

DOI: <https://doi.org/10.56124/allpa.v9i17.0144>

Prevalencia de Brucelosis bovina (*Brucella abortus*) en sistemas de producción: Una revisión

Prevalence of bovine brucellosis (*Brucella abortus*) in production systems: a review

Espinoza-Lucas Elizabeth Salomé¹; Molina-Aveiga Madeleyne Selene²;
Campozano-Marcillo Gustavo Adolfo³

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: elizabeth.lucas.41@espm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-3812-2113>.

² Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: madeleyne.molina.41@espm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0837-0050>.

³ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: gustavo.campozano@espm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8969-2856>.

Resumen

El presente trabajo tuvo por objetivo determinar la prevalencia de Brucelosis bovina (*Brucella abortus*) en sistemas de producción mediante una revisión bibliográfica narrativa. Se desarrolló una investigación bibliográfica, enfocada en analizar la prevalencia de la brucelosis bovina causada por *Brucella abortus* en distintos sistemas de producción. La revisión fue realizada en bases de datos científicas como PubMed, Scopus, Web of Science y SciELO, abarcando publicaciones desde el año 2015 hasta 2025: para lo cual se emplearon términos clave como "brucelosis bovina", "Brucella abortus", "prevalence" y "systems of production". Se seleccionaron investigaciones en diferentes contextos productivos y regiones geográficas, así como aquellas que evidenciaban diferencias significativas en las tasas de seroprevalencia. Los resultados demostraron que las pruebas más utilizadas para el diagnóstico de la enfermedad fueron: pruebas serológicas, como Rosa de Bengala, ELISA e inmunofluorescencia. Sin embargo, los autores señalan que aún presentan limitaciones en su precisión, y que su aplicación depende de la disponibilidad de recursos y de la capacidad técnica de los laboratorios. La prevalencia de la enfermedad está estrechamente relacionada con deficiencias en el control del movimiento de animales, la vacunación y la educación sanitaria de los productores. Por lo tanto, estos hallazgos resaltan la importancia de fortalecer las políticas públicas y promover la implementación de un programa de divulgación basado en la normatividad para la prevención y control de la enfermedad. De esta manera será posible la reducción y el impacto de la brucelosis en la ganadería, así como la protección de la salud de las comunidades rurales.

Palabras clave: Brucelosis Bovina; prevalencia; sistemas de producción; zoonosis.

Abstract

The objective of this work was to determine the prevalence of bovine brucellosis (*Brucella abortus*) in production systems through a narrative literature review. A literature review was conducted, focusing on analyzing the prevalence of bovine brucellosis caused by *Brucella abortus* in different production systems. The review was carried out in scientific databases such as PubMed, Scopus, Web of Science, and SciELO, covering publications from 2015 to 2025. Key terms such as "bovine brucellosis," "Brucella abortus," "prevalence," and "production systems" were used. Studies from different production contexts and geographic regions were selected, as well as those that showed significant differences in seroprevalence rates. The results showed that the most frequently used tests for diagnosing the disease were serological tests, such as Rose Bengal, ELISA, and immunofluorescence. However, the authors note that these tests still have limitations in their accuracy and that their application depends on the availability of resources

68

Fecha de recepción: 07 de octubre de 2025; **Fecha de aceptación:** 15 de diciembre de 2025; **Fecha de publicación:** 09 de enero del 2026.



and the technical capacity of laboratories. The prevalence of the disease is closely related to deficiencies in animal movement control, vaccination, and health education for producers. Therefore, these findings highlight the importance of strengthening public policies and promoting the implementation of a regulatory-based outreach program for the prevention and control of the disease. This will make it possible to reduce the impact of brucellosis on livestock and protect the health of rural communities.

Keywords: Bovine brucellosis; prevalence; production systems; zoonosis.

1. Introducción

El primer informe clínico sobre brucellosis fue realizado por Jeffery Allen Marston, quien contrajo la enfermedad en 1861 mientras trabajaba en la región del Mediterráneo, dos años después realizó la descripción de su propio caso. El agente etiológico fue descubierto por David Bruce en 1886 en la isla de Malta mientras realizaba una investigación, un año después aisló el microrganismo *Micrococcus melitensis* del bazo de un soldado fallecido, el cual fue denominado como *Brucella melitensis* (*B. melitensis*) (Álvarez et al., 2015). Para 1895 el Profesor, patólogo veterinario y Bacteriólogo danés Bernhard Bang descubrió la especie *Brucella abortus* (*B. abortus*) como el agente causal del aborto bovino (Roldán, 2020).

De acuerdo con Soares et al. (2015) las enfermedades zoonóticas, incluidas las causadas por *Brucella abortus*, representan un desafío significativo para la salud pública y los sistemas de

producción agropecuaria a nivel mundial. En el ámbito ganadero la brucellosis es una de las principales enfermedades que afecta la productividad y rentabilidad (Acuña et al., 2024).

Vergara (2023) indica que la *Brucella abortus* es un cocobacilo Gram negativo, intracelular facultativo que pertenece al género *Brucella*. Es la causa principal de la brucellosis bovina, una enfermedad zoonótica de gran relevancia a nivel mundial. El biovar 1 de *B. abortus* es el más frecuente; se ha documentado que otras especies como *B. suis* (biovar 1 y 3) y *B. melitensis*, también pueden infectar a los bovinos (Motta et al., 2020). Esta enfermedad en sistemas productivos vulnerables se ve favorecida por factores como el contacto entre animales, la carencia de medidas sanitarias adecuadas y la falta de programas de vigilancia epidemiológica (Vergara, 2023).

Arif et al. (2019) mencionan que la transmisión de *Brucella* spp. se ve facilitada por las condiciones de producción extensiva y de bajos recursos, donde las limitaciones económicas, logísticas y socioculturales dificultan la implementación de programas de control y erradicación. Sin embargo, aunque existen avances significativos en vacunación y diagnóstico, su aplicación sigue siendo limitada en muchas regiones debido a barreras de infraestructura y capacitación. En consecuencia, las tasas de prevalencia continúan siendo altas, especialmente en países en desarrollo como menciona la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA, 2025).

