



Prevalencia de brucelosis en ovinos y caprinos en las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica en el período 2010-2021. Revisión sistemática y meta-análisis

Prevalence of brucellosis in sheep and goats in the regions of Central America and the Caribbean and South America in the period 2010-2021. Systematic review and meta-analysis

Autores

¹**José Roberto Velásquez Navarrete** 

 jorobe_23@hotmail.es

²**Marina Dalila Zambrano Aguayo** 

 marina.zambrano@utm.edu.ec

¹**Cesar Augusto Zamora Macías** 

 lolozamora1994@hotmail.com

²**Daniel Isaias Burgos Macias** 

 gonzalezbetancourtrodolfo@gmail.com

³**Osvaldo Fonseca-Rodríguez** 

 osvaldo.fonseca@umu.se

⁴**Miguel Pérez Ruano** 

 migperez@unah.edu.cu

¹Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Posgrado. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

²Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ciencias Veterinarias, Departamento de Medicina Veterinaria. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

³Umeå University, Department of Epidemiology and Global Health, Sweden.

⁴Universidad Agraria de la Habana, Cátedra "Una Sola Salud". San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Citación sugerida: Velásquez Navarrete, J. R., Zambrano Aguayo, M. D., Zamora Macías, C. A., Burgos Macías, D. I., Fonseca-Rodríguez, O., y Pérez Ruano, M. (2025). Prevalencia de brucelosis en ovinos y caprinos en las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica en el período 2010-2021. Revisión sistemática y meta-análisis. *La Técnica*, 15(1), 52-66. DOI: <https://doi.org/10.33936/latecnica.v15i1.6242>

Recibido: Septiembre 8, 2024

Aceptado: Febrero 26, 2025

Publicado: Abril 20, 2025

Resumen

Con el objetivo de determinar mediante una revisión sistemática y meta-análisis la prevalencia combinada de brucelosis en ovinos y caprinos en las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica e identificar si existen diferencias en su comportamiento en el tiempo, las especies estudiadas, la región geográfica y en las especies del género *Brucella* investigadas, se recuperaron artículos publicados en las bases de datos electrónicas: PubMed/PubMed Central, Science Direct, SciELO, EBSCO, Springer Link, Elsevier y Google Scholar en el período 2010-2021. Se calculó la seroprevalencia individual de brucelosis para cada estudio y se realizó un meta-análisis para estimar la prevalencia combinada y para el análisis de subgrupos se realizó un análisis de meta-regresión para cada variable incluida en el estudio por separado y las variables con valores de $P<0,01$ se utilizaron en el análisis de meta-regresión multivariada. Se identificaron 48 artículos que cumplían los criterios para ser incluidos en el estudio de 14 países y territorios de las regiones estudiadas, seis de la región de Centroamérica y el Caribe y ocho de Sudamérica, demostrándose que existen pocos artículos que informen sobre la seroprevalencia de brucelosis en ovinos y caprinos en estas regiones. Se comprobó que existe una elevada prevalencia combinada de la enfermedad y que la misma fue mayor para *B. ovis* con respecto a *Brucella* spp. y en el período de 2010 al 2016 con respecto al período del 2017 al 2021. No se encontraron diferencias en la prevalencia combinada entre los ovinos y caprinos ni entre las regiones estudiadas.

Palabras clave: brucelosis, pequeños rumiantes, prevalencia, meta-análisis.

Abstract

In order to determine through a systematic review and meta-analysis the combined prevalence of brucellosis in sheep and goats in the regions of Central America, the Caribbean and South America and to identify if there are differences in their behavior over time, the species studied, the geographic region and the species of the genus *Brucella* investigated, articles published in the electronic databases PubMed/PubMed Central, Science Direct, Scielo, Ebsco, Springer Link, Elsevier and Google Scholar in the period 2010-2021 were retrieved. Individual brucellosis seroprevalence was calculated for each study and a meta-analysis was performed to estimate pooled prevalence and for subgroup analysis a meta-regression analysis was performed for each variable included in the study separately and variables with P -values $<0,01$ were used in the multivariate meta-regression analysis. Forty-eight articles were identified that met the criteria for inclusion in the study from 14 countries and territories in the regions studied, six from the Central America and Caribbean region and eight from South America, showing that there are few articles reporting on the seroprevalence of brucellosis in sheep and goats in the regions studied. It was found that there is a high combined prevalence of the disease and that it is higher for *B. ovis* with respect to *Brucella* spp. and in the period from 2010 to 2016 with respect to the period from 2017 to 2021. No differences were found in the combined prevalence between sheep and goats or between the regions studied.

Keywords: brucellosis, small ruminants, prevalence, meta-analysis.



Introducción

La brucelosis es una enfermedad infecciosa causada por bacterias del género *Brucella* (Alves de Oliveira et al., 2016) que afecta un gran número de especies de animales y es considerada una de las enfermedades zoonóticas más comunes a nivel mundial, reportándose más de medio millón de casos humanos anualmente (Ran et al., 2018), las especies *Brucella melitensis* and *B. ovis* son los agentes primarios de la brucelosis en los pequeños rumiantes (Rossetti et al., 2022), aunque *B. abortus* también puede afectar estas especies animales (Akhvledian et al., 2010, Sorsa et al., 2022).

La brucelosis causada por *B. melitensis* provoca abortos, la presentación de crias mortinatos y el parto de crias débiles también son los signos clínicos característicos de la enfermedad que se asocia con un impacto negativo extenso en la productividad de un rebaño. Esta especie de *Brucella* es la más virulenta para los humanos y es responsable de una enfermedad severamente debilitante e incapacitante en los mismos (Rossetti et al., 2017).

La especie *B. ovis* es el agente etiológico de la epididimitis contagiosa del carnero, enfermedad crónica que provoca importantes pérdidas económicas en las explotaciones ovinas asociadas a lesiones genitales y reducción de la fertilidad en los machos, en ocasiones puede provocar también mortalidad embrionaria, aborto o infertilidad en ovejas y aumento de la mortalidad perinatal en corderos (Fiorentino et al., 2017).

La brucelosis se presenta de forma endémica en los países en desarrollo, incluyendo los países de Latinoamérica (Moreno, 2002; Lucero et al., 2008) y se caracteriza en los pequeños rumiantes por producir abortos, retención de placenta, infertilidad, orquitis, epididimitis entre otras patologías (Shome et al., 2021).

La producción de pequeños rumiantes se ha incrementado en los últimos años (Farias et al., 2013), reportándose una población de ovinos y caprinos en las Américas en el año 2020 de 82.740.751 y 39.194.276 de cabezas, respectivamente (FAO, 2022). Un elevado porcentaje de las poblaciones de estos animales se concentra en países pobres, que carecen de los recursos necesarios para el diagnóstico y control de la brucelosis (Geresu y Kassa, 2016), lo que se constituye en un importante desafío a la salud pública debido a que estos animales son reservorios de esta enfermedad (Ran et al., 2018) y los humanos pueden infectarse a partir del consumo de leche sin pasteurizar, productos elaborados con esta o el manejo de animales infectados (Mazlan et al., 2021).

El control de la brucelosis en los pequeños rumiantes puede contribuir a la reducción de la enfermedad en los humanos; sin

embargo, el conocimiento del comportamiento de la enfermedad y su epidemiología es el primer requisito para el desarrollo de una campaña para el control de la enfermedad (Ran et al., 2018).

En el periodo del 2010 y 2020, se reportó un total de 16 países de las regiones de Centro América y el Caribe y Sudamérica afectados por brucelosis en los ovinos y caprinos (OIE, 2022), lo cual denota la importancia de esta enfermedad en estas regiones.

La evaluación de la prevalencia de la enfermedad en las diferentes especies a partir del uso de un meta-análisis permitió establecer una guía basada en las evidencias para una mejor prevención, control y erradicación de la enfermedad (Dahl, 2020; Dadar et al., 2021), es por ello que se propuso como objetivo determinar mediante una revisión sistemática y meta-análisis la prevalencia combinada de brucelosis en ovinos y caprinos en las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica, a partir de la información que brindaron artículos publicados en bases de datos electrónicas en el periodo 2010-2021 e identificar si hubo diferencias en su comportamiento en el tiempo, las especies estudiadas, la región geográfica y en las especies del género *Brucella* investigadas.

Materiales y métodos

Estrategia de búsqueda de literatura

Se utilizaron en el estudio artículos publicados en las bases de datos electrónicas: PubMed/PubMed Central, Science Direct, SciELO, Ebsco, SpringerLink, Elsevier y Google Scholar en el periodo 2010-2021. La búsqueda de artículos se realizó siguiendo los términos del encabezado de materia médica (MeSH). Los términos de búsqueda clave fueron: (Brucelosis OR *Brucella*) AND (Ovino OR Caprino) AND (Seroprevalencia OR Prevalencia OR Seroepidemiología) AND (Sudamérica OR Centro América OR Caribe OR País en específico). Se utilizaron estos mismos términos en idioma inglés. Se incluyeron en el estudio además de los artículos científicos, tesis de maestrías y doctorado.

