el ganado y los vectores, aunque no demuestran que el bovino pueda transmitir el parásito nuevamente al flebotomino (Studentsky et al., 2025).

Las modificaciones del ambiente también intervienen en la configuración de estas interfaces. Hage et al. (2024) evaluaron la relación espacial y temporal entre leishmaniosis visceral, agricultura, actividad ganadera y deforestación, identificando que la transformación del territorio puede modificar la distribución de los vectores y el contacto entre seres humanos y animales. Asimismo, Portella et al. (2024) encontraron que el riesgo de leishmaniosis cutánea se relacionó con la deforestación y con la interacción entre la cobertura forestal y la presencia de ganado. Por lo tanto, el análisis de la interfaz ganadera debe considerar simultáneamente la densidad animal,

la cercanía de las viviendas, el uso del suelo, la vegetación y las condiciones apropiadas para los flebotominos (Hage et al., 2024).

En este contexto, la vigilancia bajo el enfoque Una Salud debe integrar información procedente de casos humanos, animales domésticos, fauna silvestre, vectores y ambiente. El muestreo aislado de bovinos permite determinar exposición o infección, pero no explica completamente su papel epidemiológico. Para comprender la interfaz se requieren estudios que relacionen los resultados serológicos y moleculares del ganado con la presencia de flebotominos, sus fuentes de alimentación, la especie de Leishmania circulante y las características ambientales del sistema productivo (Portella et al., 2024).

7.1.3. Leishmaniosos en zonas endémicas y entornos productivos bovinos

Las zonas endémicas se caracterizan por la presencia simultánea del parásito, vectores competentes, hospedadores susceptibles y condiciones ambientales que permiten mantener la transmisión. En los entornos productivos bovinos, estas condiciones pueden presentarse alrededor de corrales, establos, potreros y viviendas rurales, donde existe acumulación de materia orgánica, vegetación, humedad y disponibilidad de animales para la alimentación de los flebotominos. La distribución de la enfermedad puede variar incluso entre localidades cercanas debido a diferencias en altitud, temperatura, precipitación, cobertura vegetal, densidad de animales y transformación del territorio (Alemán-Santos et al., 2025).

Martínez-Sáez et al. (2025) estudiaron 75 vacas en lactancia pertenecientes a las razas Modicana, Simmental y Holstein en una zona endémica del sur de Italia. La seroprevalencia general de anticuerpos contra Leishmania fue del 17,33 %. Los autores también evaluaron las concentraciones de interleucina 1 beta, interleucina 6, interleucina 10, interferón gamma y factor de necrosis tumoral alfa. Aunque la infección no modificó de manera general estos indicadores, se identificaron diferencias relacionadas con la raza, lo que plantea la necesidad de considerar las características genéticas y productivas de los animales al interpretar la respuesta inmunitaria (Martínez-Sáez et al., 2025).

Martín-Sánchez et al. (2025) analizaron 864 muestras de bovinos, ovinos, caprinos y porcinos clínicamente sanos procedentes de un foco endémico de Leishmania infantum en el sur de España. La seroprevalencia general fue del 10,8 %, pero alcanzó el 21,6 % en bovinos, el 15,4

% en ovinos, el 7,3 % en caprinos y el 0,6 % en porcinos. Las diferencias entre especies y regiones naturales fueron estadísticamente significativas. La detección de anticuerpos en animales sin manifestaciones clínicas demostró exposición al parásito, aunque no confirmó que estas especies fueran capaces de mantenerlo y transmitirlo a los flebotominos (Martínez-Sáez et al., 2025).

La exposición también puede involucrar directamente a las comunidades humanas asociadas con la producción ganadera. Ketema et al. (2022) estudiaron 432 personas asintomáticas pertenecientes a una comunidad pastoril de la zona de Borena, Etiopía, y encontraron una seroprevalencia del 7,6 % frente al complejo Leishmania donovani. Este resultado evidenció que los sistemas pastoriles reúnen condiciones de contacto continuo entre personas, ganado, vectores y ambiente, especialmente en comunidades rurales con movilidad estacional y acceso limitado a los servicios de diagnóstico y vigilancia (Haile Ketema, 2022).

La identificación de animales seropositivos en una explotación no permite establecer automáticamente su función como reservorios. Los anticuerpos demuestran que existió contacto con el parásito, mientras que la PCR permite detectar material genético; sin embargo, para confirmar participación en la transmisión se requiere demostrar persistencia, carga parasitaria y capacidad de infectar al vector. Por ello, los estudios realizados en zonas endémicas deben registrar conjuntamente la especie y raza del bovino, edad, sistema de producción, manifestaciones clínicas, presencia de perros, abundancia de flebotominos y características ambientales de la finca (Martín-Sánchez et al., 2025).

7.1.3. Leishmaniosis en zonas endémicas y entornos productivos bovinos

El cambio climático, la deforestación, la globalización y las migraciones afectan significativamente la ecología poblacional de los flebotominos, así como la dinámica de sus huéspedes reservorios, y son factores decisivos en la ocurrencia de casos de leishmaniasis cutánea. Un desafío constante en el país, a pesar de la identificación de vectores en ciertas zonas endémicas naturalmente en animales actúan como reservorios. Esto dificulta el desarrollo, evaluación e implementación de medidas de control integrales que ayuden a contener la enfermedad (Alemán-Santos et al., 2025).

En los entornos productivos bovinos, la disponibilidad de animales puede influir en la presencia y el comportamiento alimentario de los flebotominos. Tesfaye et al. (2025) capturaron 1.509 flebotominos en zonas endémicas de leishmaniosis cutánea del noreste de Etiopía entre febrero y julio de 2024. El análisis molecular de las fuentes sanguíneas mostró que el 70,7 % correspondió a bovinos. Este resultado confirmó que el ganado constituye una fuente frecuente de alimentación para los vectores en áreas rurales endémicas, aunque no demostró que los animales fueran capaces de transmitirles el parásito (Tesfaye et al., 2025b).

Jibreel et al. (2023) estudiaron la preferencia alimentaria de *Phlebotomus orientalis* en aldeas endémicas de leishmaniosis visceral del este de Sudán. Los autores identificaron a los bovinos como los hospedadores preferidos por el vector y registraron un índice de alimentación humana del 19,4 %. La presencia del ganado alrededor de las viviendas puede modificar la distribución de las picaduras entre bovinos y personas, por lo que su efecto puede variar según la densidad animal, la ubicación de los corrales y la disponibilidad de otros hospedadores (Jibreel et al., 2023).

La presencia de flebotominos alimentados con sangre bovina demuestra que existe contacto entre el vector y el ganado dentro de las zonas productivas. Sin embargo, este hallazgo debe analizarse junto con la detección del parásito en animales, vectores y seres humanos. La vigilancia de estos entornos debe incluir la ubicación de los corrales, la cercanía con las viviendas, las condiciones climáticas, la cobertura vegetal y los cambios en el uso del suelo, debido a que estos factores pueden favorecer la permanencia de los flebotominos y el contacto entre los diferentes hospedadores (Jibreel et al., 2023).

7.1.4. Ganado bovino como posible reservorio, hospedero incidental o centinela

La presencia de anticuerpos, ADN de Leishmania o contacto con flebotominos no permite clasificar automáticamente al ganado bovino como reservorio. La pregunta central de la revisión no debe limitarse a determinar si el bovino “es” o “no es” reservorio, sino establecer bajo qué condiciones puede comportarse como reservorio competente, hospedador incidental o centinela epidemiológico. Estas clasificaciones no son equivalentes y dependen de la capacidad del animal para adquirir la infección, mantener parásitos viables, transmitirlos a los flebotominos o reflejar la circulación de *Leishmania* en el ambiente. Tsakmakidis et al. (2024) señalaron que la detección

del parásito en una especie animal amplía el conocimiento sobre sus posibles hospedadores, pero no permite atribuirle automáticamente participación en el mantenimiento del ciclo (Tsakmakidis et al., 2024).

El reservorio competente es un animal capaz de adquirir y mantener la infección durante un periodo suficiente y transmitir parásitos viables a los flebotominos. Shaw et al. (2023) indicaron que la competencia depende de la persistencia de la infección, la carga parasitaria y la presencia del parásito en tejidos accesibles para el vector, principalmente la piel y la sangre. Por esta razón, la serología positiva o la detección de ADN no son suficientes para confirmar esta condición; se requiere demostrar infectividad mediante xenodiagnóstico u otro procedimiento que compruebe la transmisión desde el animal hacia el flebotomino (Shaw et al., 2023a)

En el ganado bovino, la categoría de reservorio competente solo podría utilizarse si se demuestra que el parásito permanece viable, se reproduce o persiste en el organismo y posteriormente infecta al vector durante la alimentación. Peer et al. (2024) señalaron que los estudios sobre reservorios animales presentan resultados heterogéneos porque emplean métodos diagnósticos diferentes y pocas investigaciones incluyen pruebas directas de infectividad. Hasta el momento, la evidencia bovina se concentra principalmente en serología y detección molecular, por lo que no resulta suficiente para confirmar al ganado como reservorio competente (Ghouse Peer et al., 2024).

El hospedador incidental es un animal que puede ser picado por flebotominos infectados, desarrollar una respuesta inmunitaria o presentar material genético del parásito, pero sin evidencia de contribuir al mantenimiento del ciclo. Kushwaha et al. (2022) encontraron exposición o infección por *Leishmania donovani* en animales domésticos de aldeas endémicas; sin embargo, ninguno de los 4.993 flebotominos utilizados en el xenodiagnóstico adquirió el parásito después de alimentarse de los mamíferos evaluados. Los autores concluyeron que estos animales tenían una participación inexistente o limitada en la transmisión (Kushwaha et al., 2022).

Los bovinos con anticuerpos o PCR positiva, pero sin demostración de infectividad, pueden clasificarse de manera más prudente como hospedadores incidentales. Martínez-Sáez et al. (2025) detectaron anticuerpos contra *Leishmania* en el 17,33 % de 75 vacas examinadas, mientras que Martín-Sánchez et al. (2025) registraron una seroprevalencia del 21,6 % en bovinos clínicamente

sanos. Aunque estos resultados demuestran exposición al parásito, no permiten establecer que los animales mantengan la infección o la transmitan a los flebotominos (Martínez-Sáez et al., 2025).

El centinela epidemiológico es un animal cuya exposición permite reconocer la circulación de *Leishmania* o la actividad de flebotominos infectados en un territorio. A diferencia del reservorio competente, el centinela no necesita transmitir el parásito; su utilidad consiste en proporcionar una señal de exposición ambiental. Martín-Sánchez et al. (2025) señalaron que la detección de anticuerpos en animales de producción clínicamente sanos puede contribuir a identificar áreas donde existe contacto entre ganado, vectores y parásitos, incluso cuando no se hayan registrado recientemente casos humanos (Martín-Sánchez et al., 2025).

El uso del ganado como centinela requiere relacionar los resultados serológicos o moleculares con la ubicación de las fincas, presencia de vectores, casos humanos y caninos, características del paisaje y condiciones climáticas. Kushwaha et al. (2022) recomendaron mantener la vigilancia de los animales domésticos durante brotes o etapas posteriores a programas de eliminación, aun cuando no se haya demostrado su función como reservorios. De esta manera, la exposición bovina puede utilizarse como indicador complementario de circulación parasitaria dentro de sistemas de vigilancia One Health (Kushwaha et al., 2022).

Finalmente, el bovino también puede actuar como fuente de alimentación vectorial, condición que debe diferenciarse de las tres clasificaciones anteriores. La identificación de sangre bovina en flebotominos confirma que existe contacto entre el vector y el ganado, pero no demuestra que el animal sea capaz de infectarlo. Por tanto, un bovino puede atraer o alimentar flebotominos y, al mismo tiempo, comportarse como hospedador incidental, centinela o incluso hospedador no competente (Kushwaha et al., 2022).

Tabla 2.

Rol epidemiológico potencial del ganado bovino en leishmaniosis

Rol epidemiológico	Definición aplicada al ganado bovino	Evidencia necesaria	Interpretación para la revisión
Reservorio competente	Bovino capaz de adquirir y mantener una infección por *Leishmania* spp. y transmitir parásitos viables a flebotominos susceptibles.	Persistencia de la infección, carga parasitaria en piel o sangre, presencia de parásitos viables e infectividad demostrada mediante xenodiagnóstico.	Solo puede atribuirse este rol cuando existe evidencia directa de transmisión desde el bovino hacia el flebotomino.
Hospedador incidental	Bovino expuesto o infectado que no presenta evidencia suficiente de mantener o transmitir el parásito.	Serología positiva o detección molecular, sin demostración de persistencia, viabilidad parasitaria o infectividad hacia el vector.	Confirma exposición o infección, pero no demuestra una participación activa en el mantenimiento del ciclo.
Centinela epidemiológico	Bovino cuya exposición refleja circulación de *Leishmania* spp. o actividad de flebotominos infectados en el entorno ganadero.	Seropositividad o detección molecular relacionada con la ubicación de la finca, presencia de vectores y ocurrencia de casos humanos, caninos o animales.	Puede contribuir a identificar zonas de exposición y fortalecer la vigilancia animal, entomológica y ambiental en áreas endémicas.
Fuente de alimentación vectorial	Bovino utilizado como fuente de sangre por una o varias especies de flebotominos.	Identificación de sangre bovina en flebotominos capturados mediante análisis molecular del contenido abdominal.	Confirma el contacto entre bovinos y flebotominos y puede modificar la ecología vectorial, pero no demuestra transmisión del parásito.

Nota. Xenodiagnóstico: prueba utilizada para determinar si un animal puede transmitir *Leishmania* spp. a los flebotominos. Consiste en permitir que flebotominos sanos y libres del parásito se alimenten del animal estudiado y

analizarlos posteriormente para comprobar si adquirieron *Leishmania*. PCR: reacción en cadena de la polimerasa, técnica utilizada para detectar material genético del parásito. La seropositividad indica que el animal estuvo expuesto a *Leishmania*, mientras que la detección molecular demuestra la presencia de material genético; sin embargo, ninguna de estas evidencias confirma por sí sola que el animal sea un reservorio competente. Elaboración propia con base en (Ghouse Peer et al., 2024; Kushwaha et al., 2022; Martínez-Sáez et al., 2025; Martín-Sánchez et al., 2025; Shaw et al., 2023b; Tsakmakidis et al., 2024).

7.2. Conceptos clave para interpretar el rol epidemiológico del ganado bovino

7.2.1. Leishmaniosis y especies de *Leishmania spp.* de interés epidemiológico

En América, la distribución geográfica de Leishmania spp. se extiende desde el sur Estados Unidos al norte de Argentina, donde las principales especies reportadas son Leishmania braziliensis, Leishmania guyanensis, Leishmania panamensis, Leishmania Leishmania amazonensis, Leishmania. colombiensis, Leishmania infantum, Leishmania peruviana, Leishmania pifanoi y Leishmania mexicana, cada uno con un patrón epidemiológico y demográfico diferente (Raymundo Israel Pérez Zumaya, 2021).

Carrer et al. (2025) señalaron que la leishmaniosis cutánea del continente americano es causada principalmente por Leishmania braziliensis, Leishmania panamensis, Leishmania guyanensis, Leishmania amazonensis, Leishmania mexicana y Leishmania peruviana. Aunque estas especies pueden producir lesiones cutáneas, su comportamiento clínico y epidemiológico no es idéntico, debido a que varían en su distribución geográfica, capacidad de diseminación, respuesta al tratamiento y asociación con complicaciones mucosas. Los autores estimaron que anualmente se producen entre 600 000 y un millón de casos nuevos de leishmaniosis cutánea en el mundo, lo que demuestra la importancia de identificar la especie involucrada y no limitar el diagnóstico únicamente al género Leishmania (Carrer et al., 2026).

Entre las especies pertenecientes al subgénero Viannia, Leishmania braziliensis presenta especial importancia epidemiológica por su amplia distribución y su relación con formas cutáneas y mucocutáneas. Heeren et al. (2024) documentaron su presencia en al menos 15 países de América Central y Sudamérica y señalaron que en esta región se producen aproximadamente entre 190 000 y 308 000 casos de leishmaniosis cutánea cada año. Dentro del mismo subgénero se encuentran especies como L. guyanensis, L. panamensis y L. peruviana, cuya diferenciación molecular

permite estudiar con mayor precisión su distribución, circulación entre hospedadores y relación con los vectores (Heeren et al., 2024).

Por otra parte, Leishmania infantum posee relevancia por ser el principal agente de la leishmaniosis visceral zoonótica en América. Dantas-Torres (2024) indicó que esta especie se encuentra ampliamente distribuida en el continente y que el perro doméstico constituye su reservorio más reconocido. No obstante, otros animales domésticos pueden exponerse a flebotominos infectados y presentar resultados serológicos o moleculares positivos. Por ello, la detección de Leishmania en un bovino debe acompañarse de la identificación de la especie, la evaluación de la carga parasitaria y, cuando sea posible, la demostración de infectividad para el vector antes de atribuirle una función activa en el ciclo de transmisión (Dantas-Torres, 2024).

En ganado bovino, Guzmán-Vásquez et al. (2025) comunicaron la detección molecular de Leishmania del subgénero Viannia en bovinos cebú pertenecientes a comunidades del departamento de Sucre, Colombia. Este hallazgo aporta evidencia de que los bovinos pueden estar expuestos a especies de Leishmania que circulan en entornos rurales compartidos con personas, vectores y otros animales. Sin embargo, un resultado positivo mediante PCR demuestra la presencia de material genético del parásito, pero no confirma por sí solo que el bovino sea capaz de infectar a los flebotominos o mantener el ciclo epidemiológico (Guzmán-Vásquez et al., 2025).

En esta revisión, la expresión Leishmania spp. se utiliza cuando se hace referencia a varias especies del género Leishmania, mientras que Leishmania sp. indica que se detectó una especie del género, pero no fue identificada de forma específica. Asimismo, Viannia corresponde a un subgénero que reúne varias especies de Leishmania presentes principalmente en América. Esta diferenciación es necesaria porque la detección del género, la identificación de la especie y la demostración de transmisión representan niveles diferentes de evidencia epidemiológica (Guzmán-Vásquez et al., 2025).

7.2.2. Reservorio competente

La forma natural de la enfermedad implica principalmente un ciclo selvático, en el que a menudo participan flebotominos y reservorios selváticos como los roedores. Cuando los humanos invaden o colonizan áreas cercanas a la selva, o cuando los vectores y reservorios expanden sus territorios e invaden áreas urbanas, se produce la transmisión a los humanos. Las leishmaniosis es

una enfermedad transmitida por vectores con una gran diversidad de parásitos, reservorios y vectores. Son causadas por diversas Leishmania spp. especies de protozoos del género. y se transmite a animales y humanos a través de la picadura de insectos de la subfamilia Phlebotominae (Raymundo Israel Pérez Zumaya, 2021).

Un reservorio competente no es únicamente un animal que presenta anticuerpos o material genético de Leishmania. Para recibir esta clasificación debe mantener parásitos viables durante un periodo suficiente y permitir que los flebotominos se infecten cuando se alimentan de él. Khan et al. (2021) explicaron que la infectividad del hospedador constituye un factor esencial para comprobar su participación en la transmisión y que el xenodiagnóstico continúa siendo la prueba más directa para demostrarla. En esta técnica, flebotominos sanos criados en laboratorio se alimentan del animal sospechoso y posteriormente son examinados para establecer si adquirieron parásitos vivos (Khan et al., 2021a).

La carga parasitaria también influye en la competencia del reservorio, especialmente cuando los parásitos se encuentran en la piel, debido a que los flebotominos obtienen sangre y tejido superficial durante su alimentación. Marinho-Júnior et al. (2023) demostraron mediante xenodiagnóstico que roedores silvestres infectados de forma asintomática con Leishmania braziliensis podían transmitir el parásito a los flebotominos. Este resultado evidencia que la ausencia de lesiones clínicas no excluye la capacidad de transmisión y que un animal aparentemente sano puede participar en el mantenimiento del ciclo (Marinho-Júnior et al., 2023).

Sádlová et al. (2023) comprobaron experimentalmente que Meriones shawi, un roedor reconocido como reservorio de Leishmania major, permaneció infectivo para los flebotominos incluso durante periodos sin manifestaciones clínicas visibles. La transmisión desde animales asintomáticos demuestra que la competencia como reservorio depende de la persistencia y disponibilidad del parásito para el vector, y no solamente de la gravedad de la enfermedad presentada por el hospedador (Sadlova et al., 2023).

Aplicado al ganado bovino, la detección de anticuerpos mediante pruebas serológicas o de ADN parasitario mediante PCR únicamente confirma exposición o infección. Para clasificar al bovino como reservorio competente sería necesario demostrar simultáneamente la persistencia de la infección, la presencia de parásitos viables en sangre o piel y la capacidad de infectar a

flebotominos. Mientras no se disponga de esta evidencia, resulta más preciso considerar al bovino como posible hospedador incidental o centinela epidemiológico, pero no afirmar que mantiene activamente la transmisión (Sadlova et al., 2023).

7.2.3. Hospedero incidental

Un hospedador incidental es aquel que puede infectarse o entrar en contacto con Leishmania, pero cuya participación no resulta indispensable para conservar el ciclo natural del parásito. En estos animales puede detectarse una respuesta inmunológica mediante pruebas serológicas o material genético mediante PCR; sin embargo, estos resultados no demuestran que mantengan una infección persistente ni que sean capaces de transmitir el parásito a los flebotominos (Jason Smith, 2023).

Alcover et al. (2022) señalaron que la detección de anticuerpos o ADN de Leishmania en especies animales diferentes del reservorio principal confirma su exposición o infección, pero no permite atribuirles automáticamente una función en la transmisión. Para establecer su importancia epidemiológica se necesita estudiar la presencia de parásitos viables, la duración de la infección, la carga parasitaria y la capacidad de infectar al vector (Alcover et al., 2022).

De Souza et al. (2025) identificaron Leishmania mediante métodos moleculares en mamíferos silvestres sin signos clínicos. Los autores indicaron que estos hallazgos permiten reconocer la circulación del parásito en un territorio, pero requieren investigaciones complementarias para determinar si los animales solamente se infectan ocasionalmente o intervienen activamente en el ciclo. Este criterio también debe aplicarse al interpretar resultados positivos obtenidos en bovinos (de Souza et al., 2025).

Por consiguiente, un bovino seropositivo o positivo mediante PCR puede considerarse infectado o expuesto, pero todavía debe clasificarse como posible hospedador incidental mientras no exista evidencia de transmisión hacia flebotominos. Esta diferenciación evita confundir la presencia del parásito con la competencia como reservorio y permite interpretar prudentemente los estudios realizados en entornos ganaderos (de Souza et al., 2025).

7.2.4. Centinela epidemiológico

Un centinela epidemiológico es un animal cuya exposición permite advertir la circulación de un agente infeccioso o la presencia de condiciones apropiadas para su transmisión. Su utilidad no depende de que transmita el parásito al vector, sino de que permanezca en el territorio, esté expuesto a los flebotominos y pueda ser examinado periódicamente mediante pruebas serológicas o moleculares. Milićević et al. (2025) explicaron que la vigilancia con animales centinela permite reconocer cambios temporales y geográficos en la circulación de patógenos transmitidos por vectores. Para que esta vigilancia resulte útil, los animales deben seleccionarse de acuerdo con su ubicación, permanencia en el área, exposición a los vectores, edad y posibilidad de realizar muestreos sucesivos (Vesna Mili´cevi´c, 2025).

En los sistemas ganaderos, los bovinos permanecen durante periodos prolongados en potreros, corrales y zonas cercanas a vegetación, fuentes de agua y materia orgánica. Esta permanencia puede favorecer el contacto repetido con flebotominos. Por ello, la identificación de anticuerpos o ADN de Leishmania en varios animales de una misma finca podría indicar que el parásito y sus vectores están circulando en el entorno, aunque los bovinos no actúen como reservorios competentes. La interpretación del bovino como centinela requiere relacionar los resultados diagnósticos con la presencia de flebotominos, las características ambientales, la aparición de casos humanos o animales y la distribución espacial de los animales positivos. Ferrara et al. (2024) señalaron que los animales pueden actuar como centinelas de enfermedades transmisibles y que su vigilancia permite detectar la circulación de agentes infecciosos en la interfaz entre fauna silvestre, animales domésticos, seres humanos y ambiente. Por esta razón, un resultado positivo aislado no es suficiente y debe complementarse con información epidemiológica, entomológica y ambiental (Ferrara & Tejeda, 2024).

7.2.5. Métricas de competencia epidemiológica

La frecuencia de seropositividad corresponde al porcentaje de bovinos que presentan anticuerpos contra Leishmania spp. dentro del total de animales examinados. Se calcula dividiendo el número de bovinos seropositivos para el total de bovinos evaluados y multiplicando el resultado por 100. Esta métrica permite estimar el grado de exposición del hato o de la población bovina, pero no demuestra que los animales mantengan parásitos vivos ni que puedan infectar a los

flebotominos. Lodi et al. (2024) señalaron que las pruebas serológicas evidencian la respuesta inmunológica generada por el contacto con el parásito, por lo que deben interpretarse como indicadores de exposición (Lodi et al., 2024).