Martínez (2021) señala que para el diagnóstico de *Brucella* en sistemas de producción animal, se emplean pruebas serológicas como la aglutinación en placa con antígeno Rosa de Bengala, reconocidas por su rapidez y facilidad de uso, aunque presentan limitaciones en cuanto a sensibilidad y especificidad. Técnicas como el ELISA indirecto y herramientas moleculares, como la PCR, han surgido como métodos complementarios que mejoran la

precisión en la detección de esta zoonosis (Rueda, 2021).

En bovinos, esta infección se manifiesta principalmente mediante trastornos reproductivos, como abortos en el último trimestre de gestación, retención placentaria y una reducción en la productividad, lo que afecta la sostenibilidad de los hatos ganaderos (Escobar et al., 2017). Martínez et al. (2018) señala que esta zoonosis genera pérdidas significativas como reducción en la producción de leche y carne, así como la descalificación de productos derivados de animales infectados. Además, el riesgo de contagio animal–humano depende del nivel de interacción de las personas con los animales. Sin embargo, se ha identificado un aumento de contagios debido al consumo de leche y productos lácteos no pasteurizados. Estos medios de transmisión, sumados a la posibilidad de infección a través de vías cutáneo-mucosas, contribuyen al incremento de la prevalencia de la enfermedad (Ortiz et al., 2023).

Desde una perspectiva sanitaria, la brucelosis representa un problema prioritario en muchas regiones, especialmente en aquellas con sistemas

ganaderos de alta dependencia económica. Su carácter zoonótico la convierte en una amenaza constante para la salud pública, afectando particularmente a trabajadores rurales, veterinarios y consumidores de productos lácteos no pasteurizados. La persistencia de *Brucella abortus* en los rebaños no solo dificulta su erradicación, sino que también mantiene un riesgo continuo de transmisión a los humanos, generando implicaciones tanto en la salud como en la economía del sector agropecuario (Herrán et al., 2020).

Andrade et al. (2023) aportan que a nivel mundial la prevalencia de la brucelosis bovina presenta una marcada heterogeneidad, mientras que en muchos países desarrollados se han logrado avances significativos en su control y erradicación a través de programas estrictos de vacunación y diagnóstico. Regiones como América Latina, África y Asia siguen enfrentando desafíos debido a la falta de recursos, infraestructura sanitaria limitada y dificultades en la implementación de medidas de bioseguridad; en estas áreas, la prevalencia sigue siendo alta, comprometiendo la viabilidad económica y sanitaria de los sistemas

ganaderos. En países como Colombia, la enfermedad continúa siendo un desafío importante para la salud pública y la economía ganadera, a pesar de los esfuerzos realizados para su control (Calderón et al., 2015).

El presente artículo de revisión bibliográfica tuvo por objetivo analizar la prevalencia de la brucelosis bovina (*Brucella abortus*) en diferentes sistemas de producción con el fin de analizar los factores de riesgo, métodos diagnósticos y estrategias de control y prevención documentadas, identificando patrones epidemiológicos.

2. Metodología (materiales y métodos)

En la presente investigación se llevó a cabo una revisión bibliográfica, enfocada en analizar la prevalencia de la brucelosis bovina causada por *Brucella abortus* en distintos sistemas de producción. La revisión narrativa permitió analizar la prevalencia de la brucelosis bovina (*Brucella abortus*) en diferentes sistemas de producción. Con este método se logró realizar una revisión de la información existente. De acuerdo con Salinas (2020) desde hace décadas se ha presentado, en libros y en artículos de revistas, resúmenes de enfermedades o

síndromes. La revisión narrativa puede abarcar todo el ámbito de la enfermedad, generando una visión global y actualizada de algún tópico. Este método permite dar una perspectiva histórica o enumerar hitos en el desarrollo del conocimiento de una patología; al mismo tiempo, puede dar perspectivas futuras de como continuar avanzando o investigando, planteando líneas de investigación a seguir o elementos nuevos a explorar.

Mediante la revisión narrativa se recolectaron patrones epidemiológicos, factores de riesgo, las estrategias de control, método diagnóstico y de prevención. Al incorporar a la revisión estudios de caso y análisis descriptivos se logró obtener una visión más amplia del tema objeto de estudio, facilitando la identificación de áreas críticas y de las políticas de control.

2.1. Estrategia de búsqueda

La búsqueda de literatura se realizó en bases de datos científicas reconocidas, incluyendo PubMed, Scopus, Web of Science y SciELO, abarcando publicaciones desde el año 2015 hasta 2025. Se emplearon términos clave como "brucelosis bovina", "Brucella abortus", "prevalence" y "systems of

production", combinados mediante operadores booleanos (AND, OR, NOT).

2.2. Criterios de inclusión

Para la presente revisión bibliográfica narrativa se consideraron como criterios de inclusión artículos científicos originales, revisiones sistemáticas y narrativas, metaanálisis, así como informes técnicos y documentos oficiales emitidos por organismos reconocidos en sanidad animal, tales como la Organización Mundial de Sanidad Animal (WOAH), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se incluyeron estudios que abordaran la prevalencia de la brucelosis bovina causada por *Brucella abortus* en diferentes sistemas de producción ganadera, incluyendo producción de leche, carne y sistemas de doble propósito, realizados en bovinos domésticos sin restricción de edad o sexo.

Asimismo, se incorporaron investigaciones de tipo observacional y epidemiológico que reportaran datos cuantitativos de prevalencia, seroprevalencia o vigilancia sanitaria, siempre que emplearan pruebas

diagnósticas reconocidas y validadas para la detección de brucelosis bovina, tales como la prueba de Rosa de Bengala, ELISA, Fijación del Complemento, PCR o el aislamiento bacteriológico. Se consideraron publicaciones realizadas principalmente durante los últimos 10 a 15 años, aunque se admitieron estudios clásicos de relevancia epidemiológica cuando aportaron información fundamental para la comprensión del comportamiento histórico de la enfermedad. Se incluyeron trabajos publicados en los idiomas español, inglés y portugués, desarrollados en contextos geográficos locales, regionales, nacionales o internacionales con características productivas comparables.