Criterios de inclusión y exclusión

Se utilizaron los siguientes criterios de inclusión para confirmar la elegibilidad de los artículos buscados: 1) estudios publicados entre 2010 y 2021; 2) artículos de investigación originales revisados por pares y tesis de posgrado realizados en Sudamérica y Centroamérica y el Caribe; 3) estudios transversales que informaron la seroprevalencia de la brucelosis en las especies ovina y caprina dentro de cualquiera de los sistemas de manejo (intensivo o extensivo); 4) estudios de los cuales estuvieron disponibles los textos completos; 5) que utilizaron en el diagnóstico las técnicas serológicas recomendadas por la

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, 2021); 6) los estudios que proporcionaron el tamaño de la muestra y el número de muestras positivas. Además, las referencias de los artículos seleccionados se verificaron manualmente para encontrar artículos relevantes que no se recuperaron en la búsqueda en la base de datos.

Análisis de calidad

Para el análisis de calidad se seleccionaron dos personas y se utilizó la metodología “Fortalecimiento de la notificación de estudios observacionales en epidemiología” (STROBE), que incluyó 22 aspectos, dentro de los cuales se encontraban los objetivos, los diferentes componentes de los materiales y métodos como fueron: el diseño del estudio, tamaño de la muestra, población del estudio, sesgo, métodos de calibración, resultados y limitaciones. Los puntajes asignados se determinaron de 0 a 44 y los artículos buscados en tres grupos: baja calidad (<15,5), buena calidad (15,5-29,5) y alta calidad: (30,0-44,0) (Von Elm et al., 2007) y se incluyeron en el estudio los artículos que cumplieron con los criterios de alta y buena calidad, eliminándose aquellos clasificados de baja calidad.

Selección de estudios y extracción de datos

Se utilizó el software BIVET (Romero, 2019) para indexar los registros identificados. Se documentaron y eliminaron registros duplicados. Se examinaron de forma independiente el título y los resúmenes con criterios de inclusión predefinidos y se recopilaron de forma independiente los textos completos y evaluada su elegibilidad para su inclusión final.

Se elaboró un formato de extracción de datos con base en el primer autor, año de publicación, año de estudio, ubicación geográfica (países), diseño del estudio, método de muestreo, tamaño de muestra, prueba diagnóstica, especie animal muestreada, especie del género *Brucella* muestreada (las especies *B. abortus* y *B. melitensis* se reportaron como *Brucella* spp. pues la serología convencional no las puede diferenciar), número de muestras positivas y sus correspondientes casos negativos. Se calculó la seroprevalencia individual de brucelosis dividiendo el número de casos positivos por el número total de individuos utilizados para el estudio en una población determinada en un período determinado y multiplicándolo por 100. El tamaño del efecto del estudio y sus correspondientes intervalos de confianza se calcularon a partir de los datos extraídos. Se utilizó una hoja de datos de Microsoft Excel para codificar y gestionar toda la información extraída de todos los estudios relevantes. Para informar los resultados del estudio se utilizó la metodología PRISMA (Shamseer et al., 2015).

Análisis estadístico

Se realizó un meta-análisis para estimar de la prevalencia combinada, el cual se realizó mediante la fórmula proporcionada por Barendregt et al. (2013). Se empleó un diagrama para presentar las variaciones entre los estudios, los resultados del

meta-análisis que mostraron estimaciones de la seroprevalencia y sus IC correspondientes de todos los estudios incluidos junto con el tamaño del efecto agrupado. De manera similar, se realizó un análisis de subgrupos para determinar el efecto de los países, las regiones geográficas (Sudamérica y Centro América y el Caribe), la especie animal (ovinos y caprinos), especie de *Brucella* investigada (*Brucella* spp. y *B. ovis*) y el período de publicación de los artículos (2010-2016 y 2017-2021) sobre la prevalencia combinada de brucelosis.

Se calcularon estadísticas Q de Cochrane e índice de varianza inversa (I^2) para determinar la heterogeneidad e inconsistencia (variación verdadera) entre los estudios, respectivamente. De manera similar, se consideraron los valores de I^2 de 25, 50 y 75% como heterogeneidad baja, media y alta, respectivamente (Higgins y Thompson, 2002).

Se evaluó la varianza de las estimaciones del tamaño del efecto en la población del estudio utilizando la estadística tau (τ^2). También se construyó el diagrama de gráfico de Galbraith para evaluar las heterogeneidades de las estimaciones del nivel de estudio. Con base en el resultado de la evaluación de heterogeneidad, se utilizó el método de efectos aleatorios de Der Simonian y Laird (si el valor P de la prueba Q era <0,05 e I^2 era >50%) o el método de efectos fijos de Mantel-Haenszel para agrupar las estimaciones (Tufanaru et al., 2015).

A continuación, se visualizaron los efectos del estudio pequeño y la presencia de sesgo de publicación utilizando diagramas de gráfico de embudo y pruebas de asimetría de Egger y Begg (Boreinstein et al., 2009). Se calculó un gráfico de embudo utilizando el logaritmo del tamaño del efecto y su correspondiente error estándar del tamaño del efecto.

Para realizar el metaanálisis se utilizó el paquete *meta* versión 4.18-1 del software R (R Development Core Team. R, 2020). La heterogeneidad entre los subgrupos se probó además mediante un análisis de meta-regresión, comprobándose también mediante esta prueba la relación de la prevalencia con la región geográfica, el período de estudio y la especie animal. Se realizó un análisis de meta-regresión para cada variable incluida en el estudio por separado y las variables con valores de P <0,01 se utilizaron en el análisis de meta-regresión multivariada.

Resultados y discusion

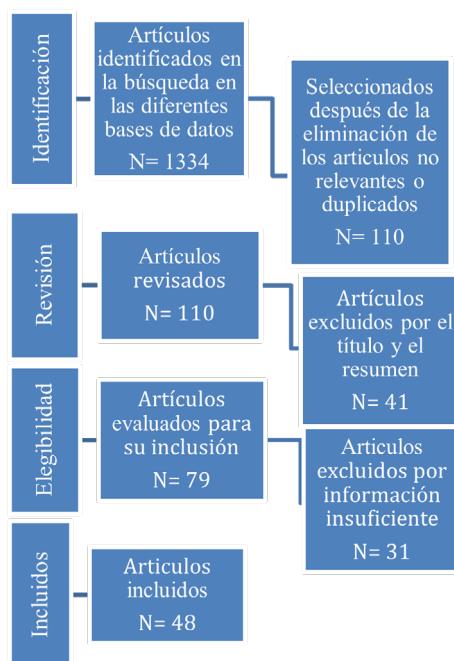
Se identificaron 48 artículos que cumplían los criterios para ser incluidos en el estudio. Solo se reportaron estudios de la prevalencia de brucelosis en 14 países y territorios de las regiones estudiadas, seis de la región de Centroamérica y el Caribe y ocho de Sudamérica, el 18,75 y 61,53% respectivamente, de los países que conforman estas regiones, concentrándose el 70,83% de los mismos en tres países, Brasil, México y Argentina (tabla 1; figura 1).



Tabla 1. Distribución de los artículos incluidos por países y región geográfica.