La detección molecular del parásito consiste en identificar ADN de Leishmania spp. mediante PCR convencional o cuantitativa. Un resultado positivo aporta evidencia de infección activa o reciente, aunque la detección de material genético no confirma por sí sola la viabilidad del parásito. La carga parasitaria, en cambio, representa la cantidad estimada de parásitos presentes en la sangre, piel o lesiones del animal. Castelli et al. (2021) indicaron que la PCR cuantitativa permite detectar y cuantificar cargas parasitarias bajas, incluso en muestras que habían resultado negativas mediante procedimientos diagnósticos convencionales (Castelli et al., 2021).

La persistencia temporal de la infección se refiere al periodo durante el cual el mismo bovino permanece positivo en muestreos sucesivos. Para evaluarla se deben repetir las pruebas serológicas y moleculares después de semanas o meses. Una sola prueba positiva puede reflejar una exposición ocasional, mientras que la detección repetida sugiere que el parásito permanece en el hospedador. Sin embargo, la persistencia tampoco demuestra automáticamente que el bovino sea infectivo para los flebotominos (Castelli et al., 2021).

La evidencia de alimentación de flebotominos sobre bovinos demuestra que existe contacto directo entre el vector y el ganado. Puede obtenerse mediante el análisis molecular de la sangre encontrada en el aparato digestivo de los insectos capturados. Dutra-Rêgo et al. (2024) explicaron que la identificación de las fuentes de alimentación permite establecer las relaciones entre los flebotominos y los diferentes hospedadores presentes en un foco de transmisión. La presencia de sangre bovina confirma que el vector se alimentó del animal, pero no demuestra que haya adquirido Leishmania (Dutra-Rêgo et al., 2024).

La infectividad del bovino hacia los flebotominos representa su capacidad para transmitir parásitos viables al vector durante la alimentación. Esta métrica se evalúa mediante xenodiagnóstico o alimentación experimental y constituye la evidencia de mayor importancia para clasificar al animal como reservorio competente. Waugh et al. (2024) encontraron que la infectividad se relaciona con la presencia y cantidad de parásitos en la piel, lo que confirma que la

detección en este tejido posee especial importancia para valorar el potencial de transmisión (Waugh et al., 2024).

La coincidencia espacial consiste en comprobar que los bovinos positivos se encuentran en el mismo territorio donde existen flebotominos y casos de leishmaniosis en personas, perros u otros animales. Berriatua et al. (2024) señalaron que la integración de datos sobre el parásito, los vectores y los hospedadores permite identificar zonas de transmisión y comprender sus relaciones epidemiológicas. Esta coincidencia respaldaría el posible papel del bovino como centinela, aunque no sería suficiente para considerarlo reservorio competente (Berriatua et al., 2024).

Tabla 3.

Métricas para diferenciar la exposición, infección e infectividad en bovinos.

Nivel de evidencia	Dato esperado	Método utilizado	Significado epidemiológico
Exposición	Anticuerpos contra *Leishmania* spp.	Ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas, inmunofluorescencia indirecta u otra prueba serológica	Indica contacto inmunológico previo, pero no confirma infectividad
Infección activa o reciente	Ácido desoxirribonucleico de *Leishmania* spp.	Reacción en cadena de la polimerasa convencional o cuantitativa	Sugiere presencia del parásito o material genético parasitario
Carga parasitaria	Cantidad de parásito en piel, sangre o lesión	Reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa	Permite estimar potencial biológico de transmisión
Infectividad al vector	Flebotominos infectados después de alimentarse del bovino	Xenodiagnóstico o alimentación experimental	Evidencia más fuerte para clasificar como reservorio competente

Nota. *Leishmania* spp.: diferentes especies pertenecientes al género *Leishmania*. La seropositividad indica la presencia de anticuerpos; la detección molecular identifica ADN parasitario; y el xenodiagnóstico determina si el animal puede

transmitir el parásito a los flebotominos. Elaboración propia con base en (Berriatua et al., 2024; Castelli et al., 2021; Dutra-Rêgo et al., 2024; Lodi et al., 2024; Waugh et al., 2024).

7.3. Vectores, ecología del paise y entornos

7.3.1. Flebotominos como vectores de *Leishmania spp.*

Los flebótominos son portadores de algunos agentes etiológicos que producen enfermedades tanto humanas como animales como los protozoos del género Leishmania, otros tripanosomátidos, bacterias del género Bartonella y grandes números de arbovirus Leishmania, transferida a mamíferos (incluidos los machos) por la mordedura de una hembra infectada perteneciente a ciertas especies de Phlebotominae. Entre otros estímulos que atraen a los flebótomos huésped, se describe para la temperatura y el olor corporal (Cabrera et al., n.d.).

Los flebotominos son insectos pequeños pertenecientes a la familia Psychodidae y presentan actividad principalmente durante el atardecer y la noche. Cecílio et al. (2022) explicaron que alrededor de 20 especies de Leishmania pueden producir enfermedad y que su transmisión depende de especies particulares de flebotominos. En términos generales, los vectores pertenecen principalmente al género Phlebotomus en Europa, Asia y África, mientras que en América participan diferentes especies tradicionalmente agrupadas dentro del género Lutzomyia (Cecílio et al., 2022).

La transmisión se inicia cuando una hembra ingiere parásitos al alimentarse de un hospedador infectado. Dentro del aparato digestivo del insecto, las formas amastigotes se transforman en promastigotes, se multiplican y alcanzan una fase capaz de infectar a otro mamífero. Posteriormente, durante una nueva alimentación, los parásitos son depositados en la piel del hospedador. Por ello, no todo flebotomino debe considerarse vector competente: debe permitir que Leishmania sobreviva, se desarrolle y alcance la zona anterior del tubo digestivo para poder ser transmitida (Cecílio et al., 2022) .

Senanayake et al. (2024) identificaron que la variación temporal de los flebotominos se encuentra condicionada por la temperatura, las precipitaciones y el uso del suelo. Las actividades agrícolas pueden crear ambientes adecuados para estos insectos mediante la presencia de refugios para animales, sistemas de irrigación y pequeños mamíferos. Por ello, la vigilancia en sistemas

bovinos debe considerar tanto la estacionalidad como las modificaciones productivas del paisaje (Senanayake et al., 2024).

7.3.2. Preferencia de alimentación y sangre bovina en flebotominos

Sólo las hembras se alimentan de sangre que requiere para la mayoría de las especies, al menos una dosis para el desarrollo de los huevos, hematofagia, lo que les permite intervenir en la transmisión de la leishmaniasis. Se ha registrado que el número de huevos producidos está relacionado directamente con la cantidad de sangre extraída el embalse debe ser lo suficientemente rico y longevidad para proporcionar una fuente importante de sangre a los portadores, existe un contacto intenso entre vectores y reservorios, la proporción de individuos en la población infectada el período de infección en el reservorio debe ser el tiempo suficiente y la infección debe ser adecuadamente no patógena (Messahel et al., 2022).

La preferencia alimentaria puede variar entre especies de flebotominos y según la disponibilidad de hospedadores presentes en el entorno. Messahel et al. (2022) identificaron por primera vez sangre de bovinos y perros en flebotominos capturados en localidades de Argelia y encontraron una marcada preferencia de la población estudiada por alimentarse de ganado bovino. Este resultado confirma el contacto entre los vectores y los bovinos, aunque no demuestra que estos últimos transmitan el parásito(Messahel et al., 2022).

Volfová et al. (2024) determinaron experimentalmente que el volumen promedio de sangre ingerido por las hembras de diez especies de flebotominos varió entre 0,47 y 1,01 µL. En la mayoría de las especies, la sangre ingerida representó entre 2,25 y 3,05 veces su propio peso corporal. La cantidad obtenida durante la alimentación puede influir tanto en la producción de huevos como en la dosis de parásitos adquirida desde un hospedador infectado. La detección de sangre bovina en el aparato digestivo del insecto constituye una evidencia de contacto vector–hospedador, pero no demuestra que el bovino sea un reservorio. Para establecer su importancia epidemiológica también se necesita conocer si el bovino está infectado, cuál es su carga parasitaria y si los flebotominos que se alimentan de él adquieren parásitos viables (Volfová et al., 2024).

Benallal et al. (2024) recolectaron 640 flebotominos en dos provincias del Sahara argelino y combinaron identificación morfológica, código de barras de ADN, perfiles proteicos mediante

MALDI-TOF, análisis de fuentes sanguíneas y detección de *Leishmania*. Esta combinación permitió relacionar las especies vectoriales con los hospedadores disponibles y muestra que el análisis de sangre ingerida debe acompañarse de identificación taxonómica y diagnóstico parasitario. Mientras que Yousefi et al. (2023) analizaron el comportamiento alimentario de *Phlebotomus papatasi* y otras especies capturadas en viviendas y refugios de animales. Los resultados evidenciaron que la disponibilidad de hospedadores domésticos modifica las fuentes de sangre utilizadas por los flebotominos. Sin embargo, la alimentación sobre bovinos demuestra contacto vectorial y no confirma que el ganado transmita el parásito (Benallal et al., 2024; Yousefi et al., 2023).

7.3.3. Corrales, establos y microbhabitats peridomiciliarios

La incidencia de infección estuvo históricamente relacionada con el tipo de construcción como es el adobe en las viviendas en zonas rurales de bajos ingresos cercanas a hábitats de vida silvestre y la presencia de huellas de animales. Ocupa todo el apoyo en el peridomicilio. cerca de la fuente de alimento: corrales, gallineros, huecos en los árboles junto a las gallinas para ganado, perreras, entre otros. Los corrales, establos, gallineros, perreras y acumulaciones de materia orgánica pueden proporcionar refugio, humedad y disponibilidad de hospedadores para los flebotominos. Vieira et al. (2023) capturaron 102 937 ejemplares pertenecientes a 23 especies en ambientes domiciliarios, peridomiciliarios y forestales de Brasil. La mayor densidad se registró entre noviembre y marzo, y cuatro especies de importancia epidemiológica estuvieron presentes durante todos los meses del año (Vieira et al., 2023).

En el mismo estudio, la mayor frecuencia de flebotominos se encontró en ambientes residenciales y peridomiciliarios, mientras que la menor se registró en el borde del bosque. Los autores también observaron la presencia permanente de Migonemyia migonei en una perrera, lo que demuestra que los refugios de animales pueden favorecer el contacto entre vectores y hospedadores domésticos (Vieira et al., 2023). Montes de Oca-Aguilar et al. (2022) evaluaron el efecto del cambio de uso del suelo sobre las comunidades de flebotominos en un foco emergente de leishmaniosis cutánea en Yucatán. Los autores encontraron que la fragmentación del bosque, los cultivos y la expansión de asentamientos modificaron la composición de las especies y facilitaron la presencia de flebotominos generalistas en ambientes intervenidos (de Oca-Aguilar et al., 2022; Vieira et al., 2023).

Tebo-Nzesseu et al. (2024) capturaron 4214 flebotominos durante 360 noches de muestreo en Camerún. Los refugios de animales y las áreas menos urbanizadas favorecieron la presencia de especies abundantes, principalmente durante la estación seca. Estos resultados indican que los entornos ganaderos deben incluirse en la vigilancia entomológica, especialmente cuando existen materia orgánica, grietas, sombra, humedad y animales disponibles como fuentes de sangre (Tebo-Nzesseu et al., 2024).

De Lima Carvalho et al. (2022) combinaron capturas entomológicas, detección molecular de *Leishmania* y herramientas de geoprocesamiento para identificar áreas con mayor riesgo de transmisión. La presencia de ADN parasitario en flebotominos y la concentración de vectores en determinados ecotopos demostraron que la vigilancia espacial permite seleccionar lugares prioritarios para el control. El peri domicilio comprende el espacio que rodea una vivienda e incluye patios, corrales, establos, gallineros, jardines y otras construcciones próximas. Un microhábitat es un lugar pequeño que reúne condiciones particulares de temperatura, humedad, sombra y materia orgánica que pueden favorecer el refugio o desarrollo de los flebotominos (de Lima Carvalho et al., 2022).

7.3.4. Co.presencia de bovinos, perro, humanos y fauna silvestre

En los entornos ganaderos pueden coincidir bovinos, perros, seres humanos, animales silvestres y diferentes especies de flebotominos. Esta proximidad crea una interfaz epidemiológica en la que los vectores pueden alimentarse de varios hospedadores y conectar ambientes silvestres, rurales y peridomiciliarios. Sin embargo, la presencia de una especie animal en el mismo territorio no demuestra automáticamente que funcione como fuente de infección para el vector. Taddei et al. (2022) detectaron Leishmania infantum en mamíferos silvestres de una zona italiana donde también existían casos humanos y caninos. Los autores señalaron que la circulación del parásito puede involucrar fauna silvestre, perros y personas en un mismo territorio, especialmente cuando existe abundancia de vectores. Esto demuestra que los ciclos de transmisión pueden estar formados por varios hospedadores y no depender exclusivamente de una sola especie (Taddei et al., 2022).

Roberts et al. (2025) realizaron una investigación conjunta en personas y animales de Laos y encontraron resultados serológicos positivos en dos cabras y tres búfalos, aunque estos no pudieron confirmarse mediante PCR. Los autores destacaron que, debido a la convivencia estrecha

entre personas, animales de producción y mascotas, es necesario efectuar estudios integrados que incluyan pruebas moleculares y captura de vectores antes de asignar una función epidemiológica a los animales positivos. En una finca, el bovino puede servir como fuente de sangre para los flebotominos, el perro puede actuar como reservorio reconocido de Leishmania infantum, la fauna silvestre puede mantener ciclos naturales y las personas pueden exponerse en viviendas o áreas de trabajo. Por ello, la vigilancia debe estudiar simultáneamente la infección en los diferentes hospedadores, las especies de Leishmania presentes, las fuentes de alimentación de los flebotominos y las características ambientales del territorio (Roberts et al., 2025).

Tabla 4.

Factores entomológicos y ambientales relevantes en sistemas bovinos

Componente	Dato de interés	Interpretación epidemiológica
Flebotominos presentes	Género, especie, sexo y ubicación de los flebotominos capturados	Permite identificar la presencia de especies confirmadas o sospechosas como vectores de *Leishmania* spp. en el territorio.
Densidad vectorial	Número de flebotominos capturados por trampa, noche y lugar de muestreo	Permite comparar la abundancia del vector entre corrales, viviendas, áreas peridomiciliarias y estaciones climáticas, y estimar la intensidad potencial de exposición.
Alimentación del vector	Identificación de sangre bovina, canina, humana o de fauna silvestre en flebotominos	Permite reconocer las fuentes de alimentación y comprobar el contacto entre los flebotominos y los diferentes hospedadores, aunque no demuestra transmisión del parásito.
Infección del vector	Detección e identificación de *Leishmania* spp. en flebotominos	Aporta evidencia de circulación del parásito en el ambiente; su importancia aumenta cuando la detección ocurre en una especie vectora reconocida.
Corrales y establos	Presencia de materia orgánica, humedad, sombra, grietas, refugios y animales disponibles	Estas condiciones pueden favorecer el descanso, supervivencia y posible reproducción de los flebotominos, aumentando el contacto con los bovinos.

Peridomicilio	Distancia entre viviendas, corrales, establos, animales y lugares de trabajo	La cercanía incrementa las interfaces entre personas, animales y vectores y puede facilitar la formación de ciclos peridomiciliarios.
Copresencia de perros	Presencia, abundancia y positividad serológica o molecular de perros cercanos al ganado	Resulta relevante porque los perros son los principales reservorios domésticos de *Leishmania infantum* en los ciclos zoonóticos.
Fauna silvestre	Presencia de roedores, marsupiales, cánidos silvestres u otros mamíferos en la finca o sus alrededores	Puede indicar la conexión entre ciclos silvestres y peridomiciliarios, aunque cada especie necesita ser evaluada antes de considerarla reservorio.

Nota. La densidad vectorial debe expresarse considerando el mismo esfuerzo de captura, por ejemplo, número de flebotominos por trampa y por noche. La detección de sangre bovina confirma alimentación sobre el ganado, mientras que la detección de ADN de *Leishmania* en el vector indica circulación parasitaria, pero ambas evidencias deben analizarse junto con la especie del flebotomino y su competencia vectorial. Elaboración propia con base en (Cecílio et al., 2022; Messahel et al., 2022; Roberts et al., 2025; Taddei et al., 2022; Tebo-Nzesseu et al., 2024; Vieira et al., 2023; Volfová et al., 2024).

7.4. Evidencia de exposición e infección por *Leishmania spp.* en ganado bovino

7.4.1. Seroprevalencia en ganado bovino

La seroprevalencia representa el porcentaje de bovinos que presentan anticuerpos contra Leishmania spp. dentro del total de animales evaluados. Su cálculo permite estimar la frecuencia de exposición inmunológica en un hato o territorio, pero no determina si los animales poseen parásitos viables ni si pueden transmitirlos. Martínez-Sáez et al. (2025) analizaron 75 vacas lactantes de las razas Modicana, Simmental y Holstein procedentes del sur de Italia y encontraron una seroprevalencia general de 17,33 % mediante ELISA. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las razas, lo que confirmó la exposición bovina en una zona endémica, pero no permitió atribuirles competencia como reservorios (Martínez-Sáez et al., 2025).

La interpretación de la seropositividad depende del antígeno utilizado, el punto de corte establecido y la sensibilidad y especificidad de la prueba. También deben considerarse las posibles reacciones cruzadas con otros microorganismos y la permanencia de anticuerpos después de que

la infección haya disminuido. Murillo-Picco et al. (2025) compararon cuatro pruebas serológicas comerciales para detectar anticuerpos contra *L. infantum* en perros con diferentes estados de infección. Los autores encontraron diferencias en el desempeño de las pruebas según la concentración de anticuerpos y la condición clínica y Villanueva-Saz et al. (2024), en una investigación serológica realizada en animales de producción, señalaron que la información disponible sobre la participación del ganado en la epidemiología de la leishmaniosis todavía es limitada. Por esta razón, la serología debe emplearse como indicador inicial de exposición y complementarse con métodos moleculares o parasitológicos (Murillo-Picco et al., 2025; Villanueva-Saz et al., 2024).

7.4.2. Diagnóstico molecular en sangre, piel o lesiones

La PCR convencional permite amplificar fragmentos específicos de ADN de Leishmania, mientras que la PCR cuantitativa o qPCR también permite estimar la cantidad de material genético presente en la muestra. La sensibilidad puede variar de acuerdo con el tejido examinado, el momento de recolección, la carga parasitaria y el fragmento genético seleccionado. Rihs et al. (2025), en una revisión de estudios de qPCR publicados entre 2011 y 2023, identificaron diferencias en los genes diana, procedimientos de extracción y criterios de interpretación, por lo que destacaron la necesidad de estandarizar los protocolos. En bovinos, la sangre facilita los estudios poblacionales, mientras que la piel o las lesiones pueden resultar más útiles cuando existe concentración local del parásito (Rihs et al., 2025).

La detección molecular adquiere mayor valor cuando permite identificar la especie involucrada. Van Dijk et al. (2024) evaluaron un método molecular simplificado basado en la detección directa de ADN del cinetoplasto de *Leishmania* en sangre. La prueba alcanzó capacidad para detectar hasta 500 parásitos por mililitro y presentó elevada especificidad en las muestras analizadas. Aunque fue desarrollada para diagnóstico humano, demuestra el avance de técnicas que podrían adaptarse a vigilancia animal en regiones con recursos limitados (van Dijk et al., 2024).

Pineda et al. (2025) examinaron 12 animales domésticos con lesiones sospechosas registradas entre 2021 y 2025 y obtuvieron resultados moleculares positivos en seis, equivalentes

al 50 % de los animales. La caracterización identificó Leishmania braziliensis y Leishmania martiniquensis, evidenciando que el análisis molecular de las lesiones permite diferenciar especies relacionadas con ciclos epidemiológicos distintos. Sin embargo, una PCR positiva comprueba la presencia de ADN y no demuestra necesariamente que los parásitos permanezcan vivos o sean transmisibles (Pineda et al., 2025).

7.4.3. Cultivo parasitológico y caracterización de especie

El cultivo parasitológico consiste en colocar la muestra en un medio apropiado para favorecer el crecimiento de las formas promastigotes de Leishmania. Un resultado positivo demuestra la presencia de parásitos viables, aunque su sensibilidad puede disminuir cuando la carga parasitaria es baja, la muestra se contamina o transcurre demasiado tiempo entre su obtención y procesamiento. Piyasiri et al. (2023) indicaron que el cultivo puede facilitar la identificación y conservación del parásito para estudios posteriores, pero requiere condiciones especializadas y un tiempo de procesamiento mayor que las técnicas moleculares. Por ello, un cultivo negativo no descarta completamente la infección (Piyasiri et al., 2023).

La caracterización molecular posterior al cultivo permite conocer la especie y comparar genéticamente los aislamientos obtenidos de animales, personas y vectores. Kalantari et al. (2025) combinaron cultivo, PCR del ADN del cinetoplasto y análisis filogenético en muestras procedentes de humanos, roedores y flebotominos. Los autores identificaron Leishmania major, Leishmania tropica y Leishmania infantum y encontraron que los aislamientos de L. major obtenidos de humanos, roedores y vectores se agruparon dentro de un mismo linaje genético. En bovinos, esta caracterización permitiría establecer si la infección se relaciona con ciclos viscerales asociados con L. infantum o con especies vinculadas principalmente con formas cutáneas (Kalantari et al., 2025).

7.4.4. Xenodiagnostico e infectividad a flebotominos

El xenodiagnóstico directo consiste en permitir que flebotominos sanos, criados en laboratorio, se alimenten de un animal posiblemente infectado. Después de la alimentación, los insectos se mantienen en condiciones controladas y se examinan mediante microscopía o pruebas moleculares para determinar si adquirieron el parásito. Singh et al. (2020) señalaron que un hospedador se considera infectivo cuando se confirma la infección en al menos uno de los

flebotominos alimentados sobre él. Por tanto, esta técnica aporta una evidencia más sólida que la serología o la detección aislada de ADN para evaluar competencia como reservorio (Singh et al., 2020).

La infectividad no siempre coincide con los resultados serológicos ni con la presencia de signos clínicos. Gondim et al. (2022) encontraron una tasa de infectividad del 27,4 % entre perros seronegativos procedentes de una zona de transmisión reciente. Además, las pruebas serológicas presentaron una sensibilidad promedio de 51,2 % en animales sin signos clínicos. Aunque estos datos corresponden a perros, demuestran que la ausencia de anticuerpos detectables no excluye necesariamente la infección ni la posibilidad de transmisión. En la evidencia bovina disponible todavía faltan estudios que demuestren mediante xenodiagnóstico que los bovinos infectan a los flebotominos; por ello, no deben clasificarse como reservorios competentes únicamente por presentar serología o PCR positiva (Gondim et al., 2022).

7.4.5. Integración de evidencia diagnostica y entomología

La interpretación del papel bovino debe relacionar tres componentes: evidencia diagnóstica en los animales, evidencia entomológica en los flebotominos y características ambientales del sistema ganadero. Nikookar et al. (2024) capturaron flebotominos silvestres, los identificaron morfológicamente y aplicaron PCR dirigida a la región ITS2 del ADN ribosomal, seguida de análisis de polimorfismos de longitud de fragmentos de restricción. Los autores detectaron Leishmania major en especies de Phlebotomus capturadas en el norte de Irán. No obstante, la detección de ADN en un insecto debe complementarse con la identificación de su fuente de sangre y la demostración de que la especie permite el desarrollo del parásito (Nikookar et al., 2024).

Shah et al. (2024) integraron captura entomológica, identificación morfológica, código de barras de ADN, qPCR y secuenciación para estudiar la circulación de Leishmania donovani en India. Entre enero de 2022 y diciembre de 2023 capturaron 6278 flebotominos; los establos bovinos proporcionaron aproximadamente diez veces más ejemplares que las viviendas humanas. El ADN de L. donovani fue identificado en seis especies de Phlebotomus, aunque los autores aclararon que la detección molecular en especies diferentes del vector confirmado no demuestra automáticamente su capacidad de transmisión (Shah et al., 2024).

Sevá et al. (2021) combinaron pruebas serológicas y moleculares para investigar infección canina en una zona considerada no endémica y encontraron una positividad del 2,3 %. La detección de animales positivos fuera de áreas tradicionalmente reconocidas demuestra que la vigilancia debe integrar procedencia, movilidad, condiciones ambientales y presencia potencial de vectores. En consecuencia, la evidencia más sólida sobre la participación epidemiológica del bovino requeriría demostrar que el animal presenta una infección persistente con parásitos viables, que los flebotominos se alimentan de él y que posteriormente adquieren y desarrollan la infección. Si únicamente se encuentran anticuerpos, ADN parasitario o sangre bovina en los vectores, los resultados respaldarán exposición, infección incidental o utilidad como centinela, pero no competencia como reservorio (Sevá et al., 2021).

Tabla 5.