2.3. Criterios de exclusión

Por otra parte, se establecieron como criterios de exclusión aquellos estudios realizados exclusivamente en especies distintas a los bovinos, como ovinos, caprinos, porcinos, fauna silvestre o humanos, cuando no aportaron información directamente aplicable a la población bovina. También se excluyeron investigaciones centradas en especies del género *Brucella* distintas de *Brucella abortus*, así como publicaciones

que no reportaran datos cuantitativos de prevalencia o que presentaran deficiencias metodológicas, tales como ausencia de descripción del tamaño muestral, de las técnicas diagnósticas empleadas o de los procedimientos de análisis de resultados.

Finalmente, no se consideraron tesis no publicadas, resúmenes de congresos sin acceso al texto completo, artículos de opinión, cartas al editor ni documentos carentes de respaldo científico. Igualmente, se excluyeron publicaciones duplicadas y aquellos estudios cuyo texto completo no estuvo disponible para su evaluación crítica, garantizando así la calidad y validez de la información analizada en la presente revisión.

3. Resultados y discusión

3.1. Prevalencia de *Brucella abortus* y factores de riesgo asociados

De acuerdo con Bonilla et al (2023) en su investigación titulada: “Seroprevalencia de la brucelosis bovina en América Latina y el Caribe”. Las pruebas serológicas utilizadas en los estudios incluyeron, principalmente, el test de Rosa de Bengala (RBT) como técnica de tamizaje inicial, mientras que las pruebas ELISA, 2-mercaptoetanol (2-MET),

inmunofluorescencia indirecta (IFI) y anticuerpos de inmunofluorescencia (IFAT) se emplearon como métodos confirmatorios. Cada una de estas pruebas presenta variaciones en su sensibilidad y especificidad, lo que constituye una limitación a considerar. La elección del método diagnóstico dependió tanto de la disponibilidad de recursos como de las normas técnicas vigentes en cada país.

El procesamiento y análisis de los datos se efectuó mediante el software STATA versión 16.0 (Stata Corporation, College Station, TX, EE. UU.). El metanálisis se aplicó utilizando un modelo de efectos aleatorios basado en el método de Dersimonian y Laird, con el fin de estimar las tasas agrupadas de infección bovina por *Brucella* spp. Los intervalos de confianza del 95% (IC95%) se calcularon empleando el método de Clopper-Pearson.

La evidencia cuantitativa más reciente confirma una marcada heterogeneidad en la seroprevalencia según la región y el tipo de sistema productivo. Un metaanálisis realizado en América Latina y el Caribe, que incluyó aproximadamente 46,9 millones de bovinos, estimó una prevalencia

combinada del 4,0% (IC95%: 3,0–5,0), con valores particularmente elevados en Centroamérica y el Caribe (~8%). El estudio también señala que los sistemas extensivos presentan mayores riesgos, asociados a la mezcla de categorías, el acceso limitado a servicios veterinarios y deficiencias en higiene. A nivel global, una síntesis en ganado reportó una prevalencia del 3,25% (IC95%: 1,81–5,78), con una heterogeneidad muy elevada ($I^2 \approx 98\%$). En conjunto, estos hallazgos sugieren que tanto la organización de los sistemas de producción como las políticas sanitarias vigentes explican buena parte de la variabilidad observada (Bonilla et al., 2023).

Tian et al (2024) en su investigación: Seroprevalencia de brucelosis en ganado bovino en China durante 2014-2024. Para ello se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica exhaustiva para identificar publicaciones realizadas entre el uno de enero de 2014 y el uno de junio de 2024, con el propósito de recopilar información actualizada sobre la seroprevalencia de la brucelosis bovina en China.

Se estimó la seroprevalencia combinada de brucelosis bovina y se evaluó la

heterogeneidad entre los estudios mediante pruebas estadísticas correspondientes. Dado que se detectaron valores atípicos (0) en los datos proporcionales, se aplicaron de forma independiente las correcciones de Bartlett y la transformación de doble arcoseno de Freeman-Tukey para el preprocesamiento de los resultados.

Como resultados el autor indica que, en sistemas intensivos con vigilancia sostenida, la prevalencia tiende a ser más baja, aunque rara vez se reduce a cero. Un metaanálisis realizado en China entre 2014 y 2024, que integró 80 estudios y un total de 3,13 millones de muestras, estimó una seroprevalencia global del 1,5% (IC95%: 0,6–2,6). Al analizar subgrupos, la prevalencia en lecherías alcanzó el 3,1%, superior a la observada en ganado de carne (1,3%). Estos resultados muestran que, incluso en contextos con programas de control consolidados, persisten focos de transmisión, lo que refuerza la necesidad de mantener esquemas de vigilancia rutinaria.

Según Elías et al (2024) en su investigación titulada: Factores de riesgo asociados a la presentación de brucelosis en establecimientos mixtos de caprinos-

bovinos de la provincia de Formosa, Argentina. Se llevó a cabo un estudio observacional de tipo transversal en establecimientos bovinos y caprinos localizados en los departamentos de Patiño y Bermejo, provincia de Formosa. Estas explotaciones se caracterizan por contar principalmente con rodeos de tamaño pequeño a mediano (hasta 500 animales), aunque en algunos casos excepcionales superan esta cantidad. El número de establecimientos para el muestreo se determinó aplicando la fórmula general para estimar el tamaño muestral en estudios de prevalencia, considerando una prevalencia esperada del 22% (según datos reportados en 2013), un intervalo de confianza del 95% (IC95%) y un margen de error inferior al 10%.

En total 67 establecimientos fueron seleccionados en la región centro-oeste de la provincia de Formosa, donde se muestrearon 7.855 animales (2.943 bovinos y 4.912 caprinos) durante el año 2022 y el primer semestre del 2023. En cada establecimiento, se recolectaron muestras de sangre correspondientes al menos al 25% del total de animales de cada especie: bovinos (hembras mayores de 18 meses y machos mayores

de seis meses) y caprinos (hembras y machos mayores de seis meses). Las muestras fueron obtenidas por venopunción yugular sin el uso de anticoagulante. Tras su extracción e identificación, se transportaron en condiciones de refrigeración (menos de 6 horas) hasta el laboratorio, donde se conservaron para su posterior análisis.