| Zona geográfica | Artículos incluidos | Referencias | Investigados | Positivos | % de positivos | IC 95% |
|----------------------------|---------------------|---|--------------|-----------|----------------|------------|
| Centro América y el Caribe | 16** | | 13.243 | 825 | 6,23 | 5,83-6,55 |
| Dominica | 1 | Johnson et al., 2020 | 194 | 0 | 0 | 0,00-1,94 |
| El Salvador | 1 | Linderot de Cardona et al., 2016 | 731 | 0 | 0 | 0,00-0,52 |
| Granada | 1 | Johnson et al., 2020 | 184 | 0 | 0 | 0,00-2,05 |
| México | 11 | Ortega-Sánchez et al., 2012; Carrera Chávez et al., 2013; Oseguera Montiel et al., 2013; García-Juárez et al., 2014; Banda Castillo, 2015; Flores et al., 2015; Gutiérrez Hernández et al., 2015; Marin et al., 2015; Hernández et al., 2016; Román-Ramírez et al., 2017; Román-Ramírez et al., 2020 | 11.616 | 825 | 7,10 | 6,65-7,58 |
| Montserrat | 1 | Johnson et al., 2020 | 168 | 0 | 0 | 0,00-2,24 |
| San Cristobal y Nieves | 1 | Johnson et al., 2020 | 350 | 0 | 0 | 0,00-1,09 |
| Sudamérica | 35 | | 52.890 | 2.841 | 5,37 | 5,18-5,57 |
| Argentina | 6 | Mancebo et al., 2011; Gaido et al., 2013; Russo et al., 2016; López et al., 2018; Martinez et al., 2018; Simonetti et al., 2019 | 37.853 | 2.157 | 5,70 | 5,47-6,31 |
| Bolivia | 2 | Beltrán-Saavedra et al., 2010; Zambriski et al., 2010 | 271 | 0 | 0,00 | 0,00-1,40 |
| Brazil | 17 | Alves et al., 2010; Juliano et al., 2011; Costa et al., 2012; Marinho et al., 2012; Martins et al. 2012; Ribeiro Araújo et al., 2013; Santos et al., 2013; Ximenes Martins et al., 2013; Rizzo et al., 2014; Machado et al., 2015, Alves de Oliveira et al., 2016; De Moraes Peixoto et al., 2016; dos Santos et al., 2016; Santos et al., 2016; Alexandre Alves et al., 2017; Alves da Silva et al., 2017; de Araújo Teixeira et al., 2021 | 9.876 | 565 | 5,72 | 5,28-6,20 |
| Chile | 1 | Troncoso et al., 2014 | 40 | 5 | 12,50 | 5,46-26,11 |
| Colombia | 1 | Tique et al., 2010 | 329 | 0 | 0,00 | 0,00-1,15 |
| Ecuador | 5 | Zabala et al. 2012; Poulsen et al., 2014; Purtschert Barahona et al., 2017; Ron-Román et al., 2017; Moscoso Gómez et al., 2019 | 2.827 | 38 | 1,34 | 0,98-1,84 |
| Perú | 1 | Campos y Morales-Cautí, 2020 | 926 | 1 | 0,11 | 0,02-0,61 |
| Venezuela | 2 | Valeris-Chacín et al., 2012; Vargas et al., 2016 | 768 | 75 | 9,77 | 7,86-12,07 |
| Total | 48 | | 66.133 | 3.666 | 5,54 | 5,37-5,72 |

** un artículo brinda información sobre cuatro países.

**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de selección de los artículos incluidos en el estudio.

Según la especie animal se pudo comprobar que, de los 48 artículos disponibles, en 31 se informaron datos sobre la prevalencia de brucelosis en ovinos y en 23 de caprinos (tabla 2).

Tabla 2. Distribución de los artículos incluidos por especie animal.

| Especie animal | Artículos incluidos | Referencias | Investigados | Positivos | % de positivos | IC 95% |
|----------------|---------------------|--|--------------|-----------|----------------|-----------|
| Ovinos | 31 | Alves et al., 2010; Beltrán-Saavedra et al., 2010; Tique et al., 2010; Juliano et al., 2011; Costa et al., 2012; Marinho et al., 2012; Martins et al. 2012; Carrera Chávez et al., 2013; Ximenes Martins et al., 2013; Ribeiro Araújo et al., 2013; Santos et al., 2013; Rizzo et al., 2014; Troncoso et al., 2014; Machado et al., 2015; Gutiérrez Hernández et al., 2015; Marin et al., 2015; Alves de Oliveira et al., 2016; De Moraes Peixoto et al., 2016; dos Santos et al., 2016; Linderot de Cardona et al., 2016; Russo et al., 2016; Santos et al., 2016; Vargas et al., 2016; Alexandre Alves et al., 2017; Alves da Silva et al., 2017; López et al., 2018; Martínez et al., 2018; Campos y Morales-Cauti, 2020; Johnson et al., 2020; Román-Ramírez et al., 2020; de Araújo Teixeira et al., 2021 | 17.281 | 873 | 5,05 | 4,74-5,39 |

Tabla 2. Distribución de los artículos incluidos por especie animal. Continuación ...

| | | | | | | |
|----------|-----|--|--------|-------|------|-----------|
| Caprinos | 23 | Tique et al., 2010; Zambriski et al., 2010; Mancebo et al., 2011; Ortega-Sánchez et al., 2012; Valeris-Chacín et al., 2012; Zabala et al. 2012; Gaido et al., 2013; Oseguera Montiel et al., 2013; García-Juárez et al., 2014; Poulsen et al., 2014; Banda Castillo, 2015; Flores et al., 2015; Hernández et al., 2016; Linderot de Cardona et al., 2016; Russo et al., 2016; Vargas et al., 2016; Purtschert Barahona et al., 2017; Román-Ramírez et al., 2017; Ron-Román et al., 2017; Martínez et al., 2018; Moscoso Gómez et al., 2019; Simonetti et al., 2019; Johnson et al., 2020 | 48.852 | 2.793 | 5,72 | 5,51-5,93 |
| Total | 48* | | 66.133 | 3.666 | 5,54 | 5,37-5,72 |

* Hay seis artículos que refirieron ambas especies.

De los artículos recuperados en la búsqueda 35 se correspondieron con el periodo 2010-2016 y 13 al periodo 2017-2021 (tabla 3). Se comprobó que en el último período estudiado se publicaron un número limitado de artículos informando sobre la prevalencia de brucelosis en ovinos y caprinos, concentrándose el 70,83% de los mismos en Brasil, México y Argentina, países que según reportes de la FAO presentaron los mayores censos de caprinos y ovinos en la región (FAO, 2022).

Esta situación se reflejó en las evidencias de sesgo y elevada heterogeneidad, las cuales pueden estar relacionadas con la poca disponibilidad de artículos sobre la prevalencia de brucelosis en ovinos y cabras y a que los mismos estaban limitados a muy pocos países dentro de la región, por esta situación no se eliminaron los

casos atípicos, pues quedaban muy pocos estudios para calcular estimaciones requeridas. Otros autores han reportado resultados similares (Adetunji et al., 2019), esto se constituyó en una de las principales limitaciones del presente estudio y en general de este tipo de estudios.

Los resultados indicaron la necesidad de incrementar las investigaciones con vistas a conocer la verdadera situación de la enfermedad, ya que una estrategia exitosa de prevención, control y erradicación de la brucelosis requirió de estudios de seguimiento y vigilancia integrales a nivel nacional en los países donde la enfermedad fue prevalente para evaluar su magnitud (Khurana et al., 2021).

Tabla 3. Distribución de los artículos incluidos en el análisis por período de estudio.

| Período | Artículos incluidos | Referencias | Investigados | Positivos | % de positivos | IC 95% |
|-----------|---------------------|--|--------------|-----------|----------------|-----------|
| 2010-2016 | 35 | | 58.437 | 3.548 | 6,07 | 5,88-6,27 |
| 2010 | 4 | Alves et al., 2010, Beltrán-Saavedra et al., 2010, Tique et al., 2010, Zambriski et al., 2010 | 680 | 6 | 0,88 | |
| 2011 | 2 | Juliano et al., 2011, Mancebo et al., 2011 | 6.403 | 1.743 | 27,22 | 0,40-1,19 |
| 2012 | 6 | Costa et al., 2012, Marinho et al., 2012, Martins et al. 2012, Ortega-Sánchez et al., 2012, Valeris-Chacín et al., 2012, Zabala et al., 2012 | 2.625 | 147 | 5,60 | 4,78-6,55 |

Tabla 3. Distribución de los artículos incluidos en el análisis por período de estudio. Continuación ...

| | | | | | | |
|-----------|----|---|--------|-------|-------|-------------|
| 2013 | 6 | Carrera Chávez et al., 2013, Gaido et al., 2013, Osegueda Montiel et al., 2013, Ribeiro de Araújo et al., 2013, Santos et al., 2013, Ximenes Martins et al., 2013 | 8.355 | 563 | 6,74 | 6,22-7,30 |
| 2014 | 4 | García-Juárez et al., 2014, Poulsen et al., 2014, Rizzo et al., 2014, Troncoso et al., 2014 | 566 | 94 | 16,61 | 11,87-17,24 |
| 2015 | 5 | Banda Castillo, 2015, Flores et al., 2015, Gutiérrez Hernández et al., 2015, Machado et al., 2015, Marin et al., 2015 | 8.813 | 236 | 2,68 | 2,36-3,04 |
| 2016 | 8 | Alves de Oliveira et al., 2016; De Moraes Peixoto et al., 2016; dos Santos et al., 2016; Hernández et al., 2016; Linderot de Cardona et al., 2016; Russo et al., 2016; Santos et al., 2016; Vargas et al., 2016 | 30.995 | 759 | 2,45 | 2,28-2,63 |
| 2017-2021 | 13 | | 7.696 | 118 | 1,53 | 1,28-1,83 |
| 2017 | 5 | Alexandre Alves et al., 2017; Alves da Silva et al., 2017; Purtschert Barahona et al., 2017; Román-Ramírez et al., 2017; Ron-Román et al., 2017 | 3.759 | 36 | 0,96 | 0,69-1,32 |
| 2018 | 2 | López et al., 2018; Martínez et al., 2018; | 1.250 | 59 | 4,72 | 3,68-6,04 |
| 2019 | 2 | Moscoso Gómez et al., 2019; Simonetti et al., 2019 | 351 | 1 | 0,28 | 0,05-1,60 |
| 2020 | 3 | Campos y Morales-Cauti, 2020; Johnson et al., 2020; Román-Ramírez et al., 2020; | 2.236 | 5 | 0,22 | 0,10-0,52 |
| 2021 | 1 | de Araújo Teixeira et al., 2021 | 100 | 17 | 17,00 | 10,89-25,55 |
| Total | 48 | | 66.133 | 3.666 | 5,54 | 5,37-5,72 |

Al analizar las especies de agentes del género *Brucella* investigados se comprobó que en 28 estudios se investigó la seroprevalencia de *Brucella* spp. y en 20 se investigó la especie *B. ovis* (tabla 4). Los problemas asociados con la cantidad limitada de estudios realizados y las dificultades en la estrategia de vigilancia de especies como *B. melitensis*, fueron motivo de gran preocupación debido a la reaparición de estos patógenos en América del Sur (Tique et al., 2010).