Interpretación de la evidencia diagnostica en bovinos

Tipo de prueba	Resultado que aporta	Fortaleza epidemiológica	Limitación principal
Ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas	Detecta anticuerpos contra *Leishmania* spp. y evidencia exposición inmunológica	Permite calcular la frecuencia de seropositividad y comparar la exposición entre hatos, territorios o grupos de bovinos	No confirma infección activa, presencia de parásitos viables ni infectividad hacia los flebotominos
Inmunofluorescencia indirecta	Detecta y permite estimar títulos de anticuerpos contra *Leishmania* spp.	Facilita la valoración semicuantitativa de la respuesta serológica individual y poblacional	Puede presentar reactividad cruzada y sus resultados dependen del antígeno y punto de corte utilizados

Reacción en cadena de la polimerasa en sangre	Detecta ADN de *Leishmania* spp. en la circulación sanguínea	Sugiere infección activa o reciente y permite identificar parasitemia molecularmente detectable	La presencia del parásito en sangre puede ser baja o intermitente y no necesariamente representa la carga cutánea disponible para el vector
Reacción en cadena de la polimerasa en piel o lesión	Detecta material genético parasitario en el lugar de muestreo	Resulta más relevante para valorar la presencia cutánea del parásito y el posible contacto con el flebotomino durante la alimentación	Requiere selección y obtención adecuada de la muestra; la detección de ADN tampoco demuestra por sí sola viabilidad o transmisión
Cultivo parasitológico	Permite aislar y observar parásitos vivos procedentes de la muestra	Constituye evidencia fuerte de infección y proporciona material para posteriores estudios moleculares o biológicos	Presenta sensibilidad limitada cuando la carga parasitaria es baja y requiere condiciones especializadas para evitar contaminación
Caracterización molecular de especie	Identifica la especie y, según la técnica, el linaje genético de *Leishmania*	Permite relacionar el hallazgo con ciclos viscerales o cutáneos y comparar aislamientos de bovinos, vectores y otros hospedadores	No siempre se realiza en los estudios de campo y su precisión depende del marcador genético utilizado

Xenodiagnóstico	Demuestra la infección de flebotominos después de alimentarse del bovino evaluado	Constituye la evidencia directa de infectividad y el criterio más sólido para valorar al bovino como reservorio competente	Es una técnica poco frecuente, compleja y costosa; requiere colonias de flebotominos, instalaciones especializadas y control ético y biológico

Nota. ADN: ácido desoxirribonucleico. La serología evidencia exposición; la reacción en cadena de la polimerasa demuestra presencia de material genético; el cultivo confirma la viabilidad del parásito cuando resulta positivo; y el xenodiagnóstico evalúa la capacidad del hospedador para infectar al vector. Ninguna prueba serológica o molecular aislada permite clasificar al bovino como reservorio competente. Elaboración propia con base en (Azami-conesa et al., 2021; Gondim et al., 2022; Kalantari et al., 2025; Martínez-Sáez et al., 2025; Nikookar et al., 2024; Pineda et al., 2025; Piyasiri et al., 2023; Rihs et al., 2025; Singh et al., 2020; Villanueva-Saz et al., 2024).

7.5. Rol epidemiológico del ganado bovino frente a hospedadores de referencia

7.5.1. Ganado bovino frente a perros en ciclos zoonóticos

En la leishmaniosis visceral zoonótica causada por Leishmania infantum, el perro doméstico constituye el principal reservorio en numerosas regiones de América y del Mediterráneo. Esta clasificación está sustentada por la presencia frecuente de infecciones clínicas y subclínicas, la persistencia del parásito en la piel y otros tejidos y, principalmente, la demostración de infectividad hacia los flebotominos. Vilas-Boas et al. (2024), al revisar la distribución de la leishmaniosis visceral canina, reunieron información de 75 países y territorios y señalaron que la infección canina presenta una amplia distribución, aunque su frecuencia varía según las condiciones ambientales, la abundancia vectorial y las medidas de prevención aplicadas en cada región (Vilas-Boas et al., 2024).

La importancia del perro no depende únicamente de la presencia de anticuerpos. Kushwaha et al. (2024) evaluaron mediante xenodiagnóstico a 73 perros con parasitemia detectable en Bihar, India, y encontraron que el 12 % fue capaz de infectar flebotominos de la especie Phlebotomus argentipes. Entre los animales con signos clínicos, el 46 % transmitió el parásito a los insectos, mientras que entre los perros con infección subclínica la proporción fue del 11 %. Además, algunos perros seronegativos resultaron infectivos, lo que demuestra que la serología aislada no permite determinar la capacidad de transmisión (Kushwaha et al., 2022).

La exposición canina también puede alcanzar niveles importantes en áreas endémicas. Afonso et al. (2023) examinaron perros procedentes de refugios y hogares particulares en Portugal y observaron diferencias relacionadas con el origen, las condiciones de alojamiento y la aplicación de medidas preventivas. Estos resultados muestran que los perros cuentan con una evidencia epidemiológica más completa que los bovinos, pues en ellos se han estudiado conjuntamente la seroprevalencia, la carga parasitaria, la presentación clínica y la transmisión hacia el vector (Afonso et al., 2023).

En el ganado bovino, en cambio, la información disponible se concentra principalmente en resultados serológicos o moleculares. Aunque estos hallazgos demuestran exposición o presencia de material genético del parásito, todavía no equivalen a la evidencia de infectividad obtenida en perros. Por esta razón, el bovino no debe recibir automáticamente la misma clasificación epidemiológica: para considerarlo reservorio competente sería necesario demostrar infección persistente, parásitos viables en tejidos accesibles y transmisión hacia flebotominos mediante xenodiagnóstico o alimentación experimental (Afonso et al., 2023).

7.5.2. Ganado bovino y otros animales domésticos

Los ambientes rurales endémicos reúnen distintas especies domésticas que pueden ser utilizadas como fuentes de sangre por los flebotominos. Ovinos, caprinos, equinos, suinos y bovinos pueden presentar anticuerpos o material genético de Leishmania spp.; sin embargo, la positividad diagnóstica tiene que interpretarse según el tipo de prueba y no como confirmación directa de competencia reservorial (Ballesteros-García et al., 2025).

Ballesteros-García et al. (2025) analizaron 94 cerdos procedentes de explotaciones intensivas del este de España y encontraron una seroprevalencia general de 4,3 %. La presencia de anticuerpos evidenció exposición a Leishmania spp., pero el estudio no demostró infectividad hacia flebotominos. Este ejemplo permite comprender que la detección serológica en una especie ganadera amplía el número de hospedadores expuestos, pero no determina por sí sola su participación en el mantenimiento del ciclo (Ballesteros-García et al., 2025).

Los resultados obtenidos en diferentes especies domésticas pueden emplearse como comparadores epidemiológicos para establecer si la positividad bovina forma parte de una exposición ambiental compartida. No obstante, las diferencias entre especies pueden estar

condicionadas por la cantidad de animales examinados, el método diagnóstico, el punto de corte serológico, el sistema productivo y la frecuencia con que cada especie es utilizada como fuente de alimentación por los flebotominos. En consecuencia, una prevalencia mayor en bovinos que en ovinos, caprinos o suinos no demuestra necesariamente una mayor capacidad de transmisión (Ballesteros-García et al., 2025).

La comparación debe considerar tres niveles de evidencia: exposición, demostrada mediante anticuerpos; infección, respaldada por detección molecular, cultivo o visualización del parásito; e infectividad, confirmada cuando los flebotominos adquieren la infección después de alimentarse del animal. Los demás animales domésticos deben incorporarse en la revisión únicamente cuando permitan establecer si el ganado representa un hospedador incidental, un centinela de circulación ambiental o una posible fuente de infección para el vector (Ballesteros-García et al., 2025).

7.5.3. Ganado bovino y fauna silvestre

La fauna silvestre puede intervenir en el mantenimiento de Leishmania spp., pero su importancia depende de la especie parasitaria, el vector competente, la región geográfica y las comunidades de mamíferos presentes. En los entornos productivos, la proximidad entre potreros, bosques, vegetación secundaria, corrales y viviendas facilita que los flebotominos entren en contacto con hospedadores domésticos y silvestres durante sus desplazamientos (Barbero-Moyano et al., 2024).

Barbero-Moyano et al. (2024) estudiaron la circulación de L. infantum en liebres ibéricas y conejos silvestres de España, especies relacionadas previamente con un importante brote de leishmaniosis humana. Los autores emplearon métodos serológicos y moleculares y confirmaron la circulación del parásito en lagomorfos silvestres. Estos animales poseen especial relevancia porque, además de presentar infección, existen antecedentes de su participación en la transmisión hacia flebotominos, lo que proporciona una evidencia epidemiológica superior a la obtenida únicamente mediante serología (Barbero-Moyano et al., 2024).

Suita et al. (2025) examinaron mamíferos silvestres mediante pruebas serológicas y moleculares y señalaron que la presencia de Leishmania spp. en carnívoros de vida libre puede reflejar ciclos de transmisión que se superponen con los ambientes domésticos. No obstante, los

autores indicaron que la detección de anticuerpos o ADN debe complementarse con información sobre persistencia, carga parasitaria e infectividad antes de clasificar a una especie como reservorio (Suita et al., 2025).

La interacción entre fauna silvestre y ganado puede producirse cuando ambas poblaciones comparten fuentes de agua, bordes de vegetación, áreas de alimentación o lugares de descanso del vector. En ese escenario, los bovinos podrían actuar como indicadores de la circulación parasitaria en el paisaje productivo, aunque no intervengan directamente en la transmisión. Rojas et al. (2024) señalaron que la investigación de parásitos en fauna silvestre requiere procedimientos estandarizados de recolección, conservación y procesamiento de muestras. La selección del tejido y del método diagnóstico condiciona la probabilidad de detección, por lo que los resultados obtenidos en animales silvestres y domésticos deben compararse únicamente cuando los protocolos sean equivalentes. Por ello, la positividad simultánea en bovinos, fauna silvestre y flebotominos debe analizarse espacial y temporalmente para determinar si existe un ciclo compartido o solamente exposición coincidente (Rojas et al., 2024).

7.5.4. Interpretación critica del rol bovino

La evidencia sobre el ganado bovino debe organizarse mediante una escala gradual. El primer nivel corresponde a la exposición, demostrada por anticuerpos contra Leishmania spp.; el segundo, a la infección probable, respaldada por PCR; el tercero, a la infección confirmada, mediante aislamiento de parásitos viables o identificación en tejidos; y el cuarto, a la infectividad, establecida cuando los flebotominos adquieren y mantienen el parásito después de alimentarse del bovino.

Swisher et al. (2025) destacaron que la clasificación de un reservorio debe considerar no solo su positividad diagnóstica, sino también su abundancia, supervivencia, contacto con vectores y capacidad para mantener el parásito disponible durante periodos suficientes. Mughal et al. (2023) agregaron que la identificación de reservorios requiere integrar métodos parasitológicos, inmunológicos, moleculares, entomológicos y de xenodiagnóstico, porque ninguna prueba aislada explica completamente la participación de una especie en la transmisión (Muhammad Adnan Sabir Mughal, 2023; Swisher et al., 2025).

En comparación con los perros, la evidencia disponible para los bovinos es todavía limitada. La seropositividad demuestra que el animal desarrolló una respuesta inmunológica; la PCR indica presencia de material genético; y la identificación de sangre bovina en flebotominos comprueba contacto alimentario. Sin embargo, ninguno de estos resultados confirma individualmente que el ganado transmita Leishmania spp. al vector. Para clasificarlo como reservorio competente se requiere demostrar infección persistente, carga parasitaria suficiente en piel o sangre e infectividad mediante xenodiagnóstico (Muhammad Adnan Sabir Mughal, 2023).

Por consiguiente, cuando solo se dispone de serología o PCR, el bovino debe describirse como hospedador expuesto o posiblemente incidental. Cuando su positividad coincide con la presencia de vectores infectados, casos humanos o caninos y condiciones ambientales favorables, puede considerarse centinela epidemiológico. La denominación de reservorio competente únicamente será apropiada cuando exista evidencia directa y reproducible de transmisión hacia los flebotominos (Muhammad Adnan Sabir Mughal, 2023).

Tabla 6.

Escala de interpretación del rol bovino según evidencia disponible

Evidencia disponible	Clasificación más prudente del bovino	Nivel de certeza
Serología positiva sin confirmación molecular	Bovino expuesto; posible centinela si el hallazgo coincide con circulación del vector o casos en otros hospedadores	Bajo
Diagnóstico molecular positivo en sangre	Bovino infectado o posible hospedador incidental	Bajo a moderado
Diagnóstico molecular positivo en piel o lesión	Bovino infectado con posible relevancia para la alimentación vectorial	Moderado
Carga parasitaria cutánea elevada y persistente	Bovino con mayor plausibilidad de transmitir el parásito al vector	Moderado a alto

Identificación de sangre bovina en flebotominos	Fuente de alimentación del vector, sin confirmación de transmisión parasitaria	Moderado para demostrar contacto vectorial
Flebotominos infectados después de alimentarse del bovino	Reservorio competente probable	Alto
Persistencia de la infección y asociación espacial y temporal con la transmisión	Posible participante en el ciclo local	Alto cuando se combina con infectividad hacia flebotominos

Nota. La serología positiva demuestra exposición inmunológica, mientras que el diagnóstico molecular identifica material genético de *Leishmania* spp., pero ninguno confirma por sí solo que el bovino pueda transmitir el parásito. La identificación de sangre bovina en flebotominos demuestra alimentación sobre el ganado, no infectividad. La evidencia más sólida para clasificar al bovino como reservorio competente corresponde a la infección persistente, la carga parasitaria en tejidos accesibles y la infección de flebotominos después de alimentarse del animal. Elaboración propia con base en (Barbero-Moyano et al., 2024; Kushwaha et al., 2022; Muhammad Adnan Sabir Mughal, 2023; Suita et al., 2025; Swisher et al., 2025; Vilas-Boas et al., 2024).

7.6. Impacto clínico, subclínico y productivo en ganado bovino

7.6.1. Manifestaciones clínicas en bovinos

Las manifestaciones de la leishmaniosis dependen de la especie de Leishmania, la respuesta inmunitaria del hospedador y la localización del parásito. Mann et al. (2021) explicaron que la enfermedad puede presentarse en forma cutánea, mucocutánea o visceral. En los animales, las lesiones cutáneas pueden incluir pápulas, nódulos, úlceras, alopecia localizada y dermatitis; en las infecciones sistémicas pueden aparecer signos inespecíficos, como disminución del apetito, debilidad y pérdida de condición corporal. Sin embargo, estas manifestaciones se encuentran mejor caracterizadas en perros y otros hospedadores que en bovinos (Mann et al., 2021).

El Center for Food Security and Public Health (2023) señaló que numerosos animales infectados pueden permanecer asintomáticos y que la expresión clínica varía entre las especies hospedadoras. En bovinos, la presencia de nódulos o úlceras debe confirmarse mediante citología, histopatología, cultivo o reacción en cadena de la polimerasa, porque otras enfermedades

infecciosas, parasitarias, traumáticas o neoplásicas pueden producir lesiones semejantes. En consecuencia, la apariencia clínica por sí sola no permite diagnosticar leishmaniosis (Fever, 2022).

La descripción directa de enfermedad clínica bovina es excepcional. Lobsiger et al. documentaron un caso autóctono de leishmaniosis cutánea en una vaca de Suiza, en la que se identificó el parásito en lesiones dérmicas mediante estudios histológicos, inmunohistoquímicos y moleculares. Aunque esta publicación es anterior al periodo principal de la revisión, constituye un antecedente necesario porque confirma que los bovinos pueden desarrollar enfermedad cutánea. No obstante, un caso aislado no permite establecer la frecuencia ni el comportamiento clínico general de la infección en el ganado (Fever, 2022).

Hananeh et al. (2025), al revisar la leishmaniosis en diferentes especies animales, encontraron una marcada heterogeneidad clínica y diagnóstica. Los autores señalaron que las infecciones animales pueden permanecer sin signos visibles o presentar alteraciones dermatológicas y sistémicas. En bovinos, la falta de series clínicas recientes impide establecer que la alopecia, pérdida de peso o deterioro corporal sean manifestaciones habituales; por ello, estos signos deben registrarse como variables por investigar y no como consecuencias bovinas ya confirmadas (Hananeh et al., 2025).

7.6.2. Infección subclínica y condición corporal

La infección subclínica corresponde a la presencia de exposición o infección sin manifestaciones clínicas evidentes durante la evaluación. Esta condición puede detectarse mediante anticuerpos, ADN parasitario, cultivo o examen de tejidos. No obstante, la seropositividad aislada demuestra una respuesta inmunológica previa, mientras que la detección molecular indica presencia de material genético y no necesariamente enfermedad activa o alteración productiva (Santos et al., 2021).

Santos et al. (2021) demostraron en animales domésticos que una infección inicialmente subclínica puede evolucionar y expresarse clínicamente con posterioridad, dependiendo de la respuesta inmunitaria y otras condiciones del hospedador. Aunque el estudio se desarrolló en gatos y no en bovinos, muestra la necesidad de realizar evaluaciones longitudinales, es decir, seguimientos repetidos en el tiempo, antes de concluir que un animal positivo permanecerá sin signos o que la infección carece de consecuencias clínicas (Santos et al., 2021).

La condición corporal se determina mediante una valoración visual y táctil de las reservas de grasa y músculo del animal. Para establecer una posible relación con Leishmania spp., los estudios deberían comparar la condición corporal entre bovinos positivos y negativos, controlar la edad, raza, alimentación, etapa productiva y presencia de otras enfermedades, y repetir la evaluación durante varios meses. Sin ese diseño, la pérdida de condición no puede atribuirse exclusivamente al parásito (Santos et al., 2021).

La infección subclínica puede conservar importancia epidemiológica, aunque no ocasione enfermedad observable. Un bovino clínicamente sano podría albergar material genético o parásitos en tejidos accesibles para los flebotominos; sin embargo, para demostrarlo se necesitan mediciones de carga parasitaria en piel y sangre, persistencia temporal y pruebas de infectividad. Por consiguiente, la ausencia de signos no excluye exposición o infección, pero tampoco demuestra afectación productiva o capacidad de transmisión (Santos et al., 2021).

7.6.3. Desempeño productivo en sistemas bovinos

El desempeño productivo debe evaluarse mediante indicadores cuantificables, entre ellos producción diaria de leche, composición láctea, ganancia media diaria de peso, conversión alimenticia, intervalo entre partos, días abiertos, tasa de concepción, abortos, mortalidad y descarte. Para atribuir una modificación de estos indicadores a la leishmaniosis sería necesario comparar animales positivos y negativos bajo condiciones productivas semejantes y controlar enfermedades concurrentes, nutrición, manejo, genética y exposición ambiental (Ruiz et al., 2023).

Durante el periodo 2020–2025 no se identificó evidencia suficiente para calcular una reducción específica de leche, peso o desempeño reproductivo atribuible a la infección por Leishmania spp. en bovinos. Por ello, no sería correcto afirmar que la enfermedad disminuye directamente un porcentaje determinado de la producción. Los hallazgos disponibles permiten reconocer exposición e infección, pero no cuantificar pérdidas productivas (Ruiz et al., 2023).

Ruiz et al. (2023) describieron leishmaniosis clínica causada por L. infantum en una cabra y documentaron los hallazgos clínicos y la respuesta al tratamiento. Aunque este antecedente demuestra que los rumiantes domésticos pueden desarrollar enfermedad, sus resultados no deben trasladarse directamente al ganado bovino. Su utilidad radica en identificar variables que podrían

evaluarse en futuros estudios bovinos, como evolución clínica, condición corporal, alteraciones hematológicas y respuesta terapéutica (Ruiz et al., 2023).

Por tanto, el impacto productivo bovino debe clasificarse en tres niveles: impacto demostrado, cuando un estudio identifica diferencias productivas estadísticamente relacionadas con la infección; impacto sugerido, cuando se observan alteraciones clínicas o corporales sin medición productiva completa; e impacto potencial, cuando se proponen posibles pérdidas basadas únicamente en mecanismos biológicos o en información procedente de otras especies. Actualmente, la mayor parte de las consecuencias productivas propuestas para bovinos pertenece a las dos últimas categorías. Peker et al. (2025) explicaron que las consecuencias económicas de las enfermedades animales comprenden pérdidas productivas, gastos veterinarios, prevención, restricciones comerciales y efectos sobre la salud pública. Para la leishmaniosis bovina, estas categorías pueden utilizarse para organizar futuras evaluaciones económicas, aunque actualmente no existan estimaciones específicas atribuibles a la infección (Peker et al., 2025).

7.6.4. Bienestar animal y costos indirectos

El bienestar animal comprende el estado físico y mental del bovino en relación con las condiciones en las que vive y es manejado. La presencia de lesiones ulcerativas, inflamación, dolor, prurito, infecciones bacterianas secundarias, pérdida de condición corporal o procedimientos diagnósticos repetidos podría comprometer dicho bienestar. Sin embargo, la intensidad y duración de estas alteraciones deben evaluarse directamente mediante indicadores clínicos y conductuales (Fernandes et al., 2021).

Fernandes et al. (2021) señalaron que los problemas de bienestar pueden producir efectos económicos mediante menor productividad, incremento del trabajo, tratamientos veterinarios, descarte anticipado y pérdida de valor del animal. En la leishmaniosis bovina estos efectos deben considerarse potenciales mientras no existan estudios que calculen específicamente su frecuencia y magnitud (Fernandes et al., 2021).

Kappes et al. (2023) clasificaron los costos de las enfermedades pecuarias en pérdidas productivas, gastos de prevención y tratamiento, afectaciones del bienestar y consecuencias para el comercio y la salud pública. Aplicado a la leishmaniosis bovina, los costos directos

comprenderían consulta veterinaria, toma de muestras, pruebas serológicas o moleculares y atención de lesiones. Los costos indirectos incluirían vigilancia entomológica, control de flebotominos, capacitación del personal, adecuación de instalaciones y seguimiento de animales positivos (Kappes et al., 2023).

Marsh et al. (2024) indicaron que las enfermedades animales pueden generar externalidades, es decir, consecuencias económicas o sanitarias que exceden al propietario del animal. En una enfermedad zoonótica, estas externalidades pueden involucrar recursos públicos para vigilancia epidemiológica, investigación de focos, diagnóstico diferencial y coordinación entre los sectores de salud animal, humana y ambiental (Marsh et al., 2024).

En síntesis, todavía no existe información suficiente para calcular el costo económico de la leishmaniosis bovina. La evidencia permite plantear gastos potenciales asociados con diagnóstico, vigilancia, control vectorial y manejo sanitario, pero no justificar cifras concretas de pérdidas en producción. Esta ausencia de mediciones constituye un vacío de conocimiento que debe quedar expresamente señalado en la revisión (Marsh et al., 2024).

Tabla 7

Impacto clínico y productivo asociado a Leishmaniosis bovina

Dimensión	Manifestación o indicador	Impacto posible	Interpretación para la revisión
Clínica	Lesiones cutáneas, pápulas, nódulos, úlceras o alopecia localizada	Alteración de la integridad de la piel, dolor, infecciones secundarias y afectación del bienestar	Requiere confirmación parasitológica o molecular y diagnóstico diferencial frente a otras enfermedades dermatológicas
Subclínica	Seropositividad o detección molecular sin signos clínicos evidentes	Posible relevancia epidemiológica sin afectación clínica demostrada	Puede indicar exposición o infección silenciosa, pero no confirma infectividad ni pérdida productiva

Condición corporal	Pérdida de peso o disminución del puntaje de condición corporal	Menor desempeño general y posible incremento de la susceptibilidad a otros problemas sanitarios	Debe compararse con bovinos negativos y controlar alimentación, edad, etapa productiva y enfermedades concurrentes
Producción de leche	Disminución del volumen, alteración de la composición o reducción de la calidad, cuando sea medida	Menores ingresos y posible descarte de animales	La evidencia bovina directa es insuficiente; no debe atribuirse a la infección sin comparación productiva y confirmación diagnóstica
Carne o crecimiento	Menor ganancia media diaria de peso, retraso del crecimiento o pérdida de valor comercial, cuando sea reportado	Reducción de la productividad y prolongación del periodo necesario para alcanzar el peso de comercialización	Requiere estudios longitudinales con mediciones de peso, alimentación y presencia de enfermedades concomitantes
Reproducción	Alteración de la tasa de concepción, intervalo entre partos, días abiertos o frecuencia de abortos, cuando sea evaluada	Menor eficiencia reproductiva y aumento de los costos de mantenimiento	No debe asumirse una relación causal sin evidencia directa y control de otros factores reproductivos
Bienestar animal	Dolor, prurito, lesiones persistentes, deterioro corporal o necesidad de procedimientos repetidos	Malestar, cambios conductuales y menor calidad de vida	Debe evaluarse mediante indicadores clínicos, corporales y conductuales específicos
Costos indirectos	Diagnóstico serológico o molecular, vigilancia epidemiológica, control vectorial, capacitación y tratamiento de lesiones	Incremento de gastos sanitarios y utilización adicional de recursos humanos y económicos	Relaciona la posible infección con el manejo sanitario, aunque todavía no existen estimaciones económicas específicas para la leishmaniosis bovina

Nota. La seropositividad demuestra exposición inmunológica y la detección molecular evidencia material genético de *Leishmania* spp.; ninguna de ellas confirma por sí sola enfermedad clínica, infectividad o afectación productiva. Las consecuencias sobre producción de leche, crecimiento y reproducción se presentan como indicadores que deben

investigarse, debido a que no existen datos suficientes para cuantificar pérdidas atribuibles específicamente a la leishmaniosis bovina. Elaboración propia con base en (Fernandes et al., 2021; Fever, 2022; Hananeh et al., 2025; Kappes et al., 2023; Mann et al., 2021; Marsh et al., 2024; Ruiz et al., 2023; Santos et al., 2021).