Las muestras de sangre fueron centrifugadas para obtener una adecuada separación del suero, sobre el cual se aplicó la prueba de aglutinación en placa con antígeno tamponado (BPA) como método de tamizaje inicial, seguida de la prueba de fluorescencia polarizada (FPA) utilizada como prueba confirmatoria. Según los criterios establecidos por el SENASA, los bovinos se clasificaron como negativos cuando presentaron valores inferiores a 94 UmP, sospechosos con valores entre 94 y 104 UmP, y positivos cuando alcanzaron o superaron los 105 UmP. En el caso de los caprinos, las muestras se consideraron positivas cuando los valores fueron iguales o superiores a 85 UmP. De esta manera, una muestra se determinó como positiva únicamente cuando ambas pruebas, aplicadas de forma secuencial, resultaron positivas.

En una primera fase, todas las variables independientes fueron analizadas individualmente en relación con la presencia de brucelosis, utilizando modelos lineales generalizados mixtos (MLGM) con distribución binomial, función de enlace logarítmico y el rodeo como efecto aleatorio. Posteriormente, aquellas variables que mostraron una asociación con un valor de $p < 0,15$ en el análisis univariado fueron incluidas en un segundo modelo MLGM con las mismas especificaciones estadísticas para evaluar las asociaciones de forma multivariada.

Los resultados más relevantes indican que en Argentina, en establecimientos mixtos de bovinos y caprinos, se estimó una prevalencia interrodeo del 9% y una intrarodeo del 2,75%. Entre los factores críticos identificados se destacaron el ingreso de animales sin certificación negativa, el manejo inadecuado de abortos y crías débiles, así como deficiencias en la vacunación. Estos resultados ponen de relieve que la gestión reproductiva y el control de los movimientos constituyen puntos clave de intervención en sistemas mixtos de pequeña y mediana escala.

Por su parte Sánchez et al (2021) aporta en su investigación: Factores de riesgo asociados a la seroprevalencia de brucelosis en hatos bovinos de Xochimilco, Ciudad de México. Cuyo desarrollo tuvo lugar en la Cuenca Lechera de la Alcaldía Xochimilco en la Ciudad de México, la que cuenta con 40 hatos que albergan vacas Holstein Freisan en producción semiestabulado. Se muestraron 15 hatos (37,5 %), debido a las medidas de bioseguridad y a la autorización de los propietarios; el total de la población fue 507 vacas en producción.

Para determinar el tamaño muestral se consideró un nivel de confianza del 95% y una prevalencia esperada del 53,3%, lo que resultó en la selección de 270 vacas. La elección de los animales se realizó de manera proporcional en cada hato, tomando en cuenta la población específica de cada uno. La recolección de sangre se efectuó mediante venopunción coccígea utilizando tubos vacutainer sin anticoagulante. Las muestras se centrifugaron a 1.000 g durante 10 minutos para separar el suero, el cual se almacenó posteriormente en congelación a temperaturas entre -18 y -20 °C hasta su

análisis. Para la detección de anticuerpos contra *Brucella abortus*, se utilizó la prueba de aglutinación en tarjeta o Rosa de Bengala (RB) como método de tamizaje, seguida de la prueba de Rivanol como prueba confirmatoria. De manera complementaria, se aplicó una encuesta a los productores con el objetivo de identificar factores de riesgo asociados a la infección por *Brucella abortus*.

En los sistemas periurbanos y lecheros de Xochimilco (Ciudad de México) se documentó una seroprevalencia del 31,8% (RBPT y rivanol) con un promedio de 5,733 positivos a brucela. Se tuvo en promedio dos vacas negativas por cada vaca positiva. El 80% de los hatos carecía de un área destinada a cuarentena y presentaba una gestión inadecuada de excretas, placetas y otros desechos del parto (13,33%), además de compartir rutas con otros hatos (46,66 %) Solo el 13,34 % de los productores tenían las instalaciones y el material específico para el manejo de los bovinos. Este conjunto de prácticas operativas favorece la persistencia del agente en contextos semiintensivos caracterizados por una elevada conectividad.

Escobar et al (2017) en su investigación titulada: Geo-referenciación de la prevalencia de brucelosis bovina (*Brucella abortus*) en Santo Domingo de los Tsáchilas. Cuyo desarrollo se realizó en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, situada en la zona centro-norte del Ecuador, dentro de la región geográfica conocida como Litoral o Costa. Esta provincia está integrada por dos cantones, que a su vez se dividen en ocho parroquias urbanas y diez rurales. Estas divisiones territoriales se utilizaron como referencia geográfica para el registro de los casos de brucelosis detectados en la zona.

La investigación adoptó un enfoque descriptivo, con el propósito de identificar la presencia y distribución espacial de la brucelosis bovina en la provincia. La población de estudio estuvo conformada por 10 195 bovinos, y los datos se obtuvieron a partir de registros oficiales contenidos en formularios que incluían información sobre la edad, el sexo, la procedencia, el estado de vacunación y la raza o cruce de los animales. El período de análisis abarcó los años 2012 a 2016, y la información fue proporcionada por AGROCALIDAD mediante notificaciones

de propietarios, reportes de los sensores epidemiológicos y procesos de certificación de predios libres de brucelosis. Para el diagnóstico, se recolectaron muestras de suero sanguíneo bovino mediante punción en la vena coccígea media. Estas muestras fueron analizadas para detectar la presencia de anticuerpos contra *Brucella abortus*. El análisis serológico se efectuó mediante la aplicación de dos pruebas complementarias.

En primera instancia, se empleó la prueba de aglutinación rápida en placa (Rosa de Bengala), que utiliza un antígeno compuesto por una suspensión concentrada de *Brucella abortus* (cepa 99 o 1199.3), diluido en un tampón ácido con un pH de 3,6 y teñido con el colorante Rosa de Bengala. Posteriormente, se aplicó la prueba de ELISA indirecta, basada en un anticuerpo monoclonal biotinilado, utilizando placas de 96 pozos recubiertas con lipopolisacárido (LPS) purificado de *B. abortus*. Cabe señalar que esta técnica no permite diferenciar entre animales vacunados con la cepa 19 y aquellos infectados de manera natural. Para la georreferenciación de la enfermedad, se registraron las coordenadas geográficas

(X y Y) mediante un dispositivo GPS, junto con la descripción del lugar y la parroquia donde se detectaron indicios de brucelosis. Esta información permitió representar de forma espacial la distribución de la enfermedad dentro de la provincia.