En 31 de los artículos analizados se evaluó la prevalencia de brucelosis en los ovinos y en 23 en las cabras. Los ovinos y las cabras fueron afectados fundamentalmente por *B. melitensis* y en el caso de los ovinos también por *B. ovis*, ambas especies pudieron ser afectadas por *B. abortus* y por otras especies del género *Brucella* (Saxena et al., 2018).

Aunque no fue posible diferenciar *B. melitensis*, *B. abortus* y *B. suis* a partir de los métodos serológicos convencionales, fue reconocido que *B. melitensis* fue la principal especie de *Brucella* que afectó a los ovinos y las cabras (Sorsa et al., 2022) y la de mayor riesgo zoonótico, causando el mayor porcentaje de los casos de brucelosis en humanos (Abedi et al., 2019). En el caso de *B. ovis*, si bien a diferencia de las otras especies del género, no fue considerada una zoonosis y se señaló que tuvo un impacto menos severo en la salud de los rumiantes, la misma fue causa de pérdidas significativas relacionadas con la hipofertilidad y tuvo un gran impacto en la selección genética en la finca (Praud et al., 2012).



Tabla 4. Distribución de los artículos incluidos en el análisis por especie del género *Brucella* investigada.

| Especie del agente | Artículos incluidos | Referencias | Investigados | Positivos | % positivos | de IC 95% |
|----------------------|---------------------|---|--------------|-----------|-------------|-------------|
| <i>Brucella</i> spp. | 28 | Beltrán-Saavedra et al., 2010; Tique et al., 2010; Zambriski et al., 2010; Ortega-Sánchez et al., 2012; Zabala et al. 2012; Valeris-Chacín et al., 2012; Gaido et al., 2013; Oseguera Montiel et al., 2013; Ximenes Martins et al., 2013; García-Juárez et al., 2014; Poulsen et al., 2014; Banda Castillo, 2015; Flores et al., 2015; Marin et al., 2015; dos Santos et al., 2016; Hernández et al., 2016; Linderot de Cardona et al., 2016; Russo et al., 2016; Santos et al., 2016; Vargas et al., 2016; Purtschert Barahona et al., 2017; Román-Ramírez et al., 2017; Ron-Román et al., 2017; Martínez et al., 2018; Moscoso Gómez et al., 2019; Simonetti et al., 2019; Campos y Morales-Cautí, 2020; Johnson et al., 2020; Román-Ramírez et al., 2020 | 50.087 | 1.327 | 2,65 | 2,51-2,79 |
| <i>B. ovis</i> | 20 | Alves et al., 2010; Mancebo et al., 2011; Juliano et al., 2011; Marinho et al., 2012; Costa et al., 2012; Martins et al. 2012; Ribeiro Araújo et al., 2013; Santos et al., 2013; Ximenes Martins et al., 2013; Carrera Chávez et al., 2013; Troncoso et al., 2014; Rizzo et al., 2014; Gutiérrez Hernández et al., 2015; Machado et al., 2015; Marin et al., 2015; Alves de Oliveira et al., 2016; De Moraes Peixoto et al., 2016; Alves da Silva et al., 2017; Alexandre Alves et al., 2017; López et al., 2018; de Araújo Teixeira et al., 2021 | 16.046 | 2.339 | 14,58 | 14,04-15,13 |
| Total | | | 66.133 | 3.666 | 5,54 | 5,37-5,72 |

El meta-análisis de efectos aleatorios indicó que la variabilidad entre estudios fue alta ($\tau^2= 0,0305$; $I^2 = 99\%$, $Q\text{-test}= 6.765,86$, $gl= 63$ y $P<0,000$). Los estudios se ponderaron aproximadamente igual que los estudios individuales que variaron del 1,2% al 1,6% debido a la alta heterogeneidad entre los mismos, en la figura 2 se presenta el diagrama de bosque derivado del metaanálisis.

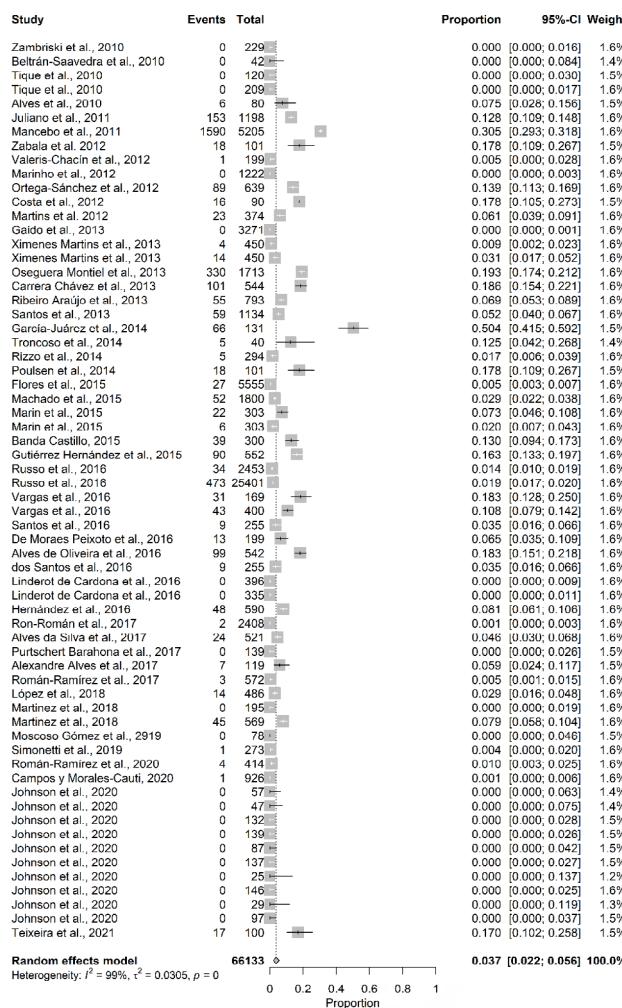


Figura 2. Diagrama de bosque de la revisión sistemática y el metaanálisis basado en la prevalencia combinada general según los registros incluidos en el estudio.

El gráfico de Galbraith (figura 3) mostró un elevado grado de heterogeneidad. La evaluación del sesgo y los efectos de los estudios pequeños mediante el gráfico de embudo y la prueba de Egger y Begg, determinó que hubo evidencia de sesgo de publicación en los estudios que informaron la prevalencia de brucelosis en ovinos y caprinos en las regiones estudiadas (figura 4).

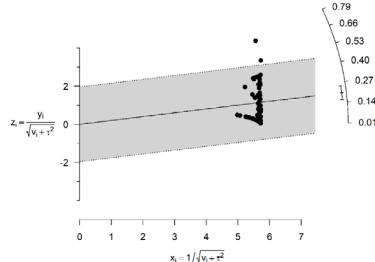


Figura 3. Gráfico de Galbraith para el análisis de los estudios incluidos.

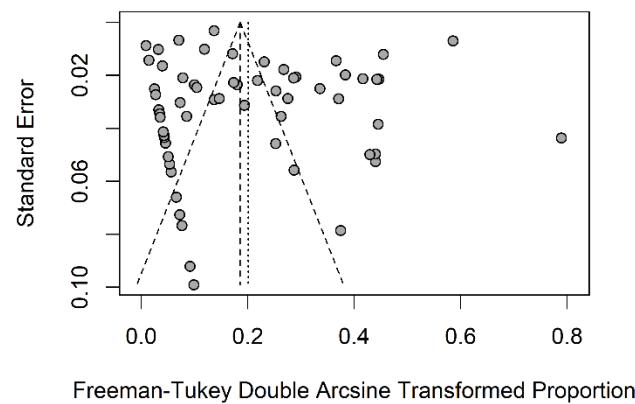


Figura 4. Análisis del sesgo de publicación de los artículos incluidos en el análisis.

Las prevalencias estimadas en los estudios individuales oscilaron entre el 0,0 y el 50,4%, con una prevalencia combinada general del 3,70% (IC 95%: 2,20-5,60). El meta-análisis realizado demostró una elevada prevalencia combinada de la enfermedad, lo que indicó que en las regiones estudiadas aun ante las medidas que se han aplicado en los diferentes países, el control de la enfermedad continúa siendo un desafío para las autoridades veterinarias y de salud pública (Ávila-Granados et al., 2019).