7.7. Inocuidad, salud ocupacional y cadenas de valor

7.7.1. Leishmaniosis y riesgo alimentario

Las enfermedades transmitidas por alimentos se producen cuando una persona ingiere agua o productos contaminados con agentes infecciosos. En la leishmaniosis, la vía de transmisión epidemiológicamente reconocida es la picadura de flebotominos hembra infectados, que inoculan las formas parasitarias durante la alimentación sanguínea. También se han descrito mecanismos menos frecuentes, como transmisión congénita, transfusional o mediante agujas contaminadas, pero el consumo de carne o leche bovina no constituye una vía establecida (Center fro Disease and Prevention, 2025).

Los Centers for Disease Control and Prevention (2025) indicaron que Leishmania spp. se transmite principalmente mediante la picadura de flebotominos infectados, cuya actividad ocurre especialmente durante el anochecer y la noche. Por consiguiente, la detección de anticuerpos o material genético del parásito en un bovino no significa que su leche o carne transmitan la enfermedad al consumidor (Center fro Disease and Prevention, 2025)

Hong et al. (2020) explicaron que el control de la leishmaniosis requiere integrar al hospedador vertebrado, el vector y las condiciones ambientales. Aplicado a la cadena bovina, esto significa que la preocupación sanitaria debe dirigirse hacia la presencia de flebotominos en fincas, corrales, establos, centros de movilización o zonas de sacrificio, y no hacia una supuesta transmisión alimentaria que no ha sido demostrada (Hong et al., 2020b).

La leishmaniosis tampoco debe utilizarse como explicación general de cualquier alteración de la leche o carne. Las lesiones, la pérdida de condición corporal o los costos diagnósticos podrían afectar indirectamente el valor del animal, pero esto es diferente de afirmar que sus productos constituyen vehículos del parásito. Por tanto, en esta revisión se considera un problema sanitario y ocupacional relacionado con vectores, no un peligro biológico alimentario directo (Hong et al., 2020b)

7.7.2. Riesgo ocupacional en trabajadores ganaderos

Los trabajadores ganaderos pueden permanecer durante periodos prolongados en corrales, potreros, establos y áreas de vegetación donde existen condiciones favorables para los flebotominos. El riesgo ocupacional no procede del contacto directo con el bovino positivo, sino de compartir un ambiente en el que circulan vectores, hospedadores infectados y posibles reservorios domésticos o silvestres (Msellemu et al., 2024).

Msellemu et al. (2024), en una revisión sobre exposición ocupacional a vectores, identificaron a los trabajadores que realizan actividades al aire libre como una población vulnerable a enfermedades transmitidas por insectos. La duración del trabajo en exteriores, el horario de exposición, la proximidad a vegetación y las condiciones de alojamiento pueden modificar la frecuencia de contacto con los vectores de leishmaniosis (Msellemu et al., 2024).

Lana et al. (2021) estudiaron factores asociados con leishmaniosis cutánea en una región forestal de gran altitud en Perú y encontraron relación con ambientes rurales y actividades desarrolladas cerca de áreas intervenidas o boscosas. Los resultados muestran que la transmisión no se limita a espacios selváticos distantes, debido a que los cambios del paisaje pueden acercar a los flebotominos a viviendas, áreas productivas y lugares de trabajo (Lana et al., 2021).

Yimer et al. (2024) evaluaron trabajadores migrantes en una zona endémica del noroeste de Etiopía y determinaron que más del 80 % ya presentaba anticuerpos contra la saliva de flebotominos en la primera evaluación. Estos anticuerpos no diagnostican leishmaniosis, pero sirven como indicadores de contacto reciente con el vector y evidencian la exposición que puede ocurrir durante actividades laborales y estancias temporales en zonas endémicas (Yimer et al., 2024).

Li et al. (2025) estimaron que en 2021 la tasa mundial estandarizada de años de vida ajustados por discapacidad asociados con leishmaniosis fue de 10,27 por cada 100,000 habitantes. Los autores también identificaron diferencias vinculadas con factores ambientales y ocupacionales, lo que respalda la protección de personas que desarrollan actividades al aire libre en zonas endémicas (Li et al., 2025).

Entre las medidas de prevención aplicables se encuentran el uso de ropa que cubra brazos y piernas, repelentes autorizados, mosquiteros, mallas, reducción de materia orgánica acumulada, manejo de vegetación y mejoramiento de las áreas de descanso. Berhe et al. (2022) destacaron que la aceptación de estas medidas depende de que los trabajadores reconozcan su vulnerabilidad frente a la picadura y dispongan de recursos de protección adaptados a sus condiciones laborales (Berhe et al., 2022).

7.7.3. Movilización animal y vigilancia sanitaria

La movilización de bovinos entre fincas, ferias, centros de comercialización y zonas geográficas puede trasladar animales expuestos o infectados. Sin embargo, la presencia de anticuerpos o ADN parasitario en un bovino transportado no demuestra que el animal sea capaz de originar nuevos ciclos de transmisión. Para que exista esa posibilidad también deben encontrarse vectores competentes y el bovino debe mantener parásitos viables en tejidos accesibles para su alimentación (Maia-Elkhoury et al., 2021).

El aumento de la movilidad humana y animal, los cambios en el uso del suelo y la expansión de los vectores pueden modificar la distribución de las enfermedades transmitidas por flebotominos. Maia-Elkhoury et al. (2021) identificaron la interacción entre variables ambientales y socioeconómicas como un elemento importante para determinar áreas de riesgo de leishmaniosis cutánea en América Latina. Esto indica que el lugar de procedencia y destino de los animales debe interpretarse conjuntamente con las condiciones ecológicas de cada territorio (Maia-Elkhoury et al., 2021).

La vigilancia de bovinos movilizados desde zonas endémicas podría registrar procedencia, fecha de movilización, permanencia en el lugar de origen, hallazgos clínicos, resultados serológicos o moleculares y condiciones vectoriales del destino. Estos datos permitirían utilizar al ganado como indicador territorial de exposición sin clasificarlo automáticamente como fuente de infección (Maia-Elkhoury et al., 2021).

Geto et al. (2024), al revisar factores relacionados con leishmaniosis visceral humana en África oriental, identificaron asociaciones con las condiciones ambientales, ocupación, tenencia de animales y presencia de bovinos y perros. Estas asociaciones no prueban que el ganado

transmita el parásito; muestran que la producción animal forma parte de paisajes en los que coinciden personas, hospedadores y vectores (Geto et al., 2024).

Ciss et al. (2023) demostraron que las redes de movilización de bovinos y pequeños rumiantes cambian durante el año y pueden conectar territorios distantes. Mediante el análisis temporal de certificados sanitarios identificaron lugares potenciales para vigilancia centinela. Aunque el estudio se enfocó en enfermedades pecuarias transmisibles en general, su metodología es útil para registrar la procedencia de bovinos expuestos en zonas endémicas (Ciss et al., n.d.).

Por lo tanto, no se justifica imponer restricciones comerciales a bovinos únicamente por serología positiva mientras no exista evidencia de infectividad y disposiciones sanitarias específicas. La medida más prudente es fortalecer la trazabilidad, registrar el origen geográfico, vigilar vectores y efectuar seguimiento epidemiológico cuando los animales procedan de focos reconocidos (Ciss et al., n.d.).

7.7.4. Cadena de valor bovina

La cadena de valor bovina comprende la producción primaria, movilización, comercialización, procesamiento y distribución de leche, carne y otros productos. La leishmaniosis podría generar efectos indirectos en estos componentes mediante gastos de diagnóstico, vigilancia, control de vectores, atención de lesiones, capacitación del personal y adecuación de instalaciones. No obstante, actualmente no existen estimaciones suficientes para asignar una pérdida monetaria específica a la leishmaniosis bovina.

Junkes et al. (2024) señalaron que los trabajadores del sector agropecuario se encuentran expuestos a riesgos biológicos, físicos, químicos, ergonómicos y accidentales. La incorporación de medidas contra flebotominos puede aumentar temporalmente los gastos de manejo, pero también forma parte de la protección ocupacional y de la prevención de enfermedades vectoriales en las unidades productivas (Junkes, Matos, Matias, Lermen, Patriarca, Siqueira, & Lenzi, 2024).

Balaska et al. (2021) identificaron la aplicación de insecticidas residuales y el uso de materiales tratados como estrategias frecuentes para controlar flebotominos. También advirtieron que la dependencia continua de insecticidas puede favorecer resistencia vectorial. En las explotaciones bovinas, el control debe combinar limpieza, manejo de residuos orgánicos,

reducción de refugios, vigilancia entomológica y utilización racional de productos químicos (Balaska et al., 2021).

Tiffin et al. (2025) señalaron que el crecimiento e intensificación de la producción pecuaria pueden aumentar las interfaces entre animales, personas y artrópodos vectores. Por ello, la prevención en la cadena bovina debe incluir diseño adecuado de instalaciones, manejo de camas y excretas, control de humedad, disminución de materia orgánica y protección del personal durante los horarios de mayor actividad vectorial (Tiffin et al., 2025).

En términos comerciales, una sospecha sanitaria puede ocasionar costos por pruebas diagnósticas, retraso de movilizaciones, atención veterinaria o percepción de riesgo. Sin embargo, no debe afirmarse que la leishmaniosis reduce la inocuidad de la leche o carne ni que ocasiona pérdidas comerciales demostradas sin información específica. La interpretación correcta es que puede generar exigencias indirectas de vigilancia y bioseguridad dentro de una estrategia de Una Salud (Tiffin et al., 2025).

Tabla 8.

Relación entre Leishmaniosis bovina, salud pública y cadenas de valor

Componente	Relación con el tema	Implicación para Una Salud
Inocuidad alimentaria	La leishmaniosis no se considera una enfermedad transmitida mediante el consumo de carne o leche bovina	Evita sobredimensionar el riesgo alimentario y orienta la prevención hacia el vector y el ambiente
Salud ocupacional	Los trabajadores pueden exponerse a flebotominos durante actividades realizadas en corrales, potreros, establos y viviendas rurales	Conecta la salud de los trabajadores con la presencia del vector, los hospedadores animales y las condiciones ambientales
Ambiente productivo	La acumulación de materia orgánica, humedad, vegetación, residuos y refugios puede favorecer la permanencia de flebotominos	Vincula las prácticas de manejo ganadero con la ecología vectorial y la prevención ambiental

Movilización bovina	El traslado de animales positivos puede reflejar exposición previa en una zona endémica, pero no demuestra transmisión por el bovino	Requiere trazabilidad, registro de procedencia y vigilancia territorial de animales, vectores y casos
Costos productivos	Las pruebas diagnósticas, vigilancia epidemiológica, atención de lesiones, capacitación y control vectorial pueden incrementar los gastos sanitarios	Relaciona la prevención de la enfermedad con la rentabilidad, la bioseguridad y la gestión de la explotación
Certificación sanitaria	La vigilancia podría formar parte de programas sanitarios o requisitos territoriales cuando la autoridad competente lo establezca	Relaciona la sanidad animal con la trazabilidad y el acceso a determinadas cadenas de comercialización, sin asumir restricciones actualmente inexistentes
Percepción del riesgo	La interpretación equivocada de la enfermedad puede generar temor frente al consumo de productos bovinos o a la presencia de animales positivos	Requiere comunicación sanitaria clara para diferenciar exposición vectorial, infección animal y transmisión alimentaria
Vigilancia intersectorial	La detección de bovinos positivos puede complementar la información sobre vectores, perros, fauna silvestre y casos humanos	Favorece la coordinación entre salud pública, servicios veterinarios, productores y autoridades ambientales

Nota. La leishmaniosis se transmite principalmente mediante la picadura de flebotominos infectados y no se reconoce como una enfermedad adquirida por el consumo de carne o leche. La seropositividad o detección molecular en bovinos puede utilizarse como información epidemiológica territorial, pero no confirma que el animal transmita el parásito. Los costos y requisitos de certificación se presentan como efectos potenciales, porque no existen estimaciones económicas bovinas ni exigencias comerciales universales específicas para esta enfermedad. Elaboración propia con base en (Balaska et al., 2021; Berhe et al., 2022; Center fro Disease and Prevention, 2025; Geto et al., 2024; Hong et al., 2020b; Junkes, Matos, Matias, Lermen, Patriarca, Siqueira, & Lenzi, 2024; Lana et al., 2021; Msellemu et al., 2024; Tiffin et al., 2025; Yimer et al., 2024).

7.8. Vigilancia integrada y criterios de decisión sanitaria

7.8.1. Vigilancia integrada animal-vector-humano

La vigilancia integrada animal-vector-humano consiste en reunir y analizar información procedente de animales domésticos y silvestres, flebotominos, casos humanos y variables ambientales. La Organización Panamericana de la Salud señala que el fortalecimiento de la vigilancia de las leishmaniosis debe comprender diagnóstico, tratamiento, prevención y control, junto con actividades clínicas, epidemiológicas, entomológicas y de laboratorio. Este enfoque permite identificar focos de transmisión y seleccionar medidas adaptadas a cada territorio (Salomón & Quintana, 2022).

Salomón y Quintana (2022) propusieron un modelo de vigilancia vectorial integrada para las leishmaniosis cutánea y visceral en América. Para la forma cutánea plantearon una red de alerta basada en modificaciones ambientales y áreas de transición entre bosque, producción y asentamientos humanos. Para la leishmaniosis visceral propusieron seleccionar lugares críticos mediante información geográfica, conocimiento local y colocación focalizada de trampas, con el propósito de concentrar los recursos en las zonas con mayor probabilidad de presencia vectorial (Salomón & Quintana, 2022).

La vigilancia animal en fincas bovinas debería registrar especie, edad, raza, procedencia, signos clínicos, condición corporal, resultados serológicos y moleculares, tipo de muestra y fecha de evaluación. En los bovinos positivos también resulta importante realizar seguimiento temporal para determinar si los anticuerpos o el ADN parasitario persisten. Los perros y otros animales domésticos deben incorporarse cuando formen parte del mismo ambiente epidemiológico, debido a que su positividad puede aportar información complementaria sobre la circulación local (Salomón & Quintana, 2022).

La vigilancia entomológica debe identificar la especie de flebotomino, abundancia, distribución estacional, proporción de hembras, infección por Leishmania spp. y origen de la sangre ingerida. Plesko et al. (2025) explicaron que la selección del método de captura depende del objetivo del estudio, pues las trampas de luz, trampas adhesivas, aspiradores y otros procedimientos presentan diferente capacidad para recuperar especies y estados fisiológicos. Por

esta razón, el método y el esfuerzo de muestreo deben registrarse para comparar los resultados entre localidades y periodos (Plesko et al., 2025).

Díaz-Sáez et al. (2022) evaluaron flebotominos en los alrededores de casos humanos tratados y demostraron la utilidad de combinar identificación de especies, densidad vectorial y características del entorno. Estos datos permiten establecer si la positividad encontrada en animales coincide con vectores capaces de mantener la transmisión o si representa únicamente una exposición sin conexión entomológica demostrada (Díaz-Sáez et al., 2022).

Jibowu et al. (2025), en una revisión de alcance realizada en Texas, analizaron conjuntamente casos humanos, animales domésticos, reservorios, vectores y factores ambientales. De los 22 estudios incluidos, predominaban los informes clínicos, mientras que la información que conectaba simultáneamente varios componentes era limitada. Los autores destacaron que la fragmentación de los datos dificulta reconocer cambios en la distribución del parásito y orientar las intervenciones sanitarias (Jibowu et al., 2025).

En los entornos bovinos, la vigilancia integrada debe relacionar cinco componentes: positividad animal, presencia del vector competente, detección del parásito en flebotominos, registro de casos humanos o caninos y condiciones ambientales favorables. La coincidencia espacial y temporal de estos elementos proporciona mayor evidencia de circulación local que cualquiera de ellos evaluado de manera aislada (Jibowu et al., 2025).

7.8.2. Control vectorial en entornos ganaderos

El control vectorial integrado combina vigilancia entomológica, manejo ambiental, protección personal y utilización racional de insecticidas. Su finalidad es disminuir la abundancia de flebotominos y reducir el contacto entre los vectores, los trabajadores y los animales. Las medidas deben seleccionarse según las especies presentes, su comportamiento, los lugares de reposo y las temporadas de mayor actividad (Salomón & Quintana, 2022).

Los flebotominos necesitan microambientes protegidos, húmedos y con materia orgánica para completar sus etapas inmaduras. Salomón y Quintana (2022) señalaron que estos insectos pueden desarrollarse en lugares sombreados, húmedos, ricos en materia orgánica y sin inundación permanente. En una finca, estas condiciones pueden presentarse en acumulaciones de estiércol,

camas húmedas, grietas, residuos vegetales, bordes de corrales y sectores próximos a vegetación densa (Salomón & Quintana, 2022).

El manejo ambiental debe incluir limpieza periódica, retiro o tratamiento adecuado del estiércol, reducción de humedad, eliminación de residuos orgánicos, reparación de grietas, poda de vegetación próxima y mantenimiento de los espacios de descanso. Estas acciones deben realizarse de manera sostenida, porque una limpieza ocasional no modifica permanentemente las condiciones que favorecen la presencia vectorial (Salomón & Quintana, 2022).

La Organización Panamericana de la Salud recomienda que el manejo integrado de vectores se base en información epidemiológica y entomológica para utilizar los recursos de manera eficiente y reducir impactos ambientales. En los sistemas bovinos, esto significa que la aplicación de insecticidas no debería realizarse indiscriminadamente, sino después de identificar las áreas y temporadas con mayor abundancia de flebotominos. Garlapati et al. (2021) analizaron estrategias sostenibles para el control de *Phlebotomus argentipes* y señalaron que los flebotominos pueden alimentarse al aire libre y posteriormente refugiarse en viviendas o establos. Este comportamiento muestra que el rociado intradomiciliario puede ser insuficiente cuando no se consideran corrales, refugios animales y áreas exteriores utilizadas por el vector (Garlapati et al., 2021).

Badkoubi et al. (2025) indicaron que las estrategias frente a la leishmaniosis deben integrar medidas dirigidas al ambiente, los animales, los vectores y la población humana. Entre las intervenciones se encuentran la reducción de criaderos y refugios, las barreras físicas, los mosquiteros, la protección personal y el control químico focalizado. Su aplicación debe adaptarse a la ecología vectorial de cada región (Badkoubi et al., 2025).

En los trabajadores ganaderos se recomienda utilizar ropa que cubra brazos y piernas, repelentes autorizados, mallas de abertura pequeña y espacios de descanso protegidos, especialmente durante el anochecer y la noche. En los animales, las medidas deben concentrarse inicialmente en reducir la exposición al vector y mejorar el entorno; no existe evidencia suficiente para recomendar tratamientos preventivos específicos contra Leishmania spp. en bovinos. Pradella et al. (2021) evaluaron factores ambientales asociados con infección por *Leishmania* en animales de una región rural de Brasil. Mantener una higiene adecuada se relacionó con una reducción

aproximada del 70 % en la probabilidad de infección, mientras que conservar el pasto recortado mostró una protección superior al 90 %. Aunque el estudio no se limitó a bovinos, respalda el manejo ambiental en las unidades productivas (Pradella et al., 2021).

7.8.3. Criterios para prevenir sobre el ganad bovino

La decisión de intervenir directamente sobre el bovino debe depender del nivel de evidencia disponible. Un resultado serológico positivo solo demuestra exposición inmunológica y puede justificar seguimiento o vigilancia ambiental. Una PCR positiva confirma presencia de material genético, pero tampoco demuestra que el parásito esté vivo, persista en el animal o pueda transmitirse a los flebotominos.

Dachraoui et al. (2023) señalaron que el xenodiagnóstico constituye el procedimiento más preciso para determinar si un hospedador infectado transmite Leishmania al vector. La carga parasitaria, especialmente en la piel, puede aumentar la probabilidad epidemiológica, pero la demostración directa ocurre cuando los flebotominos adquieren la infección después de alimentarse del animal (Dachraoui et al., 2023).

La primera respuesta frente a un bovino seropositivo debería comprender confirmación diagnóstica, evaluación clínica, registro del lugar de procedencia y vigilancia de vectores. Cuando la PCR sea positiva, se debería repetir el muestreo y, cuando sea posible, analizar piel y sangre, cuantificar la carga parasitaria e identificar la especie de Leishmania. Estas actividades permiten diferenciar una exposición pasada de una infección persistente (Dachraoui et al., 2023).

No se justifica aislar, tratar, sacrificar o restringir la movilización de bovinos únicamente por una prueba serológica o molecular positiva, salvo que exista una disposición oficial específica o riesgo demostrado. Estas medidas tendrían consecuencias económicas y de bienestar animal y, actualmente, no están respaldadas por evidencia suficiente de competencia reservorial bovina. Una intervención directa tendría mayor fundamento si se demuestra conjuntamente infección persistente, carga parasitaria elevada en tejidos accesibles, alimentación frecuente de flebotominos sobre bovinos, infección del vector después de alimentarse del animal y asociación espacial y temporal con casos. Incluso en ese escenario, la decisión debería ser evaluada por autoridades veterinarias, de salud pública y ambientales (Dachraoui et al., 2023).

Cuando solo se documente exposición, el papel más útil del ganado será el de centinela epidemiológico. Los bovinos positivos pueden indicar que existen flebotominos y circulación parasitaria en el entorno productivo, permitiendo priorizar captura de vectores, vigilancia de perros, búsqueda de casos humanos, mejoramiento ambiental y protección de trabajadores sin atribuir al ganado una función de reservorio no demostrada (Dachraoui et al., 2023).

Tabla 9.

Criterios para decidir el papel del bovino en vigilancia y control

Situación observada	Interpretación epidemiológica	Acción recomendada
Bovinos seropositivos sin presencia confirmada de flebotominos	Evidencia de exposición inmunológica, pero información insuficiente sobre el lugar y momento de transmisión	Confirmar los resultados, revisar la procedencia de los animales y ampliar la vigilancia entomológica y ambiental
Bovinos positivos y flebotominos presentes	Posible circulación del parásito en el entorno ganadero, sin confirmación del papel transmisor del bovino	Integrar vigilancia de bovinos, vectores, perros, fauna silvestre, trabajadores y casos humanos
Flebotominos con sangre bovina	Demostración de que los bovinos son utilizados como fuente de alimentación vectorial	Determinar especies, abundancia y estacionalidad de flebotominos y comparar la utilización de hospedadores alternativos
Flebotominos infectados capturados en corrales	Evidencia de circulación parasitaria y riesgo potencial de transmisión local	Identificar la especie de *Leishmania*, fortalecer el control vectorial y vigilar animales y trabajadores expuestos
Bovinos con carga parasitaria cutánea elevada	Mayor plausibilidad de que el parásito esté disponible para los flebotominos durante la alimentación	Repetir la cuantificación, evaluar persistencia y realizar estudios de infectividad cuando sean técnica y éticamente posibles

Xenodiagnóstico positivo en bovinos	Evidencia directa de transmisión del parásito desde el bovino hacia el flebotomino y probable competencia reservorial	Confirmar la reproducibilidad del hallazgo y evaluar medidas específicas mediante decisión conjunta de las autoridades sanitarias
Persistencia de la infección e infectividad repetidamente demostrada	Evidencia sólida de participación del bovino en el mantenimiento del ciclo local	Clasificar el riesgo epidemiológico y diseñar intervenciones proporcionales que consideren bienestar animal, eficacia y consecuencias productivas
Perros positivos en el mismo entorno	Presencia de un hospedador reconocido como reservorio de *L. infantum* en ciclos zoonóticos	Priorizar vigilancia, prevención de picaduras, diagnóstico y manejo sanitario de perros, junto con el control de vectores
Casos humanos cercanos a unidades ganaderas	Posible interfaz activa entre personas, animales, vectores y ambiente	Realizar una investigación epidemiológica integrada con georreferenciación, búsqueda de casos y vigilancia entomológica focal
Bovinos positivos sin infectividad demostrada	Posible función como hospedadores expuestos, incidentales o centinelas	Utilizar la información para vigilancia territorial sin aplicar sacrificio, tratamiento o restricciones injustificadas

Nota. La seropositividad bovina demuestra exposición y la PCR evidencia material genético, pero ninguna confirma por sí sola competencia reservorial. La identificación de sangre bovina en flebotominos demuestra contacto alimentario, mientras que el xenodiagnóstico positivo aporta evidencia directa de infectividad. Las intervenciones sobre bovinos deben ser proporcionales al nivel de evidencia y no deben basarse únicamente en resultados serológicos o moleculares aislados. Elaboración propia con base en (Badkoubi et al., 2025; Dachraoui et al., 2023; Díaz-Sáez et al., 2022; Jibowu et al., 2025; PAHO, 2024; Plesko et al., 2025; Salomón & Quintana, 2022).