Escobar et al (2017) en un estudio que realizaron en Santo Domingo de los Tsáchilas con el objetivo de determinar la prevalencia de brucelosis bovina mediante las técnicas de aglutinación rápida en placa de Rosa Bengala y ELISA, con muestras que fueron tomadas entre enero 2012 y diciembre del 2016. Como resultado se analizaron un total de 4903 muestras durante esos cinco años, siendo positivas un total del 6,77% (332 muestras) y negativas 93,23% (4571 muestras): siendo sacrificados 282 (5,75%) animales que dieron positivo. Los sectores que presentaron mayor incidencia de brucelosis fueron: San Jacinto del Búa, Luz de América, Valle Hermoso y Santo Domingo de los Colorados, presentaron más incidencia de brucelosis.

Paucar et al (2021) aporta en su investigación cuyo título es: Estimación bayesiana de la prevalencia y características de dos pruebas

serológicas (RB y SAT-EDTA) para el diagnóstico de brucelosis bovina en pequeños y medianos productores de ganado en Ecuador. Desarrolló un estudio transversal de la encuesta nacional sobre brucelosis, tuberculosis y garrapatas del ganado bovino, realizada entre 2012 y 2015 en Ecuador. Para ello la población objeto de estudio fueron fincas de ganado bovino, con hatos pequeños, medianos y grandes. La selección de los bovinos se la realizó mediante muestreo aleatorio en las 19 fincas de las 24 provincias del país. Respecto a la selección del número de animales para muestrear: se lo realizó por ponderación (contribución de cada provincia al total nacional). Se muestrearon bovinos machos mayores de seis meses, bovinos hembras con o sin vacunación de RB51 y hembras vacunadas con la cepa 19 mayores de 18 meses.

Se muestreo según el número de animales presentes en cada explotación: 4-6 animales (75%), 7-15 animales (50%), 16-30 animales (33%), 31-80 animales (29%), 81-160 animales (25%) y más de 160 animales (40 animales). Se obtuvieron muestras de sangre de 22 592 animales, pertenecientes a 2733

explotaciones ganaderas, clasificadas como grandes (más de 70 cabezas de ganado), medianas (de 21 a 70 cabezas de ganado) y pequeñas (de 1 a 20 cabezas de ganado). Se analizaron explotaciones ganaderas correspondientes a 19 provincias, las cuales se clasificaron en regiones: la Región Costera (Esmeraldas, Guayas, Los Ríos, Manabí, Santa Elena y Santo Domingo), la Sierra Norte (Bolívar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Pichincha y Tungurahua), la Sierra Sur (Azuay, El Oro, Loja y Zamora Chinchipe) y la Región Amazónica (Napo y Pastaza).

En cuanto a los factores de riesgo, se realizó un estudio epidemiológico mediante una entrevista personal con los responsables: incluyó aspectos relacionados con la identificación y ubicación de la explotación, así como el número de animales y tipo de producción. Finalmente, se identificaron aspectos sanitarios como el sistema de reproducción, control veterinario, manejo de abortos, manifestaciones clínicas de la enfermedad, diagnóstico y vacunación.

Se obtuvieron muestras de sangre de cada animal mediante venopunción

coccígea. Tras la coagulación, las muestras se etiquetaron y se transportaron al laboratorio en hielo (4–8 °C). El suero sanguíneo obtenido por centrifugación (250 rpm) se procesó y analizó en el laboratorio de inmunodiagnóstico del Instituto Internacional de Zoonosis (CIZ) de la Universidad Central del Ecuador. Las pruebas de detección utilizadas para determinar la presencia de anticuerpos contra *Brucella* spp. fueron la prueba de rubéola (RB) y la prueba de aglutinación en suero con EDTA (SAT-EDTA), con un punto de corte superior a 30 UI (Unidades Internacionales) (25 % de aglutinación para la dilución 1/25), según los protocolos de la OIE y Sciensano.

Las muestras no identificadas, hemolizadas, ictéricas, lipémicas y contaminadas se descartaron y se etiquetaron como «No reportado» (NR); las muestras de los animales con resultado NR tanto en la RB como en la SAT-EDTA también se descartaron. Finalmente, se obtuvo una base de datos curada con los resultados de 22.126 animales (97,9% muestreados) pertenecientes a 2.733 granjas (100% muestreadas).

Como resultado la seroprevalencia en las granjas fue del 7,9% (IC del 95%: 6,79–9,03) mientras que la TP dio un valor de fue del 12,2% (IC del 95%: 7,8–17,9). Respecto a la prevalencia aparente en los animales fue de 2,2% (IC del 95%: 1,82–2,67) y la TP fue del 1,6% (IC del 95%: 1,0–2,4). La sensibilidad de la prueba RB fue de 64,6% (IC del 95%: 42,6–85,3) la especificidad en un 98,9% (IC del 95%: 98,6–99,0). Para la prueba SAT-EDTA fue del 62,3% (IC del 95%: 40,0–84,8) para la sensibilidad y para la especificidad fue del 98,9% (IC del 95%: 98,6–99,1): ambas pruebas indican una alta correlación en animales infectados y no infectados. La región costera fue la zona con la mayor prevalencia real, con un valor de 2,5 % (ICr del 95 %: 1,3-3,8 %) en animales individuales y en rebaños un 28,2 % (IC del 95 %: 15,7-39,8 %). Como factores de riesgo se indicó el tamaño del rebaño, los abortos registrados, el tipo de producción y la vacunación.

Garrido et al (2023) en su investigación: Seroprevalencia y factores de riesgo relacionados con la brucelosis bovina en Ecuador continental. Entre mayo y junio del 2018 AGROCALIDAD con el apoyo de PANAFTOSA/SVP-OPS/OMS en el marco

de la cooperación técnica con Ecuador, realizó un estudio serológico sobre brucelosis bovina en 23 provincias del país. Indica que la estimación del tamaño de la muestra se realizó con base en la cantidad y distribución del ganado bovino registrada en 2017. Para determinar dicho tamaño (rebaños y animales), se consideraron además las características de la prueba ELISA competitiva (c-ELISA), asumiendo una sensibilidad (Se) y especificidad (Sp) del 95 %. A nivel de rebaño, se aplicó un nivel de confianza del 95 %, una prevalencia esperada del 15 % y una precisión del 0,05. En total, se seleccionaron 287 rebaños, aunque el número se redondeó a 290 unidades. El proceso de muestreo se llevó a cabo mediante un diseño aleatorio estratificado.