En el meta-análisis por subgrupos se observó una prevalencia combinada en Sudamérica de 4,0% (IC 95%: 2,0-6,6) y en Centroamérica y el Caribe del 3,2% (IC 95%: 0,8-6,7) (tabla 5); sin embargo, al realizar la evaluación a partir de la meta-regresión multivariada, no se comprobaron diferencias de la prevalencia combinada entre las regiones estudiadas.

Tabla 5. Comparación de la prevalencia combinada individual de brucelosis en ovinos y cabras en las regiones de Centro América y el Caribe y Sudamérica.

| Regiones | Prevalencia (95% CI) | I ² | Q | Prueba de Heterogeneidad | |
|-----------------------------|-----------------------|----------------|----------|--------------------------|-------|
| | | | | GL | P |
| América Central y el Caribe | 0.032 (0.008 - 0.067) | 98,6% | 1.602,64 | 23 | 0.000 |
| Sudamérica | 0,040 (0,020 - 0,066) | 99,2% | 5.160,04 | 39 | 0,000 |
| General | 0,037 (0,022 - 0,056) | 99,1% | 6.765,86 | 63 | 0,000 |

Legenda: IC: intervalo de confianza, GL: grados de libertad, I²: Índice de varianza inversa, Q: Estadísticas Q de Cochran, P: P-valor.

La prevalencia combinada en los ovinos y caprinos fue similar con 3,7%, (IC 95%: 2,2-5,6) y 3,7% (IC 95%: 1,2-7,3) respectivamente (tabla 6). Aunque en las regiones y el período estudiados no hubo como referencia ningún estudio similar en pequeños rumiantes, estudios realizados en bovinos y búfalos demostraron una situación similar en cuanto a la prevalencia de la enfermedad (Zamora et al., 2022). Estudios realizados en China mostraron una prevalencia combinada similar del 3,20% (Ran et al., 2018). Prevalencias combinadas en ovinos y caprinos de 5,3% fueron reportadas también en otros estudios en Etiopia (Tadesse, 2016).

Tabla 6. Análisis por subgrupos comparando la prevalencia combinada individual de brucelosis en las diferentes especies estudiadas.

| Especies | Prevalencia (95% CI) | I ² | Q | Prueba de heterogeneidad | |
|----------|-----------------------|----------------|----------|--------------------------|-------|
| | | | | GL | P |
| Ovinos | 0,037 (0,022 - 0,056) | 96,8% | 1.120,11 | 36 | 0,000 |
| Caprinos | 0,037 (0,012 - 0,073) | 99,5% | 5.641,00 | 26 | 0,000 |
| General | 0,037 (0,022 - 0,056) | 99,1% | 6.765,86 | 63 | 0,000 |

Leyenda: IC: intervalo de confianza, GL: grados de libertad, I²: índice de varianza inversa, Q: estadísticas Q de Cochrane, P: P-valor

Al analizar la prevalencia combinada de las cepas lisas de *Brucella* y *B. ovis* se pudo comprobar una mayor prevalencia de *B. ovis* (7,7%, IC 95%: 3,6-13,3) con respecto a las cepas lisas (2,2%, IC 95%: 1,2-3,5) (tabla 7). A partir de este metaanálisis por subgrupos y la metaregresión multivariada se comprobó que hubo diferencias en la prevalencia combinada de la enfermedad entre las diferentes especies de agentes del género *Brucella* estudiados, presentando una mayor prevalencia combinada *B. ovis* con respecto a *Brucella* spp. (7,70 y 2,20%, respectivamente). Este resultado puede estar relacionado con el hecho de que al no ser considerada la enfermedad causada por *B. ovis* una zoonosis, la información sobre la detección de la misma en el campo sigue siendo escasa y en gran medida incompleta, especialmente en la ganadería ovina tradicional, donde la infección se subestima debido a su aparición subclínica (Galluzzo et al., 2021), situación preocupante que demostró la necesidad de una mayor divulgación y vigilancia (Elderbrook et al., 2019).

Tabla 7. Análisis de la prevalencia combinada de las diferentes especies de los agentes del género *Brucella* en el período estudiado.

| Especie de <i>Brucella</i> | Prevalencia (95% CI) | I ² | Q | Prueba de heterogeneidad | |
|----------------------------|----------------------|----------------|----------|--------------------------|-------|
| | | | | GL | P |
| <i>B. ovis</i> | 0,077 (0,036-0,133) | 99,2% | 2.416,79 | 20 | 0,000 |
| <i>Brucella</i> spp. | 0,022 (0,012-0,035) | 98,0% | 2.051,45 | 42 | 0,000 |
| General | 0,037 (0,022-0,056) | 99,1% | 6.765,86 | 63 | 0,000 |

Leyenda: IC: intervalo de confianza, GL: grados de libertad, I²: índice de varianza inversa, Q: estadísticas Q de Cochrane, P: P-valor.

En el período de 2010 al 2016 se reportó una mayor prevalencia combinada de 6,1% (IC 95%: 3,6-9,1) con respecto al período 2017-2021, 0,7% (IC 95%: 0,1-1,8) (tabla 8). Aunque el número de trabajos recuperados de este último período fue pequeño y por ello los resultados fueron interpretados con reserva, en esta reducción de la prevalencia combinada de la enfermedad pueden haber contribuido de forma contundente los programas

de vacunación establecidos por los países (Román-Ramírez et al., 2017).

Tabla 8. Análisis por subgrupos comparando la prevalencia combinada individual de brucelosis en ovinos y caprinos en los períodos estudiados.

| Periodos | Prevalencia (95% CI) | I ² | Q | Prueba de heterogeneidad | |
|-------------|-----------------------|----------------|----------|--------------------------|-------|
| | | | | GL | P |
| 2010 - 2016 | 0,061 (0,036 - 0,091) | 99,4% | 6.219,64 | 40 | 0,000 |
| 2017 - 2021 | 0,007 (0,001 - 0,018] | 91,1% | 247,32 | 22 | 0,000 |
| General | 0,037 (0,022 - 0,056) | 99,1% | 6.765,86 | 63 | 0,000 |

Leyenda: IC: intervalo de confianza, GL: grados de libertad, I²: índice de varianza inversa, Q: estadísticas Q de Cochrane, P: P-valor

En el análisis de meta-regresión multivariada se pudo comprobar que de las variables estudiadas resultaron significativas ($P<0,01$) la especie animal del agente del género *Brucella* estudiada y el período de estudio (tabla 9).

Tabla 9. Resultados del análisis de metarregresión multivariada a nivel individual.

| Variables | Categorías | Coeficiente (IC 95%) | P |
|------------------------|---------------------------|-----------------------|--------|
| Región | Centroamérica y el Caribe | 1 (ref) | |
| | Sudamérica | -0,04 (-0,13-0,04) | 0,3079 |
| Especie animal | Ovinos | 1 (ref) | |
| | Caprinos | -0,08 (-0,17-0,01) | 0,0869 |
| Género <i>Brucella</i> | <i>B. ovis</i> | 1 (ref) | |
| | spp. | -0,15 (-0,25 a -0,05) | 0,0027 |
| Período | 2010 - 2016 | 1 (ref) | |
| | 2017 - 2021 | -0,13 (-0,21 a -0,04) | 0,0029 |

Las enfermedades abortivas se reconocen como uno de los mayores desafíos de la salud animal en los ovinos y los caprinos por lo que se requieren de estudios de prevalencia sólidos que permitan evaluar las amenazas para la salud animal y pública (Haif et al., 2021).

Con el uso de la revisión sistemática y el metaanálisis se pudo conocer una información más detallada sobre la distribución de la enfermedad en un territorio y con ello evaluar la eficacia de los programas de control aplicados (Musallam et al., 2016). El estudio realizado si bien presentó limitaciones, contribuyó a conocer la situación de la prevalencia de brucelosis en los ovinos y caprinos de las regiones de Centro América y el Caribe y Suramérica, pues, aunque en el período estudiado hubo trabajos en diferentes países informando la situación de la enfermedad, no se contaba con un estudio que permitiera consolidar los mismos y brindar una información sobre la situación en estas regiones.