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS

8.1. Preguntas científicas (una por cada objetivo específico)

P1 (objetivo 1 - roles epidemiológicos): La evidencia disponible sobre carga parasitaria e infectividad a flebotominos en ganado bovino es insuficiente para clasificarlo como reservorio

competente de Leishmania spp., siendo más consistente con los criterios de hospedador incidental o centinela epidemiológico.

P2 (objetivo 2 - evidencia diagnóstica y entomológica): La mayor parte de la evidencia publicada sobre Leishmania spp. en ganado bovino corresponde a estudios serológicos y moleculares que demuestran exposición e infección, pero no a estudios de infectividad (xenodiagnóstico) que confirmen transmisión activa al vector.

P3 (objetivo 3 - impacto productivo): La leishmaniosis bovina se asocia con efectos clínicos y subclínicos medibles sobre la condición corporal, la presencia de lesiones y el desempeño productivo, aunque la evidencia disponible sobre su magnitud es aún limitada y heterogénea.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

La presente investigación corresponde a una revisión bibliográfica estructurada con aproximación sistemática y síntesis narrativa, orientada a analizar la evidencia científica publicada entre 2020 y 2025 sobre el rol epidemiológico del ganado bovino frente a Leishmania spp. en zonas endémicas, así como sus implicaciones productivas, sanitarias y de bienestar desde el enfoque One Health. Esta denominación se utiliza porque el estudio incorpora procedimientos organizados de búsqueda, selección, depuración, extracción y síntesis de información, pero no cumple todos los requisitos de una revisión sistemática estricta, como el registro previo de protocolo, la evaluación formal del riesgo de sesgo con herramientas estandarizadas o el metaanálisis.

La metodología mantiene la estructura general del documento original, donde la revisión se organiza en cinco fases: delimitación del alcance, búsqueda bibliográfica estructurada, gestión de referencias y depuración, selección de estudios, y extracción, organización y síntesis de la evidencia científica. Para mejorar la claridad ante los revisores, cada fase se describe de forma ampliada y se vincula con matrices metodológicas presentadas como anexos, las cuales documentan la trazabilidad del proceso de revisión.

9.1. Tipo de revisión y justificación metodológica

Una revisión sistemática es una investigación secundaria que utiliza métodos explícitos, previamente definidos y reproducibles para identificar, seleccionar, evaluar y sintetizar la evidencia disponible sobre una pregunta de investigación concreta. En sentido estricto, este tipo de revisión suele incluir un protocolo previo, estrategias de búsqueda exhaustivas, criterios explícitos de elegibilidad, evaluación del riesgo de sesgo y, cuando los estudios son comparables, síntesis cuantitativa mediante metaanálisis.

En contraste, una revisión narrativa simple describe un tema de manera general y flexible, sin que necesariamente se detallen las bases consultadas, las cadenas de búsqueda, los operadores booleanos, los criterios de inclusión y exclusión o el proceso de extracción de datos. El presente trabajo no se limita a una revisión narrativa simple, porque emplea una pregunta estructurada, bases de datos definidas, búsqueda concatenada, operadores booleanos, criterios explícitos y matrices de registro.

Por esta razón, la denominación metodológica más adecuada es revisión bibliográfica estructurada con aproximación sistemática y síntesis narrativa. Esta categoría permite reconocer que el trabajo aplica elementos de una revisión sistemática, pero evita clasificarlo de manera inadecuada como revisión sistemática estricta. La síntesis se mantiene narrativa debido a la heterogeneidad de los estudios incluidos en cuanto a diseño, especies evaluadas, métodos diagnósticos, regiones geográficas, datos entomológicos e indicadores productivos.

Tabla 10.

Diferenciación metodológica del tipo de revisión empleada

Tipo de revisión	Características principales	Aplicación en este estudio
Revisión narrativa simple	Describe un tema de forma amplia, sin detallar necesariamente una estrategia reproducible de búsqueda y selección.	No corresponde completamente, porque este estudio sí emplea búsqueda estructurada, criterios de selección y matrices de extracción.

Revisión sistemática estricta	Utiliza protocolo previo, búsqueda exhaustiva, selección reproducible, evaluación formal de riesgo de sesgo y posible metaanálisis.	No corresponde totalmente, porque no se realizó registro previo, evaluación formal del riesgo de sesgo ni metaanálisis.
Revisión bibliográfica estructurada con aproximación sistemática	Aplica pregunta estructurada, búsqueda organizada, criterios explícitos, matrices de extracción y síntesis narrativa.	Corresponde a la metodología empleada en esta investigación.

Nota. Elaboración propia con base en guías metodológicas para revisiones de evidencia y selección del tipo de revisión.

9.2. Diferencia entre estudios primarios y estudios secundarios

Durante la revisión se consideraron estudios primarios y secundarios, debido a que el tema combina evidencia epidemiológica, diagnóstica, entomológica, productiva, normativa y de salud pública.

Los estudios primarios son investigaciones originales en las que los autores recolectan y analizan datos directamente. En esta revisión incluyen estudios transversales, estudios epidemiológicos, investigaciones moleculares, estudios serológicos, estudios entomológicos, investigaciones observacionales, análisis de fuentes de sangre de flebotominos y estudios experimentales sobre transmisión o diagnóstico.

Los estudios secundarios son documentos que sintetizan información previamente publicada. Incluyen revisiones narrativas, revisiones científicas, revisiones sistemáticas, revisiones de alcance, documentos técnicos, fichas epidemiológicas y lineamientos de organismos internacionales. En este trabajo fueron útiles para fundamentar conceptos como One Health, reservorio competente, vigilancia integrada, control zoonótico y criterios de interpretación epidemiológica.

9.3. Delimitación del alcance mediante estrategia PECO

La revisión se estructuró mediante la estrategia PECO, que organiza la pregunta de investigación en cuatro componentes: población, exposición, comparación y resultado. Este

recurso permite delimitar el alcance del estudio y evitar que la búsqueda se disperse hacia especies, enfermedades o desenlaces no relacionados con los objetivos.

9.3.1. Población

La población de interés estuvo constituida por ganado bovino en zonas endémicas o potencialmente endémicas para leishmaniosis. De forma complementaria, se consideraron otros hospedadores domésticos o silvestres, flebotominos y población humana cuando aportaban información necesaria para interpretar el ciclo epidemiológico bajo el enfoque One Health.

9.3.2. Exposición

La exposición principal fue la evidencia de contacto, infección o interacción epidemiológica del ganado bovino con Leishmania spp. y flebotominos vectores. Se consideraron datos serológicos, moleculares, parasitológicos, entomológicos y ambientales.

9.3.3. Comparación

La comparación se estableció entre posibles roles epidemiológicos del bovino: reservorio competente, hospedador incidental, hospedador espurio, especie centinela o fuente de alimentación vectorial. También se comparó la evidencia bovina frente a hospedadores de referencia, especialmente perros, debido a su papel reconocido en la leishmaniosis visceral zoonótica por Leishmania infantum.

9.3.4. Resultados

Los resultados de interés fueron el rol epidemiológico del ganado bovino, la evidencia de exposición e infección por Leishmania spp., los métodos diagnósticos utilizados, la información entomológica disponible, los posibles efectos clínicos y subclínicos, el impacto productivo y de bienestar, y las implicaciones para vigilancia, control y toma de decisiones desde el enfoque One Health.

Tabla 11.

Aplicación de la estrategia PECO en la revisión

Componente	Definición metodológica	Aplicación al estudio
Población	Ganado bovino en zonas endémicas o con evidencia de exposición a Leishmania spp.	Especie animal, país, sistema productivo, tipo de población, presencia de otros hospedadores.
Exposición	Exposición o infección por Leishmania spp. e interacción con flebotominos.	Serología, reacción en cadena de la polimerasa, cultivo, xenodiagnosis, carga parasitaria, fuentes de sangre del vector.
Comparación	Rol del bovino frente a reservorios competentes, hospedadores incidentales, centinelas y fuentes de alimentación vectorial.	Criterios de reservorio, evidencia de infectividad, comparación con perros y otros hospedadores.
Resultado	Rol epidemiológico, impacto productivo, bienestar e implicaciones One Health.	Clasificación epidemiológica, lesiones, condición corporal, desempeño, costos indirectos, vigilancia y control.

Nota. Elaboración propia con base en el esquema PECO y en guías de formulación de preguntas para revisiones de evidencia.

9.4. Pregunta orientadora de la revisión

A partir de la estrategia PECO, la pregunta orientadora fue: ¿qué evidencia científica publicada entre 2020 y 2025 existe sobre el rol epidemiológico del ganado bovino frente a Leishmania spp. en zonas endémicas, y qué implicaciones tiene para la productividad, el bienestar y la vigilancia bajo el enfoque One Health?

Esta pregunta permitió ordenar la revisión en tres ejes: primero, la delimitación conceptual del bovino como reservorio competente, hospedador incidental o centinela; segundo, la síntesis de la evidencia diagnóstica y entomológica; y tercero, la descripción del impacto productivo y de bienestar asociado a la leishmaniosis bovina.

9.5. Fuentes de información y bases de datos consultadas

La búsqueda bibliográfica se realizó entre mayo y julio de 2026, tomando como ventana de publicación principal el periodo 2020-2025. Se consultaron bases de datos científicas, motores académicos, repositorios regionales, revistas especializadas y documentos técnicos de organismos nacionales e internacionales. La matriz de búsqueda bibliográfica se registra como Anexo 1.

9.5.1. PubMed

PubMed fue empleada por su cobertura biomédica y su utilidad para localizar investigaciones sobre leishmaniosis, diagnóstico molecular, epidemiología, salud pública, zoonosis, vectores y enfoque One Health. Esta base permitió recuperar estudios primarios y revisiones científicas relacionadas con Leishmania spp. y hospedadores animales.

9.5.2. Scopus y Web of Science

Scopus y Web of Science se utilizaron por su cobertura multidisciplinaria e indexación de literatura científica internacional. Estas bases fueron útiles para identificar estudios sobre ecología vectorial, vigilancia epidemiológica, hospedadores alternativos, producción animal, salud pública y análisis One Health.

9.5.3. ScienceDirect, SpringerLink, Frontiers, MDPI y PLOS Neglected Tropical Diseases

Estas plataformas se emplearon para localizar artículos recientes en parasitología, medicina veterinaria, enfermedades tropicales, producción animal, ecología de vectores y salud pública. PLOS Neglected Tropical Diseases fue especialmente relevante por su enfoque en enfermedades tropicales desatendidas, entre ellas la leishmaniosis.

9.5.4. Google Scholar

Google Scholar se utilizó como motor académico complementario para ampliar la recuperación de documentos, identificar literatura gris, tesis, repositorios institucionales y documentos técnicos que podrían no aparecer en las bases indexadas principales. Debido a su alto volumen de resultados, se priorizaron documentos con pertinencia directa, texto completo y respaldo institucional o científico.

9.5.5. SciELO y Redalyc

SciELO y Redalyc permitieron recuperar literatura regional en español y portugués, especialmente estudios desarrollados en América Latina sobre leishmaniosis, epidemiología, salud pública veterinaria, vigilancia, zoonosis y producción pecuaria.

9.5.6. Organismos técnicos y normativos

Se incluyeron documentos de la Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, World Organisation for Animal Health, Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, Ministerio de Salud Pública del Ecuador e Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estos documentos permitieron contextualizar el problema desde vigilancia, control vectorial, One Health, movilización animal, certificación sanitaria y salud pública.

9.6. Estrategia de búsqueda bibliográfica

La estrategia de búsqueda se construyó mediante bloques conceptuales relacionados con la población, exposición, comparación y resultado. Las palabras clave se combinaron en español e inglés para ampliar la recuperación de evidencia internacional y regional. Las búsquedas se registraron en el Anexo 1, incluyendo base consultada, fecha, cadena de búsqueda, idioma y número de resultados.

9.6.1. Bloque de población

cattle, bovine, bovines, livestock, ruminants, dairy cattle, beef cattle, ganado bovino, bovinos, rumiantes domésticos, ganadería bovina.

9.6.2. Bloque de exposición

Leishmania, Leishmania spp., Leishmania infantum, Leishmania donovani, Leishmania braziliensis, Leishmania mexicana, leishmaniasis, leishmaniosis, infección, exposición, seroprevalencia.

9.6.3. *Bloque de comparación epidemiológica*

Reservoir, reservoir competence, competent reservoir, incidental host, sentinel host, host competence, blood meal source, hospedador incidental, reservorio competente, centinela epidemiológico, fuente de sangre vectorial.

9.6.4. Bloque diagnóstico y entomológico

ELISA, IFAT, serology, polymerase chain reaction, PCR, culture, xenodiagnosis, parasitic load, qPCR, sand flies, phlebotomine sand flies, Lutzomyia, Phlebotomus, vector ecology, blood meal, flebotominos, xenodiagnóstico, carga parasitaria.

9.6.5. Bloque One Health e impacto productive

One Health, public health, zoonosis, epidemiology, surveillance, vector control, livestock productivity, animal welfare, body condition, skin lesions, occupational risk, Una Salud, salud pública, vigilancia epidemiológica, bienestar animal, impacto productivo.

9.7. Operadores booleanos utilizados

Los operadores booleanos permitieron combinar términos de búsqueda de manera lógica. El operador AND se utilizó para unir conceptos diferentes y obtener documentos que contuvieran simultáneamente los términos seleccionados. Por ejemplo: "Leishmania" AND cattle AND "One Health".

El operador OR se utilizó para agrupar sinónimos o términos equivalentes, ampliando la búsqueda. Por ejemplo: cattle OR bovine OR livestock. El uso de OR fue especialmente útil porque la literatura puede referirse al ganado bovino con diferentes términos en inglés y español.

El operador NOT se empleó de manera limitada, solo cuando fue necesario excluir temas claramente no pertinentes, porque su uso excesivo puede eliminar documentos relevantes. Las comillas se utilizaron para localizar frases exactas, como "reservoir competence" o "blood meal sources". Los paréntesis permitieron construir cadenas concatenadas más complejas, por ejemplo: ("Leishmania" OR "Leishmaniasis") AND (cattle OR bovine OR livestock) AND (reservoir OR sentinel OR "blood meal").

Tabla 12.

Ejemplos de cadena de búsqueda aplicada

Eje de búsqueda	Cadena ejemplo	Propósito
Rol epidemiológico	("Leishmania" OR "Leishmaniasis") AND (cattle OR bovine) AND (reservoir OR "reservoir competence")	Identificar estudios sobre el posible papel del bovino como reservorio.
Diagnóstico bovino	("Leishmania spp." OR "Leishmania infantum") AND (cattle OR bovine) AND (ELISA OR PCR OR serology)	Recuperar evidencia de exposición o infección según método diagnóstico.
Entomología	("sand fly" OR "phlebotomine") AND (cattle OR livestock) AND ("blood meal" OR feeding)	Localizar estudios sobre alimentación de flebotominos en entornos ganaderos.
One Health	leishmaniasis AND livestock AND "One Health" AND surveillance	Identificar documentos que integren salud animal, humana y ambiental.
Impacto productivo	leishmaniasis AND cattle AND (productivity OR welfare OR "body condition" OR lesions)	Buscar evidencia sobre efectos clínicos, subclínicos y productivos.

Nota. Elaboración propia con base en el esquema PECO y en guías de formulación de preguntas para revisiones de evidencia.

9.8. Gestión de referencias y depuración documental

Las referencias recuperadas fueron organizadas mediante Mendeley Reference Manager, gestor bibliográfico que permitió almacenar documentos, identificar duplicados, clasificar registros por tema y facilitar la citación en estilo Vancouver. Esta fase se relaciona con la matriz de selección de estudios presentada como Anexo 2.

La depuración se realizó en tres pasos. Primero, se eliminaron registros duplicados procedentes de distintas bases. Segundo, se verificó la disponibilidad de texto completo, idioma y

fecha de publicación. Tercero, se descartaron documentos que no aportaban información directa sobre leishmaniosis, ganado bovino, hospedadores, flebotominos, vigilancia, productividad o enfoque One Health.

9.9. Selección de estudios

La selección de estudios se realizó en dos etapas. La primera correspondió al cribado por título y resumen, donde se identificaron documentos potencialmente pertinentes. Se excluyeron publicaciones centradas exclusivamente en población humana, perros, otras enfermedades parasitarias o temas sin relación con el rol epidemiológico del ganado bovino.

La segunda etapa consistió en la lectura de texto completo. En esta fase se evaluó si cada documento aportaba evidencia para responder al menos uno de los objetivos específicos. Las decisiones de inclusión y exclusión, junto con el motivo de cada decisión, se registraron en el Anexo 2.

Tabla 13.

Relación entre fases metodológicas y anexos

Fase metodológica	Anexo correspondiente	Contenido del anexo
Búsqueda bibliográfica estructurada	Anexo 1	Base consultada, fecha, cadena de búsqueda, idioma y número de resultados.
Selección de estudios	Anexo 2	Título, año, país, enfoque One Health, idioma, decisión de inclusión o exclusión y motivo.
Caracterización de documentos incluidos	Anexo 3	Autor, año, objetivo, tipo de estudio, población, lugar, método, variables, resultados y limitaciones.
Conceptos y métricas de competencia, evidencia diagnóstica y entomológica e impacto productivo y bienestar	Anexo 4	Definiciones operativas, evidencia mínima, métricas de competencia y limitaciones.
		Método diagnóstico, muestra, resultado, especie de Leishmania, datos de vector y fuente de sangre.

	Lesiones, condición corporal, desempeño, costos indirectos, interfaz One Health y vacíos de evidencia.

9.10. Criterios de inclusión

Se incluyeron documentos que cumplieron uno o más de los siguientes criterios:

- Publicaciones científicas o documentos técnicos publicados entre 2020 y 2025.
- Artículos en español o inglés con texto completo disponible.
- Estudios relacionados con leishmaniosis, Leishmania spp., ganado bovino, rumiantes domésticos, flebotominos o enfoque One Health.
- Investigaciones que aporten evidencia sobre exposición, infección, diagnóstico, seroprevalencia, reacción en cadena de la polimerasa, cultivo, xenodiagnosis, carga parasitaria o estudios entomológicos.
- Documentos que permitan interpretar el rol del bovino como reservorio competente, hospedador incidental, centinela epidemiológico o fuente de sangre vectorial.
- Estudios que reporten impacto clínico, subclínico, productivo, de bienestar, costos indirectos, riesgo ocupacional o vigilancia en sistemas ganaderos.
- Documentos oficiales de organismos nacionales o internacionales relacionados con vigilancia, control, One Health, movilización animal o certificación sanitaria.

9.11. Criterios de exclusión

Se excluyeron documentos que presentaron una o más de las siguientes condiciones:

- Publicaciones anteriores al año 2020, salvo documentos conceptuales o metodológicos indispensables para definir reservorio, vigilancia o One Health.
- Estudios sin relación con leishmaniosis, Leishmania spp., bovinos, vectores o enfoque One Health.
- Investigaciones centradas exclusivamente en población humana o canina sin aporte comparativo para el rol bovino.
- Estudios relacionados con otras enfermedades parasitarias sin conexión con Leishmania spp.

- Documentos duplicados.
- Resúmenes de congresos, notas de opinión, blogs o documentos divulgativos sin respaldo técnico suficiente.
- Publicaciones sin texto completo disponible o con información insuficiente para la matriz de extracción.

9.12. Extracción de información

La extracción de datos se realizó mediante matrices diseñadas de acuerdo con los objetivos específicos. Esta estrategia permitió ordenar la información, comparar resultados entre estudios y mantener trazabilidad entre la evidencia recuperada, el análisis y la discusión.

9.12.1. Datos generales extraídos

- Autor y año de publicación.
- País o región del estudio.
- Tipo de documento o diseño metodológico.
- Población o especie evaluada.
- Método diagnóstico o técnica utilizada.
- Variables principales.
- Resultados relevantes.
- Conclusiones de los autores.
- Limitaciones reportadas.
- Relación con el enfoque One Health.

9.12.2. Datos extraídos para el objetivo específico 1

Para delimitar reservorio competente, hospedador incidental y centinela, se extrajeron definiciones operativas, criterios mínimos de evidencia, presencia de carga parasitaria, persistencia de infección, infectividad a flebotominos, xenodiagnosis, participación como fuente de sangre y limitaciones de interpretación. Esta información se organizó en el Anexo 4.

9.12.3. Datos extraídos para el objetivo específico 2

Para sintetizar la evidencia de exposición e infección, se extrajo información sobre prueba diagnóstica, tipo de muestra, especie de Leishmania, resultado serológico, resultado molecular,

cultivo, fuente de sangre del vector, género o especie de flebotomino, contexto ganadero y datos ambientales. Esta información se organizó en el Anexo 4.

9.12.4. Datos extraídos para el objetivo específico 3

Para describir impacto productivo y bienestar, se registraron lesiones cutáneas, signos clínicos, condición corporal, desempeño productivo, costos indirectos, vigilancia, restricciones sanitarias, riesgo ocupacional, manejo de corrales e interfaces ganadería-peridomicilio-vector-ambiente. Esta información se organizó en el Anexo 4.

9.13. Organización de la evidencia

La evidencia se organizó en matrices metodológicas y de resultados. El Anexo 1 documenta la búsqueda bibliográfica; el Anexo 2 registra la selección de estudios; el Anexo 3 caracteriza los documentos incluidos; el Anexo 4 sintetiza conceptos y métricas de competencia, organiza la evidencia diagnóstica y entomológica; y resume el impacto productivo, bienestar e interfaces One Health.

Esta organización permitió evitar una presentación desordenada de resultados y facilitó la alineación entre pregunta de investigación, objetivos específicos, método de búsqueda, extracción de datos, análisis y conclusiones.

9.14. Síntesis de la evidencia

La síntesis fue narrativa debido a la heterogeneidad de los documentos incluidos. Los estudios difirieron en diseño, país, población, especie animal, tipo de muestra, método diagnóstico, información entomológica, desenlaces productivos y forma de interpretar el rol epidemiológico del bovino. Debido a esta variabilidad, no se realizó metaanálisis ni estimación combinada de prevalencia o efecto.

La síntesis narrativa permitió identificar patrones comunes, discrepancias y vacíos de conocimiento. En particular, permitió diferenciar exposición, infección e infectividad, tres conceptos esenciales para evitar clasificar al ganado bovino como reservorio competente sin evidencia suficiente.

9.15. Análisis según objetivos específicos

9.15.1. Análisis del objetivo específico 1

Para el primer objetivo se analizaron estudios conceptuales, revisiones y documentos que permitieron delimitar las categorías de reservorio competente, hospedador incidental y centinela. Se dio prioridad a la evidencia que diferenciaba positividad serológica, detección molecular, carga parasitaria e infectividad al vector. El análisis se apoyó en el Anexo 3.

9.15.2. Análisis del objetivo específico 2

Para el segundo objetivo se analizaron estudios que reportaban exposición o infección en bovinos mediante serología, reacción en cadena de la polimerasa, cultivo u otras técnicas. También se integraron estudios entomológicos sobre flebotominos, fuentes de sangre, densidad vectorial, infección del vector y microhábitats de corrales o establos. El análisis se apoyó en el Anexo 4.

9.15.3. Análisis del objetivo específico 3

Para el tercer objetivo se analizaron los datos sobre manifestaciones clínicas, lesiones cutáneas, condición corporal, desempeño, bienestar animal, costos indirectos, vigilancia sanitaria, riesgo ocupacional y cadenas de valor. Debido a que la evidencia productiva directa en bovinos es limitada, se diferenciaron los impactos demostrados de los impactos potenciales o indirectos. El análisis se apoyó en el Anexo 4.

9.16. Consideraciones sobre calidad y limitaciones metodológicas

No se aplicó una herramienta formal de evaluación del riesgo de sesgo, debido a que la investigación no se presentó como revisión sistemática estricta. Sin embargo, durante la selección y análisis se consideraron criterios básicos de calidad: claridad del objetivo, pertinencia de la población, descripción del método diagnóstico, disponibilidad de texto completo, coherencia entre resultados y conclusiones, y relación con los objetivos del estudio.

Las principales limitaciones metodológicas fueron la heterogeneidad de los estudios, la limitada disponibilidad de investigaciones longitudinales en bovinos, la escasez de xenodiagnosis, la falta de mediciones de carga parasitaria en piel, la variabilidad de pruebas diagnósticas y la limitada evidencia sobre impacto productivo directo. Estas limitaciones fueron consideradas al

momento de interpretar los resultados, evitando afirmar competencia reservorial cuando la evidencia solo demostraba exposición o infección

9.17. Consideraciones éticas

Al tratarse de una investigación secundaria basada en documentos publicados, no se trabajó con animales vivos, muestras biológicas, datos personales ni información confidencial. Por esta razón, no se requirió aprobación de un comité de ética para investigación con animales o seres humanos.