En cuanto al número de animales a muestrear dentro de cada categoría, se calculó asumiendo una prevalencia intrarebaño esperada del 10 %, una precisión del 0,05 y un nivel de confianza del 95 %. Con el fin de reducir la probabilidad de resultados falsos positivos en la prueba c-ELISA, ocasionados por la vacunación contra la brucelosis en Ecuador, solo se incluyeron

bovinos hembras de 24 meses de edad o más, obteniéndose un total de 3737 muestras. La prevalencia aparente de brucelosis se estimó tanto a nivel de rebaño como de animal en cada una de las regiones evaluadas. Se consideró que un rebaño era positivo cuando al menos uno de sus animales arrojó un resultado positivo en la prueba diagnóstica c-ELISA. La prevalencia se expresó como la proporción de rebaños o animales positivos con respecto al total analizado. Los cálculos se efectuaron utilizando los paquetes «epiR» y «RSurveillance» del software R, en sus versiones 3.5.1 y 4.2.2.

Las muestras fueron transportadas a los laboratorios de la red AGROCALIDAD, manteniendo la cadena de frío entre 4 y 8 °C. Para la obtención del suero, las muestras se centrifugaron durante 5 minutos a 5000 rpm. El suero resultante se conservó a una temperatura de 4–8 °C hasta su análisis en los laboratorios de serología de AGROCALIDAD, ubicados en Tumbaco, provincia de Pichincha.

Se utilizó la prueba c-ELISA, con el kit SVANOVIR® Brucella-Ab, para validar los resultados de cada ensayo, se emplearon los sueros de control positivo y negativo suministrados en el kit. Los

criterios de validación de la prueba fueron: DO del control conjugado (Cc) entre 0,75 y 2,0; porcentaje de inhibición (PI) del control positivo entre 80 y 100; del control positivo débil entre 30 y 70; y del control negativo inferior al 30 %. Se consideró un resultado negativo cuando el PI fue menor al 30 %, y positivo cuando fue igual o superior a ese valor. La sensibilidad (Se) y la especificidad (Sp) del método se estimaron entre 0,95 y 1.

Los rebaños se clasificaron de acuerdo con su superficie en hectáreas (ha) en cuatro grupos: 0–5 ha, 6–30 ha, 31–70 ha y más de 70 ha. Asimismo, se categorizó el tamaño del rebaño según el número de animales: pequeño (1 a 20 cabezas), mediano (21 a 70 cabezas) y grande (más de 70 cabezas). El diseño transversal del estudio permitió identificar factores de riesgo y de protección asociados con la presencia de brucelosis bovina, evaluada mediante la prueba c-ELISA. El modelo se depuró de manera progresiva, eliminando las variables con menor significancia ($p > 0,05$) hasta obtener la versión más parsimoniosa posible, es decir, aquella que no presentaba diferencias significativas con el modelo más

complejo, de acuerdo con la prueba de razón de verosimilitud ($p < 0,05$).

El autor indica que la evidencia obtenida en sistemas extensivos o mixtos revela prevalencias y riesgos más elevados, estrechamente vinculados con prácticas como la movilidad sin cuarentena, la reposición de animales de fuentes externas y la deficiente aplicación de medidas de bioseguridad. El estudio nacional que incluyó 290 hatos evaluados mediante c-ELISA estimó una prevalencia aparente del 21,3% a nivel de hato (IC95%: 16,8–26,6) y del 6,2% a nivel individual (IC95%: 5,5–7,0). El análisis multivariado identificó como factores determinantes la extensión de más de 70 hectáreas por hato ($OR=2,73$) y la presencia de al menos dos partos por vaca. Estos hallazgos se enmarcan en un contexto caracterizado por un bajo nivel de bioseguridad en las explotaciones extensivas.

En investigación de Vinueza et al (2023): Prevalencia de brucelosis bovina en explotaciones ganaderas, conocimiento de los ganaderos y prácticas locales en pequeñas y medianas explotaciones de ganado en una región tropical de Ecuador. Quinindé es uno de los siete cantones de la provincia de Esmeraldas.

Su temperatura oscila alrededor de los 25 °C, con una humedad relativa superior al 80 %. El estudio se realizó entre marzo y noviembre de 2017. Para la estimación del tamaño de la muestra, se consideró una prevalencia entre explotaciones del 11%, un nivel de confianza del 95% y una precisión del 5%. Se obtuvo una muestra de al menos 135 explotaciones ganaderas utilizando el programa WIN EPI 2.0.

Para la selección de las explotaciones se utilizó la información del censo de explotaciones del sistema de información sobre fiebre aftosa de Ecuador. De las 4200 pequeñas explotaciones ganaderas presentes en Quinindé, se seleccionaron 1772 para el muestreo aleatorio por ser pequeñas o medianas explotaciones y tener constancia de actividad lechera o de doble propósito.

Se tomaron muestras de leche de 100 ml en cada granja, directamente de los tanques de recolección de leche, y se conservaron en frascos estériles. Se transportaron en cajas térmicas refrigeradas, manteniendo la cadena de frío, a los laboratorios de la Universidad San Francisco de Quito, donde se almacenaron a -20 °C hasta la fecha de

envío al Laboratorio. Se realizó una prueba de anticuerpos mediante ELISA indirecto para la detección de anticuerpos en leche de Brucellosis (IDEXX).

La prevalencia aparente entre explotaciones se calculó a partir de los resultados de la prueba ELISA. Se realizaron dos análisis multivariados mediante regresión logística para identificar los factores de riesgo asociados al estado de brucellosis en las explotaciones, según la seropositividad de la leche, por un lado, y, por otro, la notificación de trastornos reproductivos por parte de los ganaderos. El tamaño de las explotaciones se clasificó en dos categorías: explotaciones pequeñas (<50 cabezas de ganado) y explotaciones medianas (≥ 50 cabezas de ganado).