Conclusiones

El estudio demuestra que existen pocos artículos que informen sobre la seroprevalencia de brucellosis en ovinos y caprinos en las regiones estudiadas. Se comprueba también que existe una elevada prevalencia combinada de la enfermedad y que la misma es mayor para *Brucella ovis* con respecto a *Brucella* spp. y en período de 2010 al 2016 con respecto al período del 2017 al 2021. No se encontraron diferencias en la prevalencia combinada entre los ovinos y caprinos ni entre las regiones estudiadas.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

- Abedi, A. S., Hashempour-Baltork, F., Alizadeh, A. M., Beikzadeh, S., Hosseini, H., Bashiry, M., Tasligh, M., Javanmardi, F., Sheidaee, Z., Sarlak, Z., Mofid, V., Fakhri, Y. and Mousavi Khaneghah, A. (2019). The prevalence of *Brucella* spp. in dairy products in the Middle East region: A systematic review and meta-analysis. *Acta Trop.*, 202, 105241. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105241>.
- Adetunji, S. A., Ramirez, G., Foster, M. J. and Arenas-Gamboa, A.M. (2019). A systematic review and meta-analysis of the prevalence of osteoarticular brucellosis. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, 13(1), e0007112. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007112>
- Akhvlediani, T., Clark, D. V., Chubabria, G., Zenaishvili, O. and Hepburn, M. J. (2010). The changing pattern of human brucellosis: clinical manifestations, epidemiology and treatment outcomes over three decades in Georgia. *BMC. Infec. Dis.*, 10, 346.
- Alexandre Alves, J. R., de Souza Lima, G. M., Dêvede da Silva, J., Figueiredo da Costa, D., Alexandre dos Santos, F., dos Santos Higino, S. S., Santos de Azevedo, S. and Alves, C. J. (2017). Epidemiological characterization and risk factors associated with leptospirosis and brucellosis in small ruminants sold at animal fair in the Sertão Region of Pernambuco State, a semiarid Region of Northeastern Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(4), 1933-1946. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4p1933>.
- Alves, C. J., Moreira de Figueiredo, S., de Azevedo, S. S., Clementino, I. J., Borges Keid, L., Vasconcellos, S. A., Américo Batista, C. d.S., Mesquita Rocha, V. C. and Higino, S. S. (2010). Detection of *Brucella ovis* in ovine from Paraíba State, in the northeast region of Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41, 365-367.
- Alves de Oliveira, L., Marchi Zaniolo, M., Herrera Dias, E., Silva Brandão, H. B., Jardim Rubio, K. A., Martins Ferreira, B. P., Yoshio Nakamura, A., Torres Chideroli, R., de Freitas, J. C. and Dib Gonçalves, D. (2016). Leptospirosis and brucellosis seroepidemiology in sheep and dogs from non-mechanized rural properties in the northwestern region in the state of Paraná. *Ciências Agrárias*, 37(5), 3147-3158.
- Alves da Silva, G., Pereira Moura Leite, A. G., de Araújo Teixeira, L. S., Dias Araújo, E. K., Santana das Virgens, M., Vieira, R. J. e Barradas Mineiro, A. L. B. (2017). Inquérito soro-epidemiológico de *Brucella ovis* e *Brucella abortus* em rebanhos ovinos pertencentes à microrregião de Teresina, Brasil. *PUBVET*, 11(5), 470-475.
- Ávila-Granados, L. M., Garcia-Gonzalez, D. G., Zambrano-Varon, J. L. and Arenas-Gamboa, A. M. (2019). Brucellosis in Colombia: Current status and challenges in the control of an endemic disease. *Front. Vet. Sci.*, 6, 321. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00321>.
- Banda Castillo, A. (2015). *Seroprevalencia de brucellosis y su efecto sobre la productividad de hatos caprinos en Aramberri, Nuevo León*. Tesis de Maestría en Ciencia Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Barendregt, J. J., Doi, S. A., Lee, Y. Y., Norman, R. E. and Vos, T. (2013). Meta-analysis of prevalence. *J. Epidemiol. Community Health*, 76(11), 1-5. <https://doi.org/10.1136/jech-2013-203104>.
- Beltrán-Saavedra, S. L. F., Ticona. C. H., Nallar, G. R. and González, R. J. L. (2010). Estudio serológico de fiebre aftosa y brucellosis en rebaños mixtos de camélidos y ovinos en la ecorregión de serranía en Apolobamba, La Paz, Bolivia. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 21(2), 227-231.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T. and Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. Chichester, U.K.: John Wiley and Sons, Ltd., Chichester, U.K.
- Campos, L. D. y Morales-Cauti, S. (2020). Seroprevalencia de anticuerpos contra cepas lisas de *Brucella* en ovinos Junín de la SAIS Túpac Amaru, Perú. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 31(4), e19250.
- Carrera Chávez, J. M., Echavarría Cháirez, F. G., Aréchiga Flores, C. F., Bañuelos Valenzuela, R. y Tórtora Pérez, J. L. (2013). Consideraciones epidemiológicas en la prevalencia serológica de *Brucella ovis* en Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(1), 61-74.
- Costa, E. A., Sant'Ana, F. M., Carvalho, C. J. S., Moustacas, V. S., Silva, S. M. M. S., Paixão, T. A. and Santo, R. L. (2012). Diagnosis of *Brucella ovis* infection by serology and PCR in urine samples from naturally infected rams in the State of Piauí. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 64(3), 751-754.
- Dadar, M., Shahali, Y. and Fakhri, Y. (2021). Brucellosis in Iranian livestock: A meta-epidemiological study. *Microbial*



- Pathogenesis*, 155, 104921. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.104921>
- Dahl, M. O. (2020). Brucellosis in foodproducing animals in Mosul, Iraq: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 15(7), e0235862. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235862>.
- de Araújo Teixeira, L. S., Alves de Pinho, F., Ferreira Batista, J., das Virgens Santana, M., Ferreira Soares, F. F., César Lima, A. M., Lopes Furtado, L., dos Santos Silva, F. K., Nunes Santos, L. M., Medeiros Damasceno, T. C., de Sousa Junior, J. F., Sipaúba de Oliveira, M., Saraiva Cardoso, J. F., de Oliveira Paula, N. R. and Bezerra Barradas Mineiro, A. L. (2021). Risk factors and detection of *Brucella ovis* in naturally infected rams and ewes. *R. Bras. Ci. Vet.*, 28(1), 48-52.
- De Moraes Peixoto, R., Barbosa Dos Santos, G., Santos Amanso, E., Aquino De Sá, M. D. C., Peixoto Araújo, R. D. M. and Matiuzzi Da Costa, M. (2016). Anti-Lentivirus, *Brucella abortus* and *B. ovis* antibodies in small ruminants raised in Pernambuco and Bahia. *Rev. Caatinga, Mossoró*, 29(2), 507-511.
- Dos Santos, R., Dionisio de Souza, A. A., Cardoso Gomes, S., Garcia Socoloski, S. N. and Gomes de Castro, B. (2016). Research on *Brucella abortus* antibodies in sheep from midnorth Mato Grosso state, Brazil. *Veterinaria e Zootecnia*, 23(4), 642.
- Elderbrook, M., Schumaker, B., Cornish, T., Peck, D. and Sondgerot, K. (2019). Seroprevalence and risk factors of *Brucella ovis* in domestic sheep in Wyoming, USA. *BMC Veterinary Research*, 15, 246. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1995-5>.
- Farias, A. E. M., Higino, S. S. S., Azevedo, S. S., Costa, D. F., Santos, F. A., Correia, E. L., Santos, C. S. S. B. and Alves, C. J. (2013). Epidemiological evaluation of reproductive infectious agentes in sheep in the Brazilian Semiarid. *World Journal of Veterinary Science*, 1(1), 13-17.
- Flores, P. M. P., Herrera, L. E., Gutiérrez, H. J. L., Palomares, R. E. G. y Díaz, A. E. (2015). Diagnóstico serológico de *Brucella* spp. y *Leptospira* spp. en rebaños caprinos en el estado de Guanajuato. Memorias del XXXIX Congreso Nacional e Internacional de Buiatría “Lic. Luis Bravo Tornel”, Puebla, 31 de julio al 1 agosto, México.
- Fiorentino, M. A., Velilla, A., Manes, J., Díaz, A. G., Clausse, M., Paolicchi, F. A. and Estein, S. M. (2017). Different strategies for the diagnosis of ovine brucellosis by *Brucella ovis* in an endemic flock from Argentina. *In Vet.*, 19(1-2), 139-148.
- Gaido, A. B., Nieva, J. D., Salatin, A. O., Aguirre, N. P. y Aguirre, D. H. (2013). Brucellosis caprina: encuesta serológica en majadas de la Quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy, Argentina. *Rev. Med. Vet.*, 94(3), 58-61.
- Galluzzo, P., Migliore, S., Cascio, S., Barreca, S., Alfano, M., Tagliarini, A., Candela, A., Piraino, C., Galuppo, L., Condorelli, L., Hussein, H. A., Tittarelli, M. and Chiarenza, G. (2021). Diagnostic findings in a confirmed outbreak of *Brucella ovis* infection in a traditional sheep farm in Sicily (South-Italy). *Pathogens*, 10, 1472. <https://doi.org/10.3390/pathogens10111472>.
- García-Juárez, G., Efrén Ramírez, J., Hernández-Vázquez, M., Hernández-Calva, L. M., Díaz-Aparicio, E. y Orozco-Bolaños, H. (2014). Análisis de riesgos de la brucellosis en el estado de Tlaxcala. *Salud Pública de México*, 56(4), 355-362.
- Geresu, M. A. and Kassa, G. M. (2016). A review on diagnostic methods of brucellosis. *J. Veterinar Sci. Technol.*, 7, 323. <https://doi.org/10.4172/2157-7579.1000323>.
- Gutiérrez Hernández, J. L., Garrido Fariña, G. I., Acosta Dibarrat, J. P., Díaz Aparicio, E., Tenorio Gutiérrez, V. R. y Tórtora Pérez, J. L. (2015). Diagnóstico serológico, histopatológico y molecular de epididimitis ovina en carneros de Zacatecas, México. *Quehacer Científico en Chiapas*, 10(2), 16-23.
- Haif, A., Khelii-Ouchene, N. A., Kheli, M., Ouchetati, I., Zeroual, F. and Ouchene, N. (2021). Abortive diseases and their various associated risk factors in small ruminants in Algeria: a systematic review. *Tropical Animal Health and Production*, 53, 520. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02926-6>.
- Hernández, H. J. E., Franco, G. F. J., Camacho, R. J. C., Tepalzingo, C. S. y Hernández, R. D. (2016). Localización y costos de brucellosis en cinco rebaños de cabras pertenecientes a cuesta blanca en el Estado de Puebla, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 38, 307-316.
- Higgins, J. P. T. and Thompson, S. G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Stat Med.*, 21(11), 1539-1558. <https://doi.org/10.1002/sim.1186>
- Johnson, J. W., Lucas, H., King, S., Caron, T., Wang, C. H. and Kelly, P. J. (2020). Serosurvey for *Brucella* spp. and *Coxiella burnetii* in animals on Caribbean islands. *Vet. Med. Sci.*, 6, 39-43.