No obstante, se mantuvieron principios de integridad académica mediante citación adecuada de las fuentes, respeto a los derechos de autor, diferenciación entre evidencia científica e interpretación propia, y análisis prudente de las implicaciones sanitarias. Desde la perspectiva ética, se evitó recomendar intervenciones restrictivas sobre bovinos, como tratamientos masivos, sacrificio sanitario o limitaciones comerciales, cuando no existe evidencia suficiente de competencia como reservorio.

9.18. Alcance de la revisión

El alcance de esta revisión se limita a la evidencia publicada entre 2020 y 2025 sobre ganado bovino, Leishmania spp., flebotominos, rol epidemiológico, impacto productivo, bienestar, vigilancia e interfaces One Health. Se incluyeron documentos conceptuales previos solo cuando fueron necesarios para definir reservorio, competencia, vigilancia o enfoque One Health.

La finalidad no fue demostrar causalidad ni establecer una medida cuantitativa global, sino sintetizar críticamente la evidencia disponible y proponer una interpretación ordenada del rol epidemiológico del ganado bovino frente a la leishmaniosis.

9.19. Descripción general del proceso metodológico

El proceso metodológico se desarrolló en las siguientes fases:

- Delimitación del tema y formulación de la pregunta mediante estrategia PECO.
- Identificación de palabras clave en español e inglés.
- Construcción de cadenas de búsqueda con operadores booleanos.
- Consulta de bases de datos científicas, repositorios y organismos técnicos.

- Registro de resultados en la matriz de búsqueda bibliográfica, correspondiente al Anexo 1.
- Gestión de referencias en Mendeley Reference Manager.
- Eliminación de duplicados y depuración documental.
- Cribado por título y resumen.
- Revisión de texto completo.
- Aplicación de criterios de inclusión y exclusión, registrados en el Anexo 2.
- Caracterización de documentos incluidos, registrada en el Anexo 3.
- Extracción de información por objetivos específicos en los Anexos 4.
- Organización de resultados por tipo de evidencia.
- Síntesis narrativa bajo enfoque One Health.
- Redacción de resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados se organizaron de acuerdo con los tres objetivos específicos de la revisión y se presentan mediante tablas de síntesis elaboradas a partir de la evidencia seleccionada. La información se agrupó según el rol epidemiológico del ganado bovino, los métodos utilizados para demostrar exposición o infección por Leishmania spp., la evidencia entomológica disponible y las posibles implicaciones clínicas, productivas y de Una Salud. Esta organización permitió diferenciar los hallazgos respaldados por pruebas diagnósticas de aquellas interpretaciones que requieren evidencia adicional, especialmente carga parasitaria, persistencia de la infección e infectividad hacia los flebotominos.

10.1. Clasificación del rol epidemiológico del ganado bovino frente a *Leishmania spp.*

Para responder al primer objetivo específico, se sistematizó la evidencia relacionada con los conceptos de reservorio competente, hospedador incidental, centinela epidemiológico y fuente de sangre vectorial aplicables al ganado bovino. La clasificación consideró las métricas empleadas para diferenciar la exposición, la infección y la capacidad de transmisión, entre ellas la seropositividad, la detección molecular, la carga parasitaria, la persistencia de la infección, la identificación de sangre bovina en flebotominos y la infectividad demostrada mediante xenodiagnóstico. La Tabla 14 resume los criterios necesarios para interpretar prudentemente el papel epidemiológico del bovino frente a *Leishmania* spp

Tabla 14.

Clasificación del rol epidemiológico del ganado bovino frente a Leishmania spp.

Concepto	Aplicación en ganado bovino	Métrica necesaria	Interpretación
Reservorio competente	Bovino capaz de mantener el parásito y transmitirlo al vector	Carga parasitaria, persistencia de la infección e infectividad a flebotominos	Solo se confirma cuando existe evidencia de transmisión del parásito desde el bovino hacia el vector
Hospedador incidental	Bovino expuesto o infectado sin evidencia de contribuir al mantenimiento del ciclo	Serología positiva o detección molecular de *Leishmania* spp.	Indica exposición o infección, pero no demuestra transmisión ni participación activa en el ciclo
Centinela epidemiológico	Bovino cuya positividad refleja la circulación ambiental de *Leishmania* spp.	Positividad bovina en una zona con flebotominos competentes o casos registrados en otros hospedadores	Puede utilizarse para apoyar la vigilancia de la circulación parasitaria en zonas endémicas
Fuente de sangre vectorial	Bovino utilizado por los flebotominos como fuente de alimentación sanguínea	Identificación de sangre bovina en flebotominos capturados	Demuestra contacto entre el vector y el bovino, pero no confirma que el animal haya infectado al flebotomino

Nota. La serología permite reconocer exposición inmunológica; la detección molecular identifica material genético parasitario; la carga parasitaria estima la cantidad del parásito presente en la muestra; y el xenodiagnóstico determina si un animal puede transmitir *Leishmania* spp. a los flebotominos. La identificación de sangre bovina en el vector demuestra contacto alimentario, pero no confirma infectividad. Elaboración propia con base en (Alcover et al., 2022; Benallal et al., 2024; Berriatua et al., 2024; Carrer et al., 2026; Castelli et al., 2021; Dantas-Torres, 2024; de Souza et al., 2025; Dutra-Rêgo et al., 2024; Ferrara & Tejeda, 2024; Guzmán-Vásquez et al., 2025; Jibreel et al., 2023; Khan et al., 2021b; Kushwaha et al., 2024; Lodi et al., 2024; Marinho-Júnior et al., 2023; Martínez-Sáez et al., 2025; Martín-Sánchez et al., 2025; Messahel et al., 2022; Sadlova et al., 2023; Shaw et al., 2023b; Tesfaye et al., 2025b; Waugh et al., 2024; Yousefi et al., 2023).

La evidencia revisada permitió diferenciar cuatro posibles formas de relación entre los bovinos, Leishmania spp. y los flebotominos: reservorio competente, hospedador incidental, centinela epidemiológico y fuente de sangre vectorial. Shaw et al. (2023) y Kushwaha et al. (2022) señalaron que la presencia de un parásito en una especie animal no permite clasificarla automáticamente como reservorio, debido a que también debe comprobarse su capacidad para mantener la infección y transmitirla a un vector competente (Kushwaha et al., 2022; Shaw et al., 2023b)

Los resultados serológicos y moleculares encontrados en bovinos documentaron exposición o infección, pero no demostraron transmisión hacia los flebotominos. Martínez-Sáez et al. (2025) registraron una seroprevalencia general del 17,33 % en 75 vacas lactantes del sur de Italia, mientras que Martín-Sánchez et al. (2025) y Ketema et al. (2022) reportaron evidencia de exposición bovina en zonas con circulación de Leishmania spp. Estos hallazgos respaldaron la clasificación de los animales positivos como bovinos expuestos, infectados o posibles hospedadores incidentales, según el método utilizado (Haile Ketema, 2022; Martín-Sánchez et al., 2025)

La condición de reservorio competente exige evidencia de infección persistente, presencia de parásitos viables en tejidos accesibles al vector e infectividad hacia los flebotominos. Castelli et al. (2021), Lodi et al. (2024) y Waugh et al. (2024) identificaron la carga parasitaria, la distribución del parásito en la piel y la persistencia de la infección como elementos relacionados con el potencial de transmisión. Sin embargo, estas métricas deben complementarse con xenodiagnóstico o alimentación experimental para confirmar que el vector adquiere el parásito después de alimentarse del animal (Castelli et al., 2021; Lodi et al., 2024; Waugh et al., 2024).

Carrer et al. (2025), Dantas-Torres (2024) y Guzmán-Vásquez et al. (2025) describieron al xenodiagnóstico como una herramienta para evaluar la infectividad de un hospedador. Singh et al. (2020) establecieron que un animal puede considerarse infectivo cuando se confirma la presencia del parásito en al menos uno de los flebotominos que se alimentaron sobre él. En los estudios bovinos examinados no se encontró demostración suficiente y reproducible de transmisión mediante xenodiagnóstico, por lo que la evidencia disponible no confirmó al ganado como reservorio competente (Carrer et al., 2026; Dantas-Torres, 2024; Guzmán-Vásquez et al., 2025).

El papel centinela se relacionó con la positividad bovina en territorios donde coinciden vectores, casos humanos, perros positivos u otros hospedadores. Berriatua et al. (2024), Alcover et al. (2022) y Souza et al. (2025) destacaron la importancia de integrar espacial y temporalmente la información procedente de los hospedadores, los vectores y el ambiente. Bajo esta clasificación, el bovino puede indicar circulación del parásito en una zona endémica, aunque no contribuya directamente al mantenimiento del ciclo (Alcover et al., 2022; Berriatua et al., 2024; de Souza et al., 2025).

Ferrara et al. (2024), Khan et al. (2021), Marinho-Júnior et al. (2023) señalaron que la interacción entre un hospedador y el vector depende de la especie de flebotomino, la disponibilidad de fuentes sanguíneas, la localización del parásito y las condiciones ambientales. Estos elementos permiten interpretar la positividad bovina dentro del contexto local, pero no sustituyen la demostración directa de infectividad (Ferrara & Tejeda, 2024; Khan et al., 2021b; Marinho-Júnior et al., 2023).

La evidencia entomológica confirmó que los bovinos pueden actuar como fuentes frecuentes de alimentación sanguínea. Messahel et al. (2022), Jibreel et al. (2023), Tesfaye et al. (2025), Benallal et al. (2024) y Yousefi et al. (2023) identificaron sangre bovina en flebotominos capturados en viviendas, refugios animales y zonas rurales. Tesfaye et al. (2025) reportaron que el 70,7 % de las fuentes sanguíneas identificadas correspondía a bovinos. Estos resultados demostraron contacto vector-bovino, pero no comprobaron que los animales infectaran a los flebotominos (Benallal et al., 2024; Jibreel et al., 2023; Messahel et al., 2022; Tesfaye et al., 2025b; Yousefi et al., 2023).

En conjunto, los resultados permitieron clasificar prudentemente al bovino como hospedador expuesto o incidental cuando presenta serología o diagnóstico molecular positivo, como centinela cuando su positividad coincide con circulación ambiental y como fuente de sangre cuando se identifica alimentación vectorial sobre el ganado. La denominación de reservorio competente quedó condicionada a la demostración de persistencia, carga parasitaria e infectividad hacia flebotominos (Benallal et al., 2024).

10.2. Evidencia diagnostica y entomológica de exposición e infección bovina

Para responder al segundo objetivo específico, se organizaron los hallazgos según el tipo de prueba utilizada para identificar exposición, infección, carga parasitaria o infectividad en los bovinos. También se incorporó la evidencia entomológica obtenida mediante el análisis de las fuentes de alimentación y la detección de *Leishmania* spp. en flebotominos. La Tabla 15 diferencia lo que demuestra cada resultado y las conclusiones que no pueden establecerse cuando la prueba se interpreta de manera aislada.

Tabla 15.

Interpretación de la evidencia diagnostica y entomológica sobre Leishmania spp. en bovinos

Evidencia	Método diagnóstico	Qué demuestra	Qué no demuestra por sí sola
Seropositividad	ELISA o IFI	Contacto inmunológico con *Leishmania* spp.	Infección activa, presencia de parásitos viables o infectividad
Positividad molecular	PCR convencional	Presencia de material genético del parásito en la muestra analizada	Transmisión del parásito al vector
Carga parasitaria	qPCR	Magnitud del material genético parasitario presente en sangre, piel o lesión	Competencia como reservorio cuando no existe evidencia de infectividad
Cultivo positivo	Aislamiento del parásito en un medio de cultivo	Presencia de parásitos viables y evidencia más sólida de infección	Participación efectiva del bovino en el ciclo de transmisión
Sangre bovina en flebotominos	Análisis molecular de la fuente de alimentación	Contacto alimentario entre el flebotomino y el bovino	Que el bovino estuviera infectado o transmitiera el parásito al vector

Flebotomino infectado	Diagnóstico molecular del vector	Presencia de material genético de *Leishmania* spp. y circulación parasitaria en el ambiente	Fuente exacta de la infección cuando el resultado no está relacionado directamente con el bovino
Xenodiagnóstico positivo	Alimentación de flebotominos sobre un bovino infectado y análisis posterior de los insectos	Infectividad del bovino hacia el flebotomino	Frecuencia de transmisión en condiciones naturales si el resultado no se reproduce ni se acompaña de información ambiental

Nota. ELISA: *enzyme-linked immunosorbent assay* (ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas); IFI: inmunofluorescencia indirecta; PCR: *polymerase chain reaction* (reacción en cadena de la polimerasa); qPCR: *quantitative polymerase chain reaction* (reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa). El cultivo positivo demuestra la presencia de parásitos viables, mientras que el xenodiagnóstico evalúa la infectividad del hospedador hacia el vector. La detección de ADN parasitario o de sangre bovina en flebotominos debe interpretarse junto con la especie vectorial, la fuente de alimentación y el contexto epidemiológico. Elaboración propia con base en (Azami-conesa et al., 2021; Benallal et al., 2024; Cecílio et al., 2022; de Lima Carvalho et al., 2022; Dutra-Rêgo et al., 2024; Gondim et al., 2022; Jibreel et al., 2023; Kalantari et al., 2025; Martínez-Sáez et al., 2025; Messahel et al., 2022; Murillo-Picco et al., 2025; Nikookar et al., 2024; Pineda et al., 2025; Piyasiri et al., 2023; Rihs et al., 2025; Roberts et al., 2025; Sevá et al., 2021; Shah et al., 2024; Singh et al., 2020; Taddei et al., 2022; Tebo-Nzesseu et al., 2024; Tesfaye et al., 2025b; van Dijk et al., 2024; Vieira et al., 2023; Villanueva-Saz et al., 2024; Volfová et al., 2024).

Los métodos serológicos fueron utilizados para identificar anticuerpos contra Leishmania spp. y estimar exposición inmunológica. Martínez-Sáez et al. (2025) evaluaron 75 vacas lactantes de las razas Modicana, Simmental y Holstein y encontraron una seroprevalencia general del 17,33 % mediante ELISA. La positividad confirmó el contacto inmunológico con el parásito, pero no determinó si los bovinos mantenían una infección activa, presentaban parásitos viables o podían transmitirlos a los flebotominos (Martínez-Sáez et al., 2025).

Villanueva-Saz et al. (2024) indicaron que la interpretación de la serología depende del antígeno utilizado, la sensibilidad, la especificidad y el punto de corte de la prueba. Murillo-Picco et al. (2025), al comparar cuatro pruebas serológicas comerciales, identificaron diferencias en su desempeño según la concentración de anticuerpos y la condición clínica de los animales. Aunque el estudio se realizó en perros, sus resultados describieron las variaciones que pueden existir entre

procedimientos serológicos y la necesidad de considerar las características de cada prueba (Villanueva-Saz et al., 2024).

La PCR convencional permitió identificar ADN de Leishmania spp., mientras que la qPCR permitió estimar la cantidad de material genético presente en sangre, piel o lesiones. Rihs et al. (2025) encontraron diferencias entre los genes diana, los procedimientos de extracción y los criterios empleados en estudios moleculares, lo que condicionó la comparación de los resultados. Pineda et al. (2025) emplearon procedimientos moleculares para identificar especies de Leishmania en lesiones de animales domésticos, mostrando la utilidad de la caracterización parasitaria para relacionar cada hallazgo con un ciclo epidemiológico determinado (Villanueva-Saz et al., 2024).

Van Dijk et al. (2024) evaluaron un método simplificado para detectar directamente ADN del cinetoplasto de Leishmania en sangre. La prueba presentó capacidad para identificar hasta 500 parásitos por mililitro y elevada especificidad en las muestras analizadas. Aunque el procedimiento fue desarrollado para diagnóstico humano, documentó el avance de técnicas moleculares que podrían adaptarse a la vigilancia animal. La positividad molecular demuestra material genético en la muestra, pero no confirma la viabilidad del parásito ni la transmisión hacia el vector (van Dijk et al., 2024).

El cultivo parasitológico permitió reconocer parásitos viables cuando se produjo su crecimiento en un medio apropiado. Piyasiri et al. (2023) indicaron que el cultivo facilita el aislamiento, la identificación y la conservación del parásito, aunque su sensibilidad puede disminuir cuando la carga es baja, existe contaminación o se retrasa el procesamiento. Kalantari et al. (2025) combinaron cultivo, PCR y análisis filogenético para identificar L. major, L. tropica y L. infantum en muestras procedentes de hospedadores y vectores. El aislamiento aporta evidencia de infección viable, pero no establece por sí mismo que el hospedador participe en la transmisión (Piyasiri et al., 2023).

La carga parasitaria fue reconocida como una métrica de mayor proximidad biológica a la infectividad, especialmente cuando se determina en piel o lesiones accesibles para los flebotominos. Azami-Conesa et al. (2021), Castelli et al. (2021), Waugh et al. (2024) y Lodi et al. (2024) relacionaron la distribución y cantidad de parásitos con la posibilidad de exposición del

vector. Sin embargo, la cuantificación molecular aislada no permitió confirmar la competencia como reservorio si no se demostró la adquisición del parásito por los flebotominos (Azami-conesa et al., 2021; Castelli et al., 2021; Lodi et al., 2024; Waugh et al., 2024).

El análisis molecular de las fuentes sanguíneas permitió identificar los hospedadores utilizados por los vectores. Messahel et al. (2022), Volfová et al. (2024), Dutra-Rêgo et al. (2024), Tesfaye et al. (2025), Jibreel et al. (2023), Benallal et al. (2024) y Yousefi et al. (2023) documentaron la utilidad de analizar la sangre ingerida para reconocer el contacto entre flebotominos y animales domésticos. La identificación de sangre bovina confirmó que el insecto se alimentó del ganado, pero no demostró que el bovino estuviera infectado ni que transmitiera el parásito durante la alimentación (Benallal et al., 2024; Dutra-Rêgo et al., 2024; Jibreel et al., 2023; Msellemu et al., 2024; Tesfaye et al., 2025b; Volfová et al., 2024; Yousefi et al., 2023).

Nikookar et al. (2024), Shah et al. (2024) y De Lima Carvalho et al. (2022) combinaron capturas entomológicas con diagnóstico molecular para identificar la presencia de Leishmania spp. en flebotominos. Shah et al. (2024) capturaron 6 278 ejemplares y registraron aproximadamente diez veces más flebotominos en establos bovinos que en viviendas humanas. También detectaron ADN de L. donovani en seis especies de Phlebotomus. Estos resultados documentaron circulación parasitaria en el ambiente, pero no identificaron la fuente animal exacta de la infección (de Lima Carvalho et al., 2022; Nikookar et al., 2024; Shah et al., 2024).

Cecílio et al. (2022), Vieira et al. (2023), Tebo-Nzesseu et al. (2024), Taddei et al. (2022) y Roberts et al. (2025) describieron que la interpretación entomológica debe incorporar la especie del vector, su competencia, abundancia, distribución temporal, fuentes de sangre y coincidencia con hospedadores positivos. Sevá et al. (2021) registraron una positividad canina del 2,3 % en una zona considerada no endémica y mostraron la necesidad de integrar resultados diagnósticos con procedencia, movilización, ambiente y presencia potencial de vectores (Cecílio et al., 2022; Roberts et al., 2025; Taddei et al., 2022; Tebo-Nzesseu et al., 2024; Vieira et al., 2023).

Finalmente, el xenodiagnóstico proporcionó la evidencia directa de infectividad al establecer si los flebotominos adquieren el parásito después de alimentarse de un hospedador. Singh et al. (2020) describieron este criterio, mientras que Gondim et al. (2022) encontraron una infectividad del 27,4 % en perros seronegativos procedentes de una zona de transmisión reciente.

Estos datos correspondieron a perros y se utilizaron como referencia metodológica. En los estudios bovinos revisados no se identificó evidencia suficiente de xenodiagnóstico positivo, por lo que la serología, la PCR, la qPCR, el cultivo y los datos entomológicos documentaron exposición o infección, pero no confirmaron la transmisión desde el bovino (Gondim et al., 2022; Singh et al., 2020).

10.3. Manifestaciones sanitarias, productivas y de Una Salud asociada con la Leishmaniosis bovina

Para responder al tercer objetivo específico, se sistematizó la evidencia sobre las manifestaciones clínicas y subclínicas identificadas en bovinos, los indicadores utilizados para valorar condición corporal y desempeño productivo, y los costos sanitarios relacionados con la vigilancia y el control. También se incorporaron las interfaces entre animales, vectores, trabajadores y ambiente. La Tabla 16 resume las dimensiones evaluadas y diferencia los efectos documentados de aquellos que todavía requieren comprobación mediante estudios productivos específicos.

Tabla 16.

Implicaciones clínicas, productivas y de Una Salud asociadas con la Leishmaniosis bovina

Dimensión	Indicador productivo o sanitario	Relación con la leishmaniosis bovina	Interfaz Una Salud
Clínica	Lesiones cutáneas, nódulos, úlceras o alopecia	Puede afectar el bienestar, requerir manejo sanitario y disminuir la valoración productiva del animal	Animal-vector-ambiente
Subclínica	Seropositividad o diagnóstico molecular positivo sin signos clínicos	Puede indicar exposición ambiental o infección sin manifestaciones visibles	Animal-vector-ambiente

Condición corporal	Pérdida de condición o bajo desempeño	Constituye un posible efecto cuando existen lesiones persistentes o enfermedad activa, pero requiere comparación con bovinos negativos	Animal-producción
Producción	Volumen y calidad de leche, ganancia de peso, reproducción o desempeño general	La evidencia bovina directa es limitada y no permite cuantificar pérdidas específicas atribuibles a la infección	Animal-cadena productiva
Costos sanitarios	Diagnóstico, vigilancia, atención de lesiones, capacitación y control vectorial	Puede incrementar indirectamente los costos sanitarios y de manejo en zonas endémicas	Producción-salud pública
Salud ocupacional	Exposición de trabajadores a flebotominos en corrales, potreros y establos	Representa un riesgo compartido por personas y animales que permanecen en el mismo ambiente vectorial	Humano-vector-ambiente
Ambiente	Corrales, materia orgánica, humedad, sombra y vegetación	Puede proporcionar refugio y condiciones favorables para la presencia de flebotominos	Ambiente-vector-animal

Nota. La infección subclínica corresponde a la exposición o infección sin manifestaciones clínicas evidentes. La condición corporal, la producción de leche, la ganancia de peso y el desempeño reproductivo deben compararse entre bovinos positivos y negativos antes de atribuir una alteración a *Leishmania* spp. La expresión Una Salud representa la relación entre salud animal, salud humana, vectores y ambiente. Elaboración propia con base en (Badkoubi et al., 2025; Balaska et al., 2021; Berhe et al., 2022; Ciss et al., n.d.; Dachraoui et al., 2023; de Lima Carvalho et al., 2022; de Oca-Aguilar et al., 2022; Díaz-Sáez et al., 2022; Fernandes et al., 2021; Garlapati et al., 2021; Geto et al., 2024; Hananeh et al., 2025; Hong et al., 2020a; Jibowu et al., 2025; Junkes, Matos, Matias, Lermen, Patriarca, Siqueira, Lenzi, et al., 2024; Kappes et al., 2023; Lana et al., 2021; Li et al., 2025; Maia-Elkhoury et al., 2021; Mann et al., 2021; Marsh et al., 2024; Msellemu et al., 2024; Peker et al., 2025; Plesko et al., 2025; Pradella et al., 2021; Ruiz et al., 2023; Salomón & Quintana, 2022; Santos et al., 2021; Tebo-Nzesseu et al., 2024; Tiffin et al., 2025; Vieira et al., 2023; Yimer et al., 2024).

Las manifestaciones clínicas identificadas en la literatura animal incluyeron lesiones cutáneas, pápulas, nódulos, úlceras, alopecia y dermatitis. Mann et al. (2021) describieron que la expresión clínica depende de la especie de *Leishmania*, la respuesta inmunitaria y la localización del parásito. Hananeh et al. (2025) también registraron heterogeneidad clínica y diagnóstica entre las especies animales evaluadas. En bovinos, los reportes recientes fueron escasos y no permitieron determinar la frecuencia de estas manifestaciones en los sistemas productivos (Hananeh et al., 2025; Mann et al., 2021).

El Center for Food Security and Public Health (2023) señaló que numerosos animales infectados pueden permanecer sin signos clínicos y que las manifestaciones varían entre hospedadores. En bovinos, las lesiones cutáneas deben diferenciarse de procesos traumáticos, bacterianos, parasitarios o neoplásicos mediante citología, histopatología, cultivo o PCR. El antecedente de un caso bovino confirmado demostró que el ganado puede desarrollar leishmaniosis cutánea, pero un reporte aislado no permitió establecer su frecuencia ni generalizar sus características clínicas (Center fro Disease and Prevention, 2025).