Los principales resultados indican que, en un estudio sobre brucellosis bovina mediante la técnica de Elisa que realizaron en 173 ganaderos (medianos y pequeños) en una región tropical del Ecuador. Obtuvieron una prevalencia aparente correspondiente al 11.5% (IC 95%: 6.7%–16.2%): fincas medianas 23.8%, IC 95%: 10.9%–36.6%, $p < 0.0001$, mientras que las fincas pequeñas 7.6%, IC 95%: 4.5%–9%. Respecto a los

factores de riesgo: las fincas medianas presentaron mayor probabilidad de ser infectadas en comparación con las pequeñas (OR: 3,7, IC del 95%: 1,39–9,84, $p = 0,008$). Una vez más los autores coinciden en que el tamaño de la finca es un factor de riesgo. De los agricultores encuestados el 25% tenían desconocimiento sobre la infección. 14 de las 112 fincas que consumían y comercializaban leche cuajada y no pasteurizada dieron positivo para brucellosis bovina. Fueron identificadas prácticas de alto riesgo: manipulación de fetos abortados. Por lo tanto, es necesario desarrollar programas de educación en salud pública para los agricultores del país.

3.2. Estrategias de control y prevención

La permanencia de la brucellosis bovina evidencia la urgencia de fortalecer las políticas públicas y los programas de control sanitario. Es necesario aplicar estrategias integrales que incluyan la vacunación constante, el control del movimiento de animales, la educación sanitaria y la colaboración entre instituciones. Solo a través del enfoque "Una sola Salud" (One Health), que integra la salud animal, humana y

ambiental, será posible disminuir el impacto zoonótico y económico que esta enfermedad genera en la ganadería.

De acuerdo con World Organisation for Animal Health (WOAH) (2025) este enfoque moviliza a múltiples sectores, disciplinas y comunidades en distintos niveles de la sociedad para que trabajen conjuntamente en pro del bienestar y aborden las amenazas a la salud y los ecosistemas, al mismo tiempo se contribuye al desarrollo sostenible. Sánchez et al (2021) indica que es necesario el desarrollo de programas preventivos para el control de la brucelosis bovina.

La interpretación de estas prevalencias debe situarse en el marco normativo y programático vigente. El Capítulo 8.4 del Código Terrestre de la WOAH (2024) establece los criterios para declarar y mantener un estatus libre, que incluyen la notificación obligatoria, la frecuencia de las pruebas en función de la prevalencia, así como los requisitos aplicables a los movimientos y al comercio. La adhesión a estas disposiciones, complementada con sistemas de trazabilidad y medidas de bioseguridad, se ha asociado con una reducción sostenida de la infección hasta

niveles no detectables en aquellos países o zonas que cuentan con programas consolidados.

Las posibles proyecciones prospectivas a partir de los resultados de la presente investigación, sugiere el desarrollo de un programa de divulgación basado en normativas para la prevención y control de la enfermedad.

4. Conclusiones

La presencia de *Brucella abortus* no es igual en todos los sistemas de producción; varía según el manejo y las condiciones sanitarias de cada entorno. En los sistemas extensivos y mixtos, donde suelen faltar medidas adecuadas de bioseguridad, control reproductivo y vigilancia sanitaria, la enfermedad encuentra un terreno favorable para mantenerse y propagarse. Estas limitaciones estructurales hacen que su control sea más complejo.

Las pruebas serológicas siguen siendo las herramientas más utilizadas para diagnosticar la brucelosis bovina dentro de los programas de vigilancia sanitaria. Sin embargo, su precisión aún presenta ciertas limitaciones. La incorporación de métodos moleculares, como la PCR y el ELISA indirecto, ha permitido obtener

diagnósticos más confiables y específicos, aunque su uso todavía depende de los recursos disponibles y del nivel de capacitación técnica en los laboratorios.

La brucelosis bovina no solo es un problema de salud animal, sino también una preocupación social y económica que afecta directamente a las comunidades rurales. Su control requiere el compromiso conjunto de productores, médicos veterinarios y autoridades sanitarias. Promover la conciencia sobre la prevención, fortalecer los laboratorios y mantener una vigilancia constante son pasos esenciales para construir sistemas ganaderos más sostenible.

Bibliografía

- Acuña, M., Álvarez, J., Figueroa, J., Lerma, M., y Serna, A. (2024). Impacto de la brucelosis bovina en la salud animal y la producción ganadera: Estrategias de manejo y control de la bacteria [Tesis de grado]. Unidad Central del Valle. <https://n9.cl/3flyo>
- Andrade, O., Vintimilla, A., López, M., Guevara, G., y Rivera, S. (2023). Prevalencia y factores de riesgo asociados a brucelosis bovina en ganaderías lecheras de la provincia del Azuay-Ecuador. La Granja, 38(2), 138-151. <https://doi.org/10.17163/lgr.n38.2023.10>
- Álvarez, N., Díaz, M., & Ortiz, M. (2015). Brucellosis, una zoonosis frecuente. Elsevier, 3(2), 129-133. <https://www.elsevier.es/revista-revista-medicina-e-investigacion-353-articulo-brucellosis-una-zoonosis-frecuente-S2214310615000382>
- Arif, S., Thomson, P., Hernández, M., McGill, D., Warriach, H., Hayat, K., & Heller, J. (2019). Bovine brucellosis in Pakistan; an analysis of engagement with risk factors in smallholder farmer settings. Veterinary Medicine and Science, 5(3), 390-401. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/vms3.165>
- Bonilla, D., Trejo, A., Pérez, S., Rivera, E., Muñoz, F., Zambrano, L., Arteaga, K., Ulloque, J., Alarcon, E., Hernández, E., Kassab, A., Benites, V., & Rodriguez, A. (2023). A systematic review and meta-analysis of bovine brucellosis seroprevalence in Latin America and the Caribbean. New Microbes New Infect. https://doi.org/10.1016/j_nmni.2023.101168
- Calderón, A., Angulo, L., Tique, V., Rodríguez, V., y Ensúncho, C. (2015). Seroprevalencia de brucelosis bovina en dos