- Juliano, R. S., da Silva, M. S. P., Pellegrin, A. O., Lima, M. F. N. T. and de Silva, R. A. M. S. (2011). Brucellosis prevalence in sheep in Corumba-MS, Brazil. *Veterinária e Zootecnia*, 18(4), 827-830.
- Khuranaa, S. K., Sehrawata, A., Tiwarib, R., Prasadc, M., Gulatid, B., Shabbire, M. Z., Chhabraf, R., Karthikg, K., Patelh, S. K., Pathakh, M., Yatooi, M. I., Guptaj, V. K., Dhamah, K., Sakh, R. and Chaicumpa, W. (2021). Bovine brucellosis – a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*, 41(1), 61-88. <https://doi.org/10.1080/0165217.2020.1868616>.
- Linderot de Cardona, K., De Gracia Scanapieco, A. and Braun, P. G. (2016). First results on small ruminant brucellosis and tuberculosis and caprine arthritis-encephalitis in El Salvador. *Trop. Anim. Health Prod.*, 48, 1083-1087. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1044-3>.
- López, G. E., Peña, S., Escobar, G. I., Hasan, D. B. and Lucero, N. E. (2018). Serological study of brucellosis in Argentine Creole sheep. *Rev. Argent Microbiol.*, 50(3), 285-289.
- Lucero, N. E., Ayala, S. M., Escobar, G. I. and Jacob, N. R. (2008). *Brucella* isolated in humans and animals in Latin America from 1968 to 2006. *Epidemiol Infect.*, 136(4), 496-503.
- Machado, G., Vidor, A. C. M., Santos, D. V., Kohek, I., Stein, M. C., Hein, H. E., Poeta, A. S. and Corbellini, L. G. (2015). Seroprevalence of *Brucella ovis* in rams and associated flock level risk factors in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*, 121, 183-187.
- Mancebo, O. A., Russo, A. M., Giménez, J. N., Gait, J. J. y Monzón, C. M. (2011). Enfermedades más frecuentes en caprinos de la Provincia de Formosa (Argentina). *Vet. Arg.*, 28(274).
- Marin, V., Mellado, M., Díaz-Aparicio, E., Arellano-Reynoso, B. and Carrillo, E. (2015) Risk factors associated with hair sheep brucellosis in an intensive system. *Vet. Med. Zoot.*, 69(91), 48-51.
- Marinho, M., Nogueira Mendes, L. C., Noriyuki Kaneto, C., Vidovix Taparo, C., Rodrigues Bernardes, J. O., Longo Lombardi, A., Venturoli Perri, S. H., Benvenuto Baldasso, A. e Marussi Ribeiro, M. (2012). Perfil de aglutininas anti-leptospira e anti-brucella e condições sanitárias de ovinos da região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. *Vet. e Zootec.*, 19(4), 593-600.
- Martínez, D. E., Cipolini, M. F., Storani, C. A., Russo, A. M. y Martinez, E. I. (2018). Brucellosis: prevalencia y factores de riesgo asociados en bovinos, bubalinos, caprinos y ovinos de Formosa, Argentina. *Rev. Vet.*, 29(1), 40-44. <https://doi.org/10.30972/vet.291278>.
- Martins, G., Penna, B., Hamond, C., Cosendey-Kezen Leite, R., Silva, A., Ferreira, A., Brandão, F., Oliveira, F. and Lilienbaum, W. (2012). Leptospirosis as the most frequent infectious disease impairing productivity in small ruminants in Rio de Janeiro, Brazil. *Trop. Anim. Health Prod.*, 44, 773-777. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9964-4>.
- Mazlan, M., Khairani-Bejo, S., Hamzah, H., Nasruddin, N. S., Salleh, A. and Zamri-Saad, M. (2021). Pathological changes, distribution and detection of *Brucella melitensis* in foetuses of experimentally-infected does. *Veterinary Quarterly*, 41(1), 36-49. <https://doi.org/10.1080/01652176.2020.1867328>.
- Moreno, E. (2002). Brucellosis in Central America. *Vet. Microbiol.*, 90(1-4), 31-38.
- Moscoso Gómez, M., Núñez Moreno, M. S., Peña Serrano, L. y Peñafiel Acosta, S. (2019). Evaluación de la salud y la calidad de la leche de cabras Saanen para la seguridad alimentaria en agroecosistemas vulnerables de Penipe, Ecuador. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 2(1), 46-54.
- Musallam, I. I., Abo-Shehada, M. N., Hegazy, Y. M., Holt, H. R. and Guitian, F. J. (2016). Systematic review of brucellosis in the Middle East: disease frequency in ruminants and humans and risk factors for human infection. *Epidemiol. Infect.*, 144, 671-685. <https://doi.org/10.1017/S0950268815002575>
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). (2021). Brucellosis (infección por *Brucella abortus*, *B. melitensis* y *B. suis*), Capítulo 3.1.4. *Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres*. https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.01.04_BRUCELL.pdf.
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). (2022). Base de datos del Sistema mundial de información zoosanitaria (WAHIS Interface), Ver. 1. *World Organization for Animal Health*. <https://wahis.oie.int/#/dashboards/country-or-disease-dashboard>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2022). *Cultivos y productos de ganadería*. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Ortega-Sánchez, J. L. y Vergara-Hernández, H. P. (2012). Seroprevalencia de brucellosis caprina en tres ejidos del municipio de Lerdo, Durango, México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 11(1), 35-43.
- Oseguera Montiel, D., Frankena, K., Udo, H., Keilbach Baer, N. M. and Van der Zijpp, A. (2013). Prevalence and risk factors for brucellosis in goats in areas of Mexico with and without brucellosis control campaign. *Trop. Anim. Health Prod.*, 45, 1383-1389. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0375-6>.
- Poulsen, K. P., Hutchins, F. T., McNulty, C. M., Tremblay, M., Zabala, C., Barragan, V., Lopez, L., Trueba, G. and Bethel,