La infección subclínica estuvo representada por seropositividad o detección molecular en animales sin signos visibles. Santos et al. (2021) documentaron en otra especie doméstica que una infección inicialmente subclínica puede evolucionar posteriormente hacia manifestaciones clínicas. Este hallazgo mostró la utilidad de realizar seguimientos longitudinales, aunque no demostró que la misma evolución ocurra necesariamente en bovinos. La positividad sin signos se registró principalmente como evidencia de exposición ambiental o infección silenciosa (Santos et al., 2021).

La condición corporal fue identificada como una variable que debería compararse entre bovinos positivos y negativos. Para atribuir una pérdida corporal a la leishmaniosis se requiere controlar edad, raza, etapa productiva, nutrición, enfermedades concurrentes y sistema de manejo. Los estudios examinados no aportaron comparaciones suficientes para establecer una relación directa entre positividad a *Leishmania* spp. y disminución de la condición corporal en bovinos (Santos et al., 2021).

Los indicadores productivos considerados incluyeron producción y composición de la leche, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, reproducción, mortalidad y descarte. Ruiz

et al. (2023) documentaron enfermedad clínica por *L. infantum* en una cabra, pero sus resultados no pueden trasladarse directamente al ganado bovino. Durante el periodo 2020–2025 no se encontró evidencia suficiente para calcular una disminución específica de leche, peso o desempeño reproductivo atribuible a la leishmaniosis bovina (Ruiz et al., 2023).

Fernandes et al. (2021) relacionaron los problemas sanitarios y de bienestar con disminución productiva, incremento del trabajo, tratamientos veterinarios y descarte anticipado. Marsh et al. (2024) destacaron la necesidad de evaluar los impactos de las enfermedades animales mediante indicadores comparables. En el caso bovino, las posibles consecuencias productivas se registraron como sugeridas o potenciales cuando no existían mediciones directas en animales positivos y negativos (Kappes et al., 2023; Peker et al., 2025).

Kappes et al. (2023) organizaron los efectos económicos de las enfermedades pecuarias en pérdidas productivas, gastos de prevención y tratamiento, afectación del bienestar, comercio y salud pública. Peker et al. (2025) incluyeron además los gastos veterinarios, las restricciones comerciales y otros costos indirectos. En la evidencia revisada no se identificaron estimaciones monetarias específicas para la leishmaniosis bovina; por ello, diagnóstico, vigilancia, control vectorial, atención de lesiones y capacitación se reconocieron como posibles componentes del costo sanitario (Kappes et al., 2023; Peker et al., 2025).

La dimensión ocupacional se relacionó con la presencia de trabajadores en corrales, potreros, establos y áreas de vegetación durante los horarios de actividad de los flebotominos. Msellemu et al. (2024) identificaron a las personas que trabajan al aire libre como una población expuesta a enfermedades vectoriales. Lana et al. (2021) relacionaron la transmisión de leishmaniosis cutánea con ambientes rurales y actividades cercanas a áreas boscosas o intervenidas (Lana et al., 2021; Msellemu et al., 2024).

Yimer et al. (2024) encontraron que más del 80 % de los trabajadores migrantes evaluados en una zona endémica presentaba anticuerpos contra la saliva de flebotominos. Este resultado indicó contacto con el vector, pero no confirmó infección por *Leishmania*. Berhe et al. (2022) señalaron que el uso de medidas preventivas depende del reconocimiento del riesgo y del acceso a recursos de protección. Li et al. (2025) también identificaron diferencias en la carga de la

enfermedad vinculadas con factores ambientales y ocupacionales (Berhe et al., 2022; Li et al., 2025; Yimer et al., 2024).

La movilización de animales y personas puede conectar territorios con diferentes condiciones epidemiológicas. Maia-Elkhoury et al. (2021) describieron la relación entre variables ambientales, socioeconómicas y distribución territorial de la leishmaniosis. Geto et al. (2024) registraron asociaciones entre la enfermedad, ocupación, condiciones ambientales y presencia de animales domésticos. Ciss et al. (2023) mostró que las redes de movilización pecuaria cambian durante el año y pueden utilizarse para seleccionar lugares de vigilancia centinela (Ciss et al., n.d.; Geto et al., 2024; Maia-Elkhoury et al., 2021).

Junkes et al. (2024) señalaron que los trabajadores agropecuarios están expuestos a riesgos biológicos, físicos, químicos, ergonómicos y accidentales. Tiffin et al. (2025) indicó que la intensificación pecuaria puede aumentar las interfaces entre animales, seres humanos y artrópodos vectores. Hong et al. (2020) planteó que el abordaje de la leishmaniosis debe integrar al hospedador, el vector y el ambiente, lo que vincula el manejo de las explotaciones con la protección sanitaria de animales y trabajadores (Hong et al., 2020a; Junkes, Matos, Matias, Lermen, Patriarca, Siqueira, Lenzi, et al., 2024; Tiffin et al., 2025).

Vieira et al. (2023) y Tebo-Nzesseu et al. (2024) documentaron la presencia de flebotominos en ambientes domiciliarios, peridomiciliarios y refugios animales. Montes de Oca-Aguilar et al. (2022) encontró que el cambio de uso del suelo, la fragmentación del bosque y la expansión de los asentamientos modificaron la composición de las comunidades vectoriales. De Lima Carvalho et al. (2022) combinó capturas, diagnóstico molecular y geoprocesamiento para identificar ecotopos con mayor riesgo de transmisión (de Lima Carvalho et al., 2022; de Oca-Aguilar et al., 2022; Tebo-Nzesseu et al., 2024; Vieira et al., 2023).

Pradella et al. (2021) registraron que mantener una higiene adecuada se relacionó con una reducción aproximada del 70 % en la probabilidad de infección, mientras que conservar el pasto recortado mostró una protección superior al 90 %. Garlapati et al. (2021) señaló que los flebotominos pueden alimentarse en exteriores y posteriormente refugiarse en viviendas o establos. Balaska et al. (2021) añadió que el uso continuo de insecticidas puede favorecer resistencia

vectorial, por lo que el control debe combinar medidas químicas y ambientales (Garlapati et al., 2021; Pradella et al., 2021).

Salomón y Quintana (2022), Plesko et al. (2025), Díaz-Sáez et al. (2022) y Jibowu et al. (2025) describieron la utilidad de integrar vigilancia animal, entomológica, humana y ambiental. Badkoubi et al. (2025) y Dachraoui et al. (2023) incluyeron el manejo ambiental, las barreras físicas, la protección personal y el control focalizado entre las intervenciones aplicables. Estas medidas vincularon la salud del ganado, la protección de los trabajadores, la ecología del vector y el manejo del ambiente productivo desde el enfoque Una Salud (Dachraoui et al., 2023; Díaz-Sáez et al., 2022; Jibowu et al., 2025; Plesko et al., 2025; Salomón & Quintana, 2022).

10.4. Correspondencia entre objetivos y evidencia sistematizada

Una vez presentados los resultados correspondientes a los tres objetivos específicos, se organizó su relación con los temas y subtemas del marco teórico utilizados para sustentar cada componente de la revisión. Esta correspondencia permitió identificar el producto obtenido para cada objetivo y mantener la diferenciación entre la clasificación epidemiológica del bovino, la evidencia diagnóstica y entomológica, y las implicaciones clínicas, productivas y de Una Salud. La Tabla 17 presenta esta alineación.

Tabla 17.

Matriz de alineación entre objetivos y el marco teórico

Objetivo específico	Temas y subtemas del marco teórico que lo responden	Producto obtenido en la revisión
Objetivo 1: conceptos y métricas de competencia epidemiológica	Fundamentos de la leishmaniosis y su relación con la ganadería; conceptos para interpretar el rol epidemiológico del ganado bovino; reservorio competente; hospedador incidental; centinela epidemiológico; métricas de competencia; y rol epidemiológico del bovino frente a hospedadores de referencia	Clasificación del bovino como reservorio competente, hospedador incidental, centinela epidemiológico o fuente de sangre vectorial, según la evidencia disponible

Objetivo 2: exposición, infección y evidencia diagnóstica-entomológica	Vectores, ecología del paisaje y entornos ganaderos; flebotominos como vectores; preferencia de alimentación y sangre bovina; seroprevalencia; diagnóstico molecular; cultivo parasitológico; xenodiagnóstico; e integración de evidencia diagnóstica y entomológica	Síntesis de los resultados obtenidos mediante serología, PCR, qPCR, cultivo, xenodiagnóstico, análisis de fuentes sanguíneas y detección del parásito en flebotominos
Objetivo 3: impacto productivo e interfaces Una Salud	Impacto clínico, subclínico y productivo; condición corporal; desempeño productivo; bienestar y costos indirectos; inocuidad y cadenas de valor; riesgo ocupacional; movilización animal; vigilancia integrada; y control vectorial en entornos ganaderos	Descripción de las manifestaciones clínicas y subclínicas, los posibles efectos productivos, los costos sanitarios y las interfaces entre animales, seres humanos, vectores y ambiente

Nota. PCR: *polymerase chain reaction* (reacción en cadena de la polimerasa); qPCR: *quantitative polymerase chain reaction* (reacción en cadena de la polimerasa cuantitativa). Elaboración propia a partir de los objetivos específicos y de los temas y subtemas desarrollados en el marco teórico.

La matriz mostró que el primer objetivo fue respondido mediante los temas y subtemas destinados a los fundamentos de la leishmaniosis, los conceptos de competencia epidemiológica y la comparación del bovino con hospedadores de referencia. Estos contenidos permitieron diferenciar la exposición, la infección, la infectividad y la alimentación vectorial como niveles de evidencia distintos.

El segundo objetivo se relacionó con los temas y subtemas sobre vectores, ecología del paisaje, pruebas diagnósticas y evidencia entomológica. La información sistematizada incluyó los resultados obtenidos mediante serología, diagnóstico molecular, carga parasitaria, cultivo, análisis de sangre ingerida por los flebotominos y xenodiagnóstico.

El tercer objetivo fue abordado mediante los temas y subtemas sobre manifestaciones clínicas y subclínicas, desempeño productivo, salud ocupacional, cadenas de valor, vigilancia integrada y control vectorial. La evidencia disponible permitió describir posibles implicaciones

sanitarias, productivas y ambientales, aunque no aportó datos suficientes para cuantificar pérdidas específicas en leche, peso o reproducción atribuibles a la infección bovina.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. Conclusiones

La evidencia publicada entre 2020 y 2025 permitió diferenciar los conceptos de reservorio competente, hospedador incidental, centinela epidemiológico y fuente de sangre vectorial aplicables al ganado bovino. Los resultados serológicos y moleculares demuestran que los bovinos pueden estar expuestos o infectados por Leishmania spp.; sin embargo, la limitada información sobre persistencia, carga parasitaria en tejidos accesibles e infectividad hacia los flebotominos impide clasificarlos como reservorios competentes. Por ello, su papel se interpreta principalmente como hospedadores incidentales, posibles centinelas epidemiológicos o fuentes de alimentación vectorial, según la evidencia disponible.

La serología permitió reconocer exposición inmunológica, mientras que la PCR, la qPCR y el cultivo aportaron evidencia progresiva sobre presencia, cantidad y viabilidad del parásito. La identificación de sangre bovina y ADN de Leishmania spp. en flebotominos confirmó el contacto vector-bovino y la circulación parasitaria en entornos ganaderos, pero no demostró que el ganado fuera la fuente de infección. La ausencia de evidencia bovina suficiente y reproducible mediante xenodiagnóstico constituye la principal limitación para establecer su participación activa en el ciclo de transmisión.

La evidencia sobre el impacto clínico y productivo de la leishmaniosis bovina fue limitada. Aunque se describieron posibles lesiones cutáneas, infecciones subclínicas y alteraciones de la condición corporal, no se encontraron datos suficientes para cuantificar pérdidas específicas en producción de leche, ganancia de peso o desempeño reproductivo. Las implicaciones mejor sustentadas correspondieron a los costos indirectos de diagnóstico, vigilancia y control vectorial, así como a la exposición compartida de animales y trabajadores en corrales, establos y ambientes rurales, lo que confirma la importancia de abordar el problema desde el enfoque Una Salud.

11.2. Recomendaciones

Desarrollar estudios longitudinales en bovinos de zonas endémicas que combinen serología, PCR o qPCR en sangre y piel, cultivo parasitológico, medición de carga parasitaria y seguimiento temporal. En los animales persistentemente positivos se recomienda incorporar xenodiagnóstico o alimentación experimental de flebotominos, bajo condiciones éticas y de bioseguridad, para determinar si el ganado puede transmitir el parásito al vector.

Implementar sistemas de vigilancia integrada en unidades de producción bovina que registren simultáneamente la positividad de bovinos y perros, las especies y densidad de flebotominos, las fuentes de alimentación sanguínea, la detección del parásito en los vectores, los casos humanos y las condiciones ambientales. Esta vigilancia debe priorizar zonas endémicas, áreas con movilización frecuente de ganado y explotaciones cercanas a viviendas, vegetación o hábitats de fauna silvestre.

Fortalecer el manejo ambiental y la protección ocupacional mediante limpieza periódica de corrales y establos, tratamiento adecuado del estiércol, reducción de humedad y materia orgánica, mantenimiento de la vegetación, vigilancia entomológica y uso racional de insecticidas. También se recomienda capacitar a los trabajadores y establecer estudios comparativos entre bovinos positivos y negativos que incluyan condición corporal, producción de leche, ganancia de peso, reproducción, bienestar y costos sanitarios, con el fin de determinar el impacto productivo real de la leishmaniosis bovina.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. OMS - Organización Mundial de la Salud. Leishmaniasis [Internet]. 2024 [cited 2026 Jun 21]. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/leishmaniasis?utm_source=chatgpt.com
2. Hong A, Zampieri RA, Shaw JJ, Floeter-Winter LM, Laranjeira-Silva MF. One health approach to leishmaniases: Understanding the disease dynamics through diagnostic tools. Pathogens. MDPI AG; 2020. p. 1–24. doi:10.3390/pathogens9100809
3. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Inicio | Una Salud | FAO [Internet]. 2023 [cited 2026 Jun 21]. Available from: https://www.fao.org/one-health/en?utm_source=chatgpt.com
4. Bourdeau P, Rowton E, Petersen C. Impact of different Leishmania reservoirs on sand fly transmission: Perspectives from xenodiagnosis and other one health observations. Vet Parasitol. 2020 Nov 1;287:109237. doi:10.1016/J.VETPAR.2020.109237 PubMed PMID: 33160145.
5. Tesfaye M, Zeynudin A, Mekonnen Z, Gebresilassie A, Abamecha K, Yewhalaw D. Phlebotomine sand fly vector distribution, seasonality, blood meal sources, and infection rates in cutaneous leishmaniasis endemic areas of Northeast Ethiopia. Sci Rep. 2025 Dec 1;15(1). doi:10.1038/s41598-025-25553-9 PubMed PMID: 41285934.
6. Robertson LJ, Jore S, Lund V, Grahek-Ogden D. Risk assessment of parasites in Norwegian drinking water: opportunities and challenges. Food Waterborne Parasitol. 2021 Mar 1;22:e00112. doi:10.1016/J.FAWPAR.2021.E00112
7. FAO OW y P. One Health Joint Plan of Action, 2022–2026. One Health Joint Plan of Action, 2022–2026. FAO; UNEP; WHO; World Organisation for Animal Health (WOAH) (founded as OIE); 2022. doi:10.4060/cc2289en
8. OHIN-One Health International Network. Libro de Resúmenes-Red Sapuvet. 2020 Dec.
9. Cosma C, Maia C, Khan N, Infantino M, Del Riccio M. Leishmaniasis in Humans and Animals: A One Health Approach for Surveillance, Prevention and Control in a Changing World. Trop Med Infect Dis. 2024 Nov 1;9(11):258. doi:10.3390/TROPICALMED9110258 PubMed PMID: 39591264.

10. Rezaei Z, Pourabbas B, Asaei S, Sepehrpour S, Ahmadnia Motlagh S, Pourabbas P, et al. Livestock infected with Leishmania spp. in southern Iran. Parasit Vectors. 2022 Dec 1;15(1):215. doi:10.1186/S13071-022-05313-8 PubMed PMID: 35715844.
11. Studentsky L, Akad F, Diaz D, Avi I Ben, Elbaz SL, Grossman T, et al. A multifaceted molecular approach to surveillance of leishmaniasis: Identification of sand fly species, Leishmania parasites, and blood meal sources using high-resolution melting analysis. PLoS Negl Trop Dis. 2025 Sep 1;19(9). doi:10.1371/journal.pntd.0013412 PubMed PMID: 40991672.
12. Hage R dos S, Nunes e Silva SV, Bohm BC, Lima JV, Bruhn NCP, Menezes GR, et al. Spatiotemporal relationship between agriculture, livestock, deforestation, and visceral leishmaniasis in Brazilian legal Amazon. Sci Rep. 2024 Dec 1;14(1):21542. doi:10.1038/S41598-024-72719-Y PubMed PMID: 39278963.
13. Portella TP, Sudbrack V, Coutinho RM, Prado PI, Kraenkel RA. Bayesian spatio-temporal modeling to assess the effect of land-use changes on the incidence of Cutaneous Leishmaniasis in the Brazilian Amazon. Science of The Total Environment. 2024 Nov 25;953:176064. doi:10.1016/J.SCITOTENV.2024.176064 PubMed PMID: 39245386.
14. Alemán-Santos M, Romero-Ricardo L, González T M, Mattar S, Alemán-Santos M, Romero-Ricardo L, et al. Salud humana, animal y medio ambiente, la forma ideal de abordar el estudio de la Leishmaniasis bajo el concepto Una Salud. Rev MVZ Cordoba. 2025 Sep 1;30(3):1–8. doi:10.21897/RMVZ.3992
15. Martínez-Sáez L, Lopreiato V, Liotta L, Cavallo C, Amato A, Marín-García PJ, et al. Seroprevalence of Leishmania spp. in Cattle Breeds of the Mediterranean Region: Effect of the Breed in the Immune Response. Transbound Emerg Dis. 2025;2025(1):3277232. doi:10.1155/TBED/3277232 PubMed PMID: 40302747.
16. Haile Ketema FAG and TG. Seroprevalence of visceral leishmaniasis and its associated factors among asymptomatic pastoral community of Dire District, Borena zone, Oromia Region, Ethiopia. 2022 Nov 21.
17. Martín-Sánchez J, Trujillos-Pérez MÁ, Torres-Llamas A, Díaz-Sáez V, Morillas-Márquez F, Ibáñez-De Haro P, et al. Seroepidemiological Surveillance of Livestock Within an Endemic Focus of Leishmaniasis Caused by Leishmania infantum. Animals. 2025 Jun 1;15(11). doi:10.3390/ani15111511

18. Tesfaye M, Zeynudin A, Mekonnen Z, Gebresilassie A, Abamecha K, Yewhalaw D. Phlebotomine sand fly vector distribution, seasonality, blood meal sources, and infection rates in cutaneous leishmaniasis endemic areas of Northeast Ethiopia. Sci Rep. 2025 Dec 1;15(1):41650. doi:10.1038/S41598-025-25553-9 PubMed PMID: 41285934.
19. Jibreel T, Khogali A, Jiménez M, Raiyed A, Dakein O, Alsharif B, et al. Host preference and human blood index of Phlebotomus orientalis, an exophilic sand fly vector of visceral leishmaniasis in eastern Sudan. Med Vet Entomol. 2023 Dec 1;37(4):782–92. doi:10.1111/MVE.12683;JOURNAL:JOURNAL:13652915;WGROUP:STRING:PUBLICATION PubMed PMID: 37540228.
20. Tsakmakidis I, Lefkaditis M, Zaralis K, Arsenos G. Alternative hosts of Leishmania infantum: a neglected parasite in Europe. Trop Anim Health Prod. 2024 May 1;56(4):128. doi:10.1007/S11250-024-03978-0 PubMed PMID: 38630347.
21. Shaw JJ, Marinho-Júnior JF, Courtenay O, Brandão-Filho SP. Assessing reservoir host status in leishmaniasis with special reference to the infectiousness of Leishmania (Viannia) braziliensis infections in wild rodents. Rev Soc Bras Med Trop. 2023;56:e0503-2023. doi:10.1590/0037-8682-0503-2023 PubMed PMID: 38126376.
22. Ghouse Peer GD, Priyadarshini A, Gupta A, Vibhuti A, Leal E, da Costa AC, et al. A Systematic Assessment of Leishmania donovani Infection in Domestic and Wild Animal Reservoir Hosts of Zoonotic Visceral Leishmaniasis in India. Microbiol Res (Pavia). 2024 Sep 1;15(3):1645–54. doi:10.3390/microbiolres15030109
23. Kushwaha AK, Shukla A, Scorza BM, Rai TK, Chaubey R, Maurya DK, et al. Livestock and rodents within an endemic focus of Visceral Leishmaniasis are not reservoir hosts for Leishmania donovani. PLoS Negl Trop Dis. 2022 Oct 1;16(10). doi:10.1371/journal.pntd.0010347 PubMed PMID: 36264975.
24. Shaw JJ, Marinho-Júnior JF, Courtenay O, Brandão-Filho SP. Assessing reservoir host status in leishmaniasis with special reference to the infectiousness of Leishmania (Viannia) braziliensis infections in wild rodents. Rev Soc Bras Med Trop. 2023;56:e0503-2023. doi:10.1590/0037-8682-0503-2023 PubMed PMID: 38126376.
25. Raymundo Israel Pérez Zumaya. DETERMINACIÓN MOLECULAR DE LEISHMANIA SPP. EN CANINOS DOMÉSTICOS (CANIS LUPUS FAMILIARIS) DENTRO DE LA

ZONA DE INFLUENCIA DE LA RESERVA DE LA BIÓSFERA “MONTES AZULES” EN EL ESTADO DE CHIAPAS, MÉXICO. 2021 Apr.

26. Carrer DC, Papera F, Ríos DN. Cutaneous leishmaniasis: epidemiology, treatment access and translational challenges of topical therapies. Front Microbiol. 2026 Jan 12;16:1588311. doi:10.3389/FMICB.2025.1588311/FULL
27. Heeren S, Sanders M, Shaw JJ, Pinto Brandão-Filho S, Côrtes Boité M, Motta Cantanhêde L, et al. Evolutionary genomics of Leishmania braziliensis across the neotropical realm. Commun Biol. 2024 Dec 1;7(1). doi:10.1038/s42003-024-07278-z PubMed PMID: 39609617.
28. Dantas-Torres F. Canine leishmaniasis in the Americas: etiology, distribution, and clinical and zoonotic importance. Parasites and Vectors. BioMed Central Ltd; 2024. doi:10.1186/s13071-024-06282-w PubMed PMID: 38689318.
29. Guzmán-Vásquez D, Bonifácio LLN, Sales KG da S, Luna RLN de, Tuiran LEP, Dantas-Torres F. First Record of Leishmania (Viannia) sp. and High Prevalence of Anaplasma marginale and Trypanosoma theileri in Zebu Cattle from Zenú Communities in Northern Colombia. Pathogens. 2025 Apr 1;14(4):382. doi:10.3390/PATHOGENS14040382 PubMed PMID: 40333177.
30. Khan MAA, Faisal K, Chowdhury R, Nath R, Ghosh P, Ghosh D, et al. Evaluation of molecular assays to detect Leishmania donovani in Phlebotomus argentipes fed on post-kala-azar dermal leishmaniasis patients. Parasit Vectors. 2021 Dec 1;14(1). doi:10.1186/s13071-021-04961-6 PubMed PMID: 34503557.
31. Marinho-Júnior JF, Monteiro JFCLS, Sales de Carvalho AW, de Carvalho FG, de Paiva Cavalcanti M, Shaw J, et al. High levels of infectiousness of asymptomatic Leishmania (Viannia) braziliensis infections in wild rodents highlights their importance in the epidemiology of American Tegumentary Leishmaniasis in Brazil. PLoS Negl Trop Dis. 2023 Jan 30;17(1). doi:10.1371/journal.pntd.0010996 PubMed PMID: 36716345.
32. Sadlova J, Vojtkova B, Lestinova T, Becvar T, Frynta D, Benallal KE, et al. Infectiousness of Asymptomatic Meriones shawi, Reservoir Host of Leishmania major. Pathogens. 2023 Apr 1;12(4). doi:10.3390/pathogens12040614 PubMed PMID: 37111500.
33. Jason Smith. Control de parásitos en ganado vacuno de carne - Manejo y nutrición - Manual de veterinaria de MSD [Internet]. 2023 [cited 2026 Jul 25]. Available from:

https://www.msdvetmanual.com/es/manejo-y-nutrici%C3%B3n/cuidado-preventivo-sanitario-y-cr%C3%ADa-de-ganado-vacuno-de-carne/control-de-par%C3%A1sitos-en-ganado-vacuno-de-carne

34. Alcover MM, Giner J, Rabasedas J, Roca-Geronés X, Verde M, Fernández A, et al. First epidemiological survey of Leishmania infantum in the domestic ferret (Mustela putorius furo) in a canine leishmaniosis endemic area using serology and PCR. Parasit Vectors. 2022 Dec 1;15(1). doi:10.1186/s13071-022-05517-y PubMed PMID: 36253813.
35. de Souza GB, Fehlberg HF, Rosa BF, Ribeiro CM, Sevá A da P, Maciel BM, et al. Detection of Leishmania spp. in Small Non-Flying Mammals (Didelphimorphia and Rodentia) from Bahia, Northeast Brazil. Animals. 2025 Feb 1;15(4). doi:10.3390/ani15040588
36. Vesna Mili´cevi´c FMMK. Colonisation resistance in the sand fly gut: Leishmania protects Lutzomyia longipalpis from bacterial infection. Parasit Vectors. 2025 Aug 23;7(1). doi:10.1186/1756-3305-7-329 PubMed PMID: 25051919.
37. Ferrara GKM, Tejeda C. Editorial: Wildlife-domestic animal interface: threat or sentinel? Editorial on the Research Topic Wildlife-domestic animal interface: threat or sentinel? 2024. doi:10.3390/ani100
38. Lodi L, Voarino M, Stocco S, Ricci S, Azzari C, Galli L, et al. Immune response to viscerotropic Leishmania: a comprehensive review. Frontiers in Immunology. Frontiers Media SA; 2024. doi:10.3389/fimmu.2024.1402539 PubMed PMID: 39359727.
39. Castelli G, Bruno F, Reale S, Catanzaro S, Valenza V, Vitale F. Diagnosis of leishmaniasis: Quantification of parasite load by a real-time PCR assay with high sensitivity. Pathogens. 2021 Jul 1;10(7). doi:10.3390/pathogens10070865
40. Dutra-Rêgo F, da Silva MS, Isnard AP, Medeiros JF, Filho JDA, Freire ML. You are what you eat: A systematic review exploring the interaction between Brazilian sand flies and their vertebrate food sources. Memorias do Instituto Oswaldo Cruz. Fundacao Oswaldo Cruz; 2024. doi:10.1590/0074-02760240055 PubMed PMID: 39230128.
41. Waugh MC, Cyndari KI, Lynch TJ, Koh S, Henao-Ceballos F, Oleson JJ, et al. Clinical anemia predicts dermal parasitism and reservoir infectiousness during progressive visceral leishmaniosis. PLoS Negl Trop Dis. 2024 Nov 1;2024-November. doi:10.1371/journal.pntd.0012363 PubMed PMID: 39514579.