- localidades del Caribe colombiano. Orinoquia, 19(2). <http://www.scielo.org.co/pdf/roi/v19n2/v19n2a07.pdf>
- Changoluisa, D., Rivera-Olivero, I., Echeverría, G. García, M., H. de Waad, J. (2019). Serología para neosporosis, fiebre Q y brucelosis para evaluar la causa del aborto en dos hatos de ganado lechero en Ecuador. Investigación Veterinaria del BMC, 15(194). <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1924-7>
- Garrido, A., Barrionuevo, M., Moreno, P., Burbano, A., Sánchez, M., Pompei, J., France, M., Ron, J., & Saegerman, C. (2023). Seroprevalence and Risk Factors Related to Bovine Brucellosis in Continental Ecuador. Revista Pathogens, 12(9). <https://doi.org/10.3390/pathogens12091134>
- Escobar Cedeño, S. G., Romero Salguero, E. J., & Gualpa Mejía, F. O. (2017). Geo-referenciación de la prevalencia de brucelosis bovina (*Brucella abortus*) en Santo Domingo de los Tsáchilas. Revista ESPAMCIENCIA, 8(2), 59–66. https://revistasesspam.espm.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/136/118
- Elías, I., Viola, M., Russo, A., & Porchietto, M. (2023). Factores de riesgo asociados a la presentación de brucelosis en establecimientos mixtos de caprinos-bovinos de la provincia de Formosa, Argentina. Revista Argentina de Microbiología, 57(2), 152-160. <http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v43n3/2224-4700-rsa-43-03-e04.pdf>
- Herrán, O., Santos, H., Jaramillo, I., & da Costa, I. Seroepidemiology of bovine brucellosis in Colombia's preeminent dairy region, and its potential public health impact. Brazilian Journal of Microbiology, 51(4), 2133 - 2143. <https://doi.org/10.1007/s42770-020-00377-z>
- Martínez, D., Cipolini, M., Storani, C., Russo, A., y Martínez, E. (2018). Brucellosis: Prevalencia y factores de riesgo asociados en bovinos, bubalinos, caprinos y ovinos de Formosa, Argentina. Revista Veterinaria, 29(1), 40-44. <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/view/2789/2470>
- Martínez, L. (2021). Prevalencia de Brucellosis Bovina (*Brucella abortus*) mediante los métodos de detección como la prueba del Milk Ring Test (MRT) y la prueba de Elisa Competitiva (Elisa-C). Una Revisión descriptiva [Tesis de pregrado], Universidad Antonio Nariño.
- <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/6123>

- Motta, P., Martínez, R., Londoño, M., Rojas, E., & Herrera, W. (2020). Sero-prevalence of brucellosis (*Brucella abortus*) in bovines from Caquetá state, Colombia. *Ciencia y Agricultura*, 17(1), 19-30. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/9917/8773
- Oliveira, C., Almeida, J., Feitosa, A., Oliveira, S., Rocha Andrade Cruz, M., & Da Silva, F. (2015). Prevalence of *Brucella* spp in humans. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 23(5), 919-926. <https://doi.org/10.1590/0104-1169.0350.2632>
- Organización Mundial de Salud Animal [OMSA]. (2025). Brucellosis. <https://www.woah.org/es/enfermedad/brucellosis/>
- Ortiz, N., Guamán, S., González, R., & Guerrero, A. (2023). Descriptive cross-sectional study on major bovine diseases and associated risk factors in north-eastern Ecuadorian Amazon. *Brazilian Journal of Biology*, 83. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.269508>
- Paucar, V., Ron, J., Benítez, W., Celi, M., Berkvens, D., Saegerman, C., & Ron, L. (2021). Bayesian Estimation of the Prevalence and Test Characteristics (Sensitivity and Specificity) of Two Serological Tests (RB and SAT-EDTA) for the Diagnosis of Bovine Brucellosis in Small and Medium Cattle Holders in Ecuador. *Microorganisms*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091815>
- Roldán, A. (2020). Análisis de Brucelosis bovina en el territorio nacional de Guatemala. [Tesis de grado] Universidad de San Carlos Guatemala. <http://www.repository.usac.edu.gt/19912/1/Tesis%20Med.%20Vet.%20Ana%20Isabel%20Rolda%CC%81n%20Franco.pdf>
- Rueda, W. (2021). Caracterización molecular de *Brucella abortus* y *Mycobacterium bovis* en sistemas de producción ganaderos [Tesis de grado] Universidad Antonio Nariño. <http://repository.uan.edu.co/handle/123456789/6375>
- Salinas, M. (2020). Sobre las revisiones sistemáticas y narrativas de la literatura en Medicina. *Rev Chil Enferm Respir*, 36, 26-32. <https://www.scielo.cl/pdf/rcher/v36n1/0717-7348-rcher-36-01-0026.pdf>
- Sánchez, Y., Iglesias, A., López, M., & Rodríguez, J. (2021). Factores de riesgo asociados a la seroprevalencia de brucellosis en hatos bovinos de Xochimilco, Ciudad de México. *Dialnet*, 43(3).

- <http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v43n3/2224-4700-rsa-43-03-e04.pdf> we-do/global-initiatives/one-health/
- Tian, Z., Wan, L., Pei, J., Li, T., Wang, X., Yuan, P., Guo, A., & Chen, Y. (2024). Brucellosis seroprevalence in cattle in China during 2014-2024: a systematic review and meta-analysis. *Emerg Microbes Infect*, 13(1). <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/22221751.2024.2417859?needAccess=true>
- World Organisation for Animal Health (WOAH). (2024). Chapter 8.4: Infection with *Brucella abortus*, *B. melitensis* and *B. suis*. In *Terrestrial Animal Health Code*. https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahc/2023/chapitre_bovine_brucellosis.pdf
- Vergara, C. (2023). Prevalencia de Brucellosis (*Brucella Abortus*) en los Hatos Bovinos del Ecuador2023. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 7(4), 9477-9498. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7641/11591>
- Vinueza, B., Durand, F., Ortega, F., Salas, A., Ferreira, L., Freddi, C., & Ponsart, G. (2023). Prevalencia de brucellosis bovina, concientización de los ganaderos y prácticas locales en fincas ganaderas de pequeña y mediana escala en una región tropical del Ecuador. *Transboundary and Emerging Diseases*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1155/2023/6242561>
- World Organisation for Animal Health (WOAH). (2025). One Health. <https://www.woah.org/en/what-we-do/global-initiatives/one-health/>