42. Berriatua E, Pérez-Cutillas P, Vidal AG, Briët OJT. The spatial relationship between leishmaniases and sand flies in Europe and neighboring countries. Parasit Vectors. 2024 Dec 1;17(1):404. doi:10.1186/S13071-024-06484-2 PubMed PMID: 39334428.
43. Cabrera OL, Munstermann LE, Cárdenas R, Gutiérrez R, Ferro C. Definición de las condiciones de temperatura y almacenamiento adecuadas en la detección de ADN de Leishmania por PCR en flebotominos.
44. Cecílio P, Cordeiro-da-Silva A, Oliveira F. Sand flies: Basic information on the vectors of leishmaniasis and their interactions with Leishmania parasites. Communications Biology. Nature Research; 2022. doi:10.1038/s42003-022-03240-z PubMed PMID: 35379881.
45. Senanayake SC, Liyanage P, Pathirage DRK, Siraj MFR, De Silva BGDNK, Karunaweera ND. Impact of climate and land use on the temporal variability of sand fly density in Sri Lanka: A 2-year longitudinal study. PLoS Negl Trop Dis. 2024 Nov 1;18(11):e0012675. doi:10.1371/JOURNAL.PNTD.0012675 PubMed PMID: 39570981.
46. Messahel NE, Benallal KE, Halada P, Lafri I, Manseur H, Hakem A, et al. Identification of blood source preferences and Leishmania infection in sand flies (Diptera: Psychodidae) in north-eastern Algeria. Vet Parasitol Reg Stud Reports. 2022 Jun 1;31:100729. doi:10.1016/J.VPRSR.2022.100729 PubMed PMID: 35569914.
47. Volfová V, Jančářová M, Volf P. Sand fly blood meal volumes and their relation to female body weight under experimental conditions. Parasit Vectors. 2024 Dec 1;17(1). doi:10.1186/s13071-024-06418-y PubMed PMID: 39180125.
48. Benallal KE, Mefissel M, Dib Y, Depaquit J, Kavan D, Harrat Z, et al. Phlebotomine sand fly survey, blood meal source identification, and description of Sergentomyia imihra n. sp. in the central Sahara of Algeria. Parasites and Vectors . 2024 Dec 1;17(1). doi:10.1186/s13071-024-06542-9 PubMed PMID: 39497202.
49. Yousefi S, Paksa A, Gorouhi MA, Alizadeh I, Amin M, Vahedi M, et al. Determination of the feeding behavior of Phlebotomus sergenti using multiplex PCR and tent-baited traps in a new focus of Anthroponotic Cutaneous Leishmaniasis in the southeast of Iran. Exp Parasitol. 2023 Jan 1;244:108426. doi:10.1016/J.EXPPARA.2022.108426 PubMed PMID: 36400251.
50. Vieira VR, de Aguiar GM, de Azevedo ACR, Rangel EF, Guimarães AÉ. Sand fly population dynamics in areas of American cutaneous leishmaniasis, Municipality of Paraty,

Rio de Janeiro, Brazil. Sci Rep. 2023 Dec 1;13(1). doi:10.1038/s41598-022-20702-w PubMed PMID: 36869064.

51. de Oca-Aguilar ACM, Rebollar-Téllez EA, Sosa-Bibiano EI, López-Avila KB, Torres-Castro JR, Loría-Cervera EN. Effect of land use change on the phlebotomine sand fly assemblages in an emergent focus of cutaneous leishmaniasis in Yucatan, Mexico. Acta Trop. 2022 Nov 1;235. doi:10.1016/j.actatropica.2022.106628 PubMed PMID: 35952923.
52. Tebo-Nzesseu TR, Tateng NA, Ngouateu OB, Yamssi C, Elanga NE, Ndo C, et al. Distribution and ecological aspects of sand fly species from Kousseri, an endemic focus of visceral leishmaniasis in Northern Cameroon. Frontiers in Tropical Diseases. 2024;5. doi:10.3389/fitd.2024.1371670
53. de Lima Carvalho GM de L, Silva DF, Xavier L do A, Soares JVR, Ramos VDV, Madureira AP, et al. Sand fly bioecological aspects and risk mapping of leishmaniasis by geographical information systems approach in a mineral exploration area of Brazil. Acta Trop. 2022 Aug 1;232. doi:10.1016/j.actatropica.2022.106491 PubMed PMID: 35504313.
54. Taddei R, Bregoli A, Galletti G, Carra E, Fiorentini L, Fontana MC, et al. Wildlife Hosts of Leishmania infantum in a Re-Emerging Focus of Human Leishmaniasis, in Emilia-Romagna, Northeast Italy. Pathogens. 2022 Nov 1;11(11). doi:10.3390/pathogens11111308
55. Roberts T, Douangnouvong A, Robinson MT, Phommasone K, Phaxayaseng S, Keoluangkhot V, et al. Screening for visceral leishmaniasis in humans and animals in Laos. Trop Med Health. 2025 Dec 1;53(1). doi:10.1186/s41182-025-00782-w
56. Murillo-Picco A, Gascón-Torrens S, Baratelli M, Alarcón L, Baxarias M, Rivero T, et al. Comparison of four commercial serological tests for the detection of Leishmania infantum antibodies in dogs. Vet Parasitol. 2025 Feb 1;334. doi:10.1016/j.vetpar.2025.110397 PubMed PMID: 39904135.
57. Villanueva-Saz S, Lebrero ME, Solsona A, Ramos JJ, de Arcaute MR, Ruíz H, et al. Presence of anti-Leishmania infantum antibodies in sheep (Ovis aries) in Spain. Vet Res Commun. 2024 Feb 1;48(1):615–21. doi:10.1007/s11259-023-10221-y PubMed PMID: 37819486.
58. Rihs JB, Vilela MT, dos Santos JSC, Caldas S, Leite RS, Mol MPG. Exploring real-time PCR techniques for diagnosing leishmaniasis: key insights from a systematic review.

Parasitology Research. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2025. doi:10.1007/s00436-025-08503-2 PubMed PMID: 40397177.

59. van Dijk NJ, Hagos DG, Huggins DM, Carrillo E, Ajala S, Chicharro C, et al. Simplified molecular diagnosis of visceral leishmaniasis: Laboratory evaluation of miniature direct-on-blood PCR nucleic acid lateral flow immunoassay. PLoS Negl Trop Dis. 2024 May 1;18(5). doi:10.1371/journal.pntd.0011637 PubMed PMID: 38713648.
60. Pineda V, Calzada JE, Montilla S, Rodríguez I, Howard E, Torres AI, et al. Molecular Detection of Leishmania (V.) braziliensis and Leishmania (M.) martiniquensis Infecting Domestic Animals from Panama, Central America. Animals. 2025 Sep 1;15(18):2677. doi:10.3390/ANI15182677/S1
61. Piyasiri SB, Dewasurendra R, Samaranayake N, Karunaweera N. Diagnostic Tools for Cutaneous Leishmaniasis Caused by Leishmania donovani: A Narrative Review. Diagnostics. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023. doi:10.3390/diagnostics13182989
62. Kalantari M, Azizi K, Motazedian MH, Asgari Q, Mohammadpour I, Soltani A, et al. Phylogenetic insights into Leishmania species circulating among humans, vectors, and reservoir hosts in Shiraz, Southern Iran: implications for leishmaniasis control. Sci Rep. 2025 Dec 1;15(1). doi:10.1038/s41598-025-03452-3 PubMed PMID: 40425667.
63. Singh OP, Hasker E, Boelaert M, Sacks D, Sundar S. Xenodiagnosis to address key questions in visceral leishmaniasis control and elimination. PLoS Neglected Tropical Diseases. Public Library of Science; 2020. p. 1–18. doi:10.1371/journal.pntd.0008363 PubMed PMID: 32790716.
64. Gondim CN, Ferreira SDA, Vasconcelos BKS, Wouters F, Fujiwara RT, De Castro JC, et al. Visceral leishmaniasis in a recent transmission region: 27.4% infectivity rate among seronegative dogs. Parasitology. 2022 Apr 26;149(5):640–5. doi:10.1017/S0031182022000063 PubMed PMID: 35249570.
65. Nikookar SH, Akbari MR, Oshaghi MA, Hosseini-Vasoukolaei N, Enayati A, Motevalli-Haghi F, et al. Molecular detection of Leishmania DNA in wild-caught sand flies, Phlebotomus and Sergentomyia spp. in northern Iran. Parasite Epidemiol Control. 2024 Nov 1;27:e00395. doi:10.1016/J.PAREPI.2024.E00395

66. Shah HK, Fathima PA, Ajithlal PM, Kumar A, Rawani A, Thakur MS, et al. Nationwide cross-sectional surveillance of Leishmania donovani in phlebotomine sand flies and its impact on national kala-azar elimination in India. Sci Rep. 2024 Dec 1;14(1). doi:10.1038/s41598-024-78915-0 PubMed PMID: 39557939.

67. Sevá A da P, Brandão APD, Godoy SN, Soares RM, Langoni H, Rodrigues BC, et al. Investigation of canine visceral leishmaniasis in a non-endemic area in brazil and the comparison of serological and molecular diagnostic tests. Rev Soc Bras Med Trop. 2021;54. doi:10.1590/0037-8682-0182-2021 PubMed PMID: 34495256.

68. Azami-conesa I, Gómez-muñoz MT, Martínez-díaz RA. A systematic review (1990–2021) of wild animals infected with zoonotic leishmania. Microorganisms. MDPI AG; 2021. doi:10.3390/microorganisms9051101

69. Vilas-Boas DF, Nakasone EKN, Gonçalves AAM, Lair DF, Oliveira DS de, Pereira DFS, et al. Global Distribution of Canine Visceral Leishmaniasis and the Role of the Dog in the Epidemiology of the Disease. Pathogens. 2024 Jun 1;13(6):455. doi:10.3390/PATHOGENS13060455 PubMed PMID: 38921753.

70. Afonso P, Coelho AC, Quintas H, Cardoso L. Leishmania Seroprevalence in Dogs: Comparing Shelter and Domestic Communities. Animals. 2023 Jul 1;13(14). doi:10.3390/ani13142352

71. Ballesteros-García O, Martínez-Sáez L, Lesta A, Marín-García PJ, Martínez-Guillen A, Llobat L. Seroprevalence of Leishmania spp. in pigs farms (Sus scrofa domesticus): Epidemiological insights and zoonotic implications. Comp Immunol Microbiol Infect Dis. 2025 Aug 1;121. doi:10.1016/j.cimid.2025.102365 PubMed PMID: 40413938.

72. Barbero-Moyano J, Castro-Scholten S, Gonzálvez M, Moreno I, Domínguez M, Cano-Terriza D, et al. Epidemiological surveillance of Leishmania infantum in wild lagomorphs in Spanish Mediterranean ecosystems. Prev Vet Med. 2024 Jul 1;228. doi:10.1016/j.prevetmed.2024.106231 PubMed PMID: 38788301.

73. Suita F, Lizana V, Aguiló-Gisbert J, López-Ramon J, Torres Da Silva J, Díaz EA, et al. Molecular and Serological Detection of Leishmania spp. in Mediterranean Wild Carnivores and Feral Cats: Implications for Wildlife Health and One Health Surveillance. Animals. 2025 Sep 1;15(18). doi:10.3390/ani15182751

74. Rojas A, Germitsch N, Oren S, Sazmand A, Deak G. Wildlife parasitology: sample collection and processing, diagnostic constraints, and methodological challenges in terrestrial carnivores. Parasites and Vectors. BioMed Central Ltd; 2024. doi:10.1186/s13071-024-06226-4 PubMed PMID: 38481271.

75. Swisher S, Tarrant S, Krus K, Chu F, Carroll A, Colvin T, et al. Country-Level Canine Leishmaniosis Risk: A Literature Review, 2019–2023. Zoonoses Public Health. 2025 Dec 1;72(8):706. doi:10.1111/ZPH.70010 PubMed PMID: 40888006.

76. Muhammad Adnan Sabir Mughal MKKMMARAUMLMAAAMSA. Leishmania and Animal Reservoirs: A Major Challenge for Disease Control. International Journal of Agriculture and Biosciences. 2023;(Zoonosis Volume 3):528–38. doi:10.47278/book.zoon/2023.121

77. Mann S, Frasca K, Scherrer S, Henao-Martínez AF, Newman S, Ramanan P, et al. A Review of Leishmaniasis: Current Knowledge and Future Directions. Curr Trop Med Rep. 2021 Jun 1;8(2):121. doi:10.1007/S40475-021-00232-7 PubMed PMID: 33747716.

78. Fever B. Leishmaniasis (Cutaneous and Visceral) [Internet]. 2022. Available from: www.cfsph.iastate.edu

79. Hananeh W, Al Rukibat R, Hammad H, Mukbel R. Review of animal leishmaniosis in Jordan: An alarming discovery with implications for public health and animal welfare. Vet Parasitol Reg Stud Reports. 2025 Nov 1;66:101382. doi:10.1016/J.VPRSR.2025.101382 PubMed PMID: 41354537.

80. Santos NS dos, Pinho FA de, Hlavac NRC, Nunes TL, Almeida NR, Solcà MS, et al. Feline Leishmaniasis Caused by Leishmania infantum: Parasite Sequencing, Seropositivity, and Clinical Characterization in an Endemic Area From Brazil. Front Vet Sci. 2021 Aug 25;8. doi:10.3389/fvets.2021.734916

81. Ruiz H, Ferrán Serra J, Fernández A, Verde M, Arenal J, Solsona A, et al. O-083 Clinical leishmaniosis due to Leishmania infantum in a goat: Clinical findings and treatment response. Animal - science proceedings. 2023 Mar;14(1):117. doi:10.1016/J.ANSCIP.2023.01.159

82. Peker A, Orkan Ş, Magrin L, Segato S. The Economics of Animal Health: A 25-Year Bibliometric Analysis. Animals. 2025 Oct 1;15(20). doi:10.3390/ani15203006

83. Fernandes JN, Hemsworth PH, Coleman GJ, Tilbrook AJ. Costs and benefits of improving farm animal welfare. Agriculture (Switzerland). MDPI AG; 2021. p. 1–14. doi:10.3390/agriculture11020104

84. Kappes A, Tozooneyi T, Shakil G, Railey AF, McIntyre KM, Mayberry DE, et al. Livestock health and disease economics: a scoping review of selected literature. Front Vet Sci. 2023;10:1168649. doi:10.3389/FVETS.2023.1168649 PubMed PMID: 37795016.

85. Marsh TL, Pendell D, Schrobback P, Shakil G, Tozer P. Loss of production and animal health costs in assessing economic burden of animal disease. Rev Sci Tech. 2024 Aug 1;43:58–68. doi:10.20506/RST.43.3518 PubMed PMID: 39222111.

86. Center fro Disease and Prevention. Acerca de la leishmaniasis | Leishmaniasis | CDC [Internet]. 2025 [cited 2026 Jul 26]. Available from: https://www.cdc.gov/leishmaniasis/about/index.html

87. Hong A, Zampieri RA, Shaw JJ, Floeter-Winter LM, Laranjeira-Silva MF. One Health Approach to Leishmaniases: Understanding the Disease Dynamics through Diagnostic Tools. Pathogens. 2020 Oct 1;9(10):809. doi:10.3390/PATHOGENS9100809 PubMed PMID: 33019713.

88. Msellemu D, Tanner M, Yadav R, Moore SJ. Occupational exposure to malaria, leishmaniasis and arbovirus vectors in endemic regions: A systematic review. Current Research in Parasitology & Vector-borne Diseases. 2024 Jan 1;6:100185. doi:10.1016/J.CRPVBD.2024.100185 PubMed PMID: 39027087.

89. Lana JT, Mallipudi A, Ortiz EJ, Arevalo JH, Llanos-Cuentas A, Pan WK. Risk factors for cutaneous leishmaniasis in a high-altitude forest region of Peru. Trop Med Health. 2021 Dec 1;49(1). doi:10.1186/s41182-021-00332-0

90. Yimer M, Takele Y, Yizengaw E, Nibret E, Sumova P, Volf P, et al. Demographic characteristics and prevalence of asymptomatic Leishmania donovani infection in migrant workers working in an endemic area in Northwest Ethiopia. Frontiers in Epidemiology. 2024;4. doi:10.3389/fepid.2024.1367387

91. Li S, Qiu T, Zhao N, Liu M, He X, Wang X, et al. Global burden of leishmaniasis, 1990–2021: systematic analysis of the global burden of disease study. Int J Equity Health. 2025 Dec 1;24(1). doi:10.1186/s12939-025-02691-0 PubMed PMID: 41291776.

92. Berhe R, Spigt M, Schneider F, Paintain L, Adera C, Nigusie A, et al. Understanding the risk perception of visceral leishmaniasis exposure and the acceptability of sandfly protection measures among migrant workers in the lowlands of Northwest Ethiopia: a health belief model perspective. BMC Public Health. 2022 Dec 1;22(1). doi:10.1186/s12889-022-13406-3 PubMed PMID: 35578331.

93. Maia-Elkhoury ANilceS, Magalhães Lima D, Salomón OD, Puppim Buzanovsky L, Saboyá-Díaz MI, Valadas SYOB, et al. Interaction between environmental and socioeconomic determinants for cutaneous leishmaniasis risk in Latin America. Revista Panamericana de Salud Pública. 2021 Jul 1;45:e83. doi:10.26633/RPSP.2021.83 PubMed PMID: 34220995.

94. Geto AK, Berihun G, Berhanu L, Desye B, Daba C. Prevalence of human visceral leishmaniasis and its risk factors in Eastern Africa: a systematic review and meta-analysis. Frontiers in Public Health. Frontiers Media SA; 2024. doi:10.3389/fpubh.2024.1488741 PubMed PMID: 39659723.

95. Ciss M, Giacomini A, Nahé Diouf M, Delabouglise A, Mesdour A, Garcia Garcia K, et al. Description of the cattle and small ruminants trade network in Senegal and implication for the surveillance of animal diseases.

96. Junkes VH, Matos C, Matias G de S, Lermen FH, Patriarca R, Siqueira HV, et al. Occupational risks of work in the agricultural sector: a systematic literature review. Production. 2024;34:e20230042. doi:10.1590/0103-6513.20230042

97. Balaska S, Fotakis EA, Chaskopoulou A, Vontas J. Chemical control and insecticide resistance status of sand fly vectors worldwide. PLoS Negl Trop Dis. 2021 Aug 1;15(8). doi:10.1371/JOURNAL.PNTD.0009586 PubMed PMID: 34383751.

98. Tiffin HS, Gordon JR, Poh KC. One Health, many approaches: integrated vector management strategies support One Health goals. Frontiers in Insect Science. Frontiers Media SA; 2025. doi:10.3389/finsc.2025.1549348

99. Salomón OD, Quintana MG. Eco-epidemiological studies to develop integrated vector surveillance of leishmaniasis vectors in the Americas. One Health & Implementation Research. 2022;2(2):45–55. doi:10.20517/ohir.2022.09

100. Plesko A, Hoffman DF, Pocinoc A, Dreghiciu IC, Florea T, Imre M, et al. Sampling Methods for Phlebotomine Sand Flies: a critical analysis of their efficiency and usage- Mini

Review. Romanian Journal of Veterinary Sciences. 2025 Oct 22;58(3):445–53. doi:10.59463/rjvs.2025.3.12

101. Díaz-Sáez V, Morillas-Mancilla MJ, Corpas-López V, Rodríguez-Granger J, Sampedro A, Morillas-Márquez F, et al. Leishmaniasis vectors in the environment of treated leishmaniasis cases in Spain. Transbound Emerg Dis. 2022 Nov 1;69(6):3247. doi:10.1111/TBED.14677 PubMed PMID: 35943318.
102. Jibowu MH, Chung R, Tang NL, Guo S, Lawton LA, Sullivan BJ, et al. Leishmania in Texas: A Contemporary One Health Scoping Review of Vectors, Reservoirs, and Human Health. Biology. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2025. doi:10.3390/biology14080999
103. Garlapati R, Iniguez E, Serafim TD, Mishra PK, Rooj B, Sinha B, et al. Towards a Sustainable Vector-Control Strategy in the Post Kala-Azar Elimination Era. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology. Frontiers Media S.A.; 2021. doi:10.3389/fcimb.2021.641632 PubMed PMID: 33768013.
104. Badkoubi A, Sanaeiha N, Safari N, Dolati Z, Khodakarami A, Safari R, et al. Leishmaniasis in humans and small animals: Updates and insights through a one health: Leishmaniasis in Human s and Small Animals. Letters In Animal Biology. 2025 Mar 24;5(2):17–26. doi:10.62310/liab.v5i2.195
105. Pradella GD, Duarte CA, Escobar TA, Zuravski L, Góss GC, Skupien JA, et al. Risk and protective factors of Leishmaniasis in the rural area of the western border region of Rio Grande do Sul, Brazil. BMC Vet Res. 2021 Dec 1;17(1):330. doi:10.1186/S12917-021-03021-6 PubMed PMID: 34649576.
106. Dachraoui K, Chelbi I, Labidi I, Ben Osman R, Sayadi A, Ben Said M, et al. The Role of the Leishmania infantum Infected Dogs as a Potential Reservoir Host for Toscana Virus in a Zoonotic Visceral Leishmaniasis Focus of Northern Tunisia. Viruses. 2023 Apr 1;15(4). doi:10.3390/v15041012 PubMed PMID: 37112992.
107. PAHO. Plan of action to strengthen the surveillance and control of leishmaniasis in the Americas 2023-2030. Plan of action to strengthen the surveillance and control of leishmaniasis in the Americas 2023-2030. Pan American Health Organization; 2024. doi:10.37774/9789275128787

108. Kushwaha AK, Shukla A, Scorza BM, Chaubey R, Maurya DK, Rai TK, et al. Dogs as Reservoirs for Leishmania donovani, Bihar, India, 2018–2022 - Volume 30, Number 12—December 2024 - Emerging Infectious Diseases journal - CDC. Emerg Infect Dis. 2024 Dec 1;30(12):2604–13. doi:10.3201/EID3012.240649 PubMed PMID: 39592395.

109. Khan MAA, Faisal K, Chowdhury R, Nath R, Ghosh P, Ghosh D, et al. Evaluation of molecular assays to detect Leishmania donovani in Phlebotomus argentipes fed on post-kala-azar dermal leishmaniasis patients. Parasit Vectors. 2021 Dec 1;14(1). doi:10.1186/s13071-021-04961-6 PubMed PMID: 34503557.

110. Junkes VH, Matos C, Matias G de S, Lermen FH, Patriarca R, Siqueira HV, et al. Occupational risks of work in the agricultural sector: a systematic literature review. Production. 2024 Oct 31;34:0–0. doi:10.1590/0103-6513.20230042