- J. W. (2014). Short report: Brucellosis in dairy cattle and goats in Northern Ecuador. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 90(4), 712-715. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.13-0362>.
- Putrschert Barahona, M., Mafra Andrade, S., Mendoza Cadena, T., Velástegui Moreno, M. y Haro Bedón, L. (2017). Prevalencia de *Brucella melitensis* en cabras de los apriscos de ASOCAPRINOR que se encuentran en el Cantón Ibarra, provincia de Imbabura. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(9), 1-16.
- Praud, A., Champion, J. L., Corde, Y., Drapeau, A., Meyer, L. and Garin-Bastuji, B. (2012). Assessment of the diagnostic sensitivity and specificity of an indirect ELISA kit for the diagnosis of *Brucella ovis* infection in rams. *BMC Vet. Res.*, 8, 68.
- R Development Core Team. R. (2020). A language and environment for statistical computing. In: Computing R Foundation for Statistical Computing, editor. 4.0.2 ed. Vienna, Austria.
- Ran, X., Chen, X., Wang, M., Cheng, J., Ni, H., Zhang, X. and Wen, X. (2018). Brucellosis seroprevalence in ovine and caprine flocks in China during 2000-2018: A systematic review and meta-analysis. *BMC Veterinary Research*, 14, 393. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1715-6>
- Ribeiro Araújo, B., Nunes Costa, J., Sampaio De Souza, T., Valença De Lima, C. C., Xavier Leite, M. D., Costa Neto, A. O., Magnavita Anunciação, A. V., Ribeiro Almeida, M. D. G. A. and Barbosa De Lima, E. (2013). Seroepidemiology of sheep brucellosis in the microregion of Feira de Santana, BA, Brazil. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, 50(2), 129.
- Rizzo, H., Gregory, L., Beraldi, F., Carvalho, A. F., Scarcelli Pinheiro, E. e Paulin, L. M. (2014). Ocorrência de anticorpos anti-*Brucella ovis* em ovinos com histórico de distúrbios reprodutivos no estado de São Paulo, Brasil. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, 81(2), 99-106.
- Román-Ramírez, D. L., Martínez-Herrera, D. I., Peniche-Cerdeña Álvaro E. D. J., Villagómez-Cortés, J. A., Torres-Acosta, F. D. J. and Flores-Castro, R. (2020). Epidemiology of brucellosis in three sheep production areas of the state of Veracruz, Mexico. *Agrociencia*, 54, 661-672.
- Román-Ramírez, D. L., Peniche-Cerdeña, A. E. D. J., Martínez-Herrera, I., Villagómez-Cortés, J. A., Morales-Álvarez, J. F. y Flores-Castro, R. (2017). Epidemiología de la brucellosis caprina en la Zona Centro del Estado de Veracruz. *Gac. Med. Mex.*, 153, 26-30.
- Romero, P. (2019). Bivet. Mayabeque: UNAH. <http://infoservet.unah.edu.cu>
- Ron-Román, J., Berkvens, D., Barzallo-Rivadeneira, D., Angulo-Cruz, A., González-Andrade, P., Minda-Aluisa, E., Benítez-Ortíz, W., Brandt, J., Rodríguez-Hidalgo, R. and Saegerman, C. (2017). The unexpected discovery of *Brucella abortus* Buck 19 vaccine in goats from Ecuador underlines the importance of biosecurity measures. *Trop. Anim. Health Prod.*, 49(3), 569-574. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1229-4>.
- Rossetti, C. A., Arenas-Gamboa, A. M. and Maurizio, E. (2017). Caprine brucellosis: A historically neglected disease with significant impact on public health. *PLoS Negl Trop Dis.*, 11(8), e0005692. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005692>.
- Rossetti, C. A., Maurizio, E. and Rossi, U.A. (2022). Comparative review of brucellosis in small domestic ruminants. *Front. Vet. Sci.*, 9, 887671. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.887671>.
- Russo, A. M., Mancebo, O. A., Monzón, C. M., Gait, J. J., Casco, R. D. y Torioni de Echaide, M. (2016). Epidemiología de la brucellosis caprina y ovina en la provincia de Formosa, Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*, 48(2), 147-153. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2015.10.005>.
- Santos, F. A., Higino, S. S. S., Azevedo, S. S., Costa, D. F., Farias, A. E. M., Alves, F. A. L., Paulin, L. M. e Alves, C. J. (2013). Caracterização epidemiológica e fatores de risco associados à infecção por *Brucella ovis* em ovinos deslanados do semiárido paraibano. *Pesq. Vet. Bras.*, 33(4), 459-463.
- Santos, R., Souza, A. A. D., Gomes, S. C., Socoloski, S. N. G. e Castro, B. G. (2016). Pesquisa de anticorpos anti-*Brucella abortus* em ovinos da região Médio-Norte Matogrossense. *Vet. e Zootec.*, 23(4), 642-646.
- Saxena, N., Bagicha Singh, B. and Mohan Saxena, H. (2018). Brucellosis in sheep and goats and its serodiagnosis and epidemiology. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 7(01), 1848-1877. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.701.225>
- Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P. and Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. *BMJ*, 349, 7647. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>.

- Shome, R., Kalleshamurthy, T., Rathore, Y., Ramanjinappa, K. D., Skariah, S., Nagaraj, C., Mohandoss, N., Sahay, S., Shome, B. R., Kuralayanapalya, P. S., Roy, R. and Hemadri, D. (2021). Spatial sero-prevalence of brucellosis in small ruminants of India: Nationwide cross-sectional study for the year 2017-2018. *Transbound Emerg Dis.*, 68(4), 2199-2208. <https://doi.org/10.1111/tbed.13871>
- Simonetti, M. A., Suárez, J. L. and Rizzari, P. (2020). Prevalence of caprine brucellosis on herds of toba communities in Villa Río Bermejito, Chaco, Argentina. *Transbound Emerg. Dis.*, 67(Sup. 2), 5-8.
- Sorsa, M., Mamo, G., Waktola, H., Abunna, F., Zewude, A. and Ameni, G. (2022). Seroprevalence and associated risk factors of ovine brucellosis in south Omo Zone, Southern Ethiopia. *Infection and Drug Resistance*, 15, 387-398.
- Tadesse, G. (2016). Brucellosis seropositivity in animals and humans in Ethiopia: A meta-analysis. *PLoS Negl Trop Dis.*, 10(10), e0005006. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005006>.
- Tique, V., Daza, E., Álvarez, J. y Mattar, S. (2010). Seroprevalencia de *Brucella abortus* y ocurrencia de *Brucella melitensis* en caprinos y en ovinos de Cesar y Sucre. *Rev. U.D.C.A. Act. & Div. Cient.*, 13(2), 133-139.
- Troncoso, T. I., González, A. J., Navarrete, A. F., Lagos, M. A. & y Wiethufter, C. F. (2014). Comparación entre palpación testicular y ELISA indirecto en el diagnóstico de brucellosis ovina. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 25(4), 557-561. <https://doi.org/10.15381/rivep.v25i4.10819>.
- Tufanaru, C., Munn, Z., Stephenson, M. and Aromataris, E. (2015). Fixed or random effects meta-analysis? Common methodological issues in systematic reviews of effectiveness. *Int. J. Evid. Based Health*, 13(3), 196-207. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000065>.
- Valeris-Chacín, R., Boscán-Duque, L., Urdaneta-Pacheco, R., Chango-Villasmil, J., Torres-Rodríguez, P., Quintero-Moreno, A., Arzalluz-Fischer, A. y Sánchez-Villalobos, A. (2012). Seroprevalencia de leptospirosis y brucellosis en explotaciones caprinas del municipio Mauroa, estado Falcón, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ.*, 22(3), 231-237.
- Vargas, F., Chirinos, C., Rojas, R., Gamarra, Y. y Mosquera, O. (2016). Brucellosis en ovinos y caprinos de explotaciones de manejo intensivas y extensivas del estado Lara, Venezuela. *Ágora de Heterodoxias*, 2(1), 90-103.
- Von Elm, E., Douglas, G., Egger, M., Pocock, S., Gotzsche, P. and Vandenbroucke, J. (2007). The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Ann. Intern. Med.*, 147(8), 573-578. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-147-8-200710160-00010>.
- Ximenes Martins, N. É., De Moura Almeida, J. D., Giannoccaro Silva, M., Gonçalves Sousa, M., Mathias, L. A. e De Sousa Almeida, K. (2013). Prevalência de anticorpos anti-*Brucella ovis* E ANTI-*Brucella abortus* em ovinos do município de Colinas, Tocantins, Brasil. *Rev. Patol. Trop.*, 42(2), 147-160.
- Zabala, C., Barragán, V. y Trueba P., G. A. (2012). Presencia de *Brucella* sp. en cabras de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 4(2). <https://doi.org/10.18272/aci.v4i2.100>
- Zambriski, J. A., Saito, M., Nydam, D. V., Reyes-Garay, H. A., Castillo, R., Cepeda, D., Cespedes-Zambrano, M. J., Garcia-Vara, P., Maves, R. C., Solan, M., Torrico, F. and Gilma, R.H. (2010). Assessment of *Brucella melitensis* disease burden in lactating goats in Mizque, Bolivia. *International Journal of Infectious Diseases*, 14(Sup. 1), e163. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2010.02.1842>
- Zamora Macías, C. A., Zambrano Aguayo, M. D., Navarrete Suárez, G. A., Rezabala Zambrano, M. M., Fonseca-Rodríguez, O. y Pérez Ruano, M. (2022). Prevalencia de brucellosis en bovinos y búfalos en las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica. Revisión Sistemática y Metaanálisis. *Rev. Prod. Anim.*, 34(2). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e4199>

Declaración de contribución a la autoría

José Roberto Velásquez Navarrete: investigación, análisis formal, redacción-borrador original redacción del borrador original del artículo, adquisición de financiamiento. **Marina Dalila Zambrano Aguayo:** administración del proyecto, redacción del borrador original del artículo. **Cesar Augusto Zamora Macías:** conceptualización, análisis formal, curación de datos análisis formal. **Daniel Isaías Burgos Macías:** análisis formal, curación de datos. **Osvaldo Fonseca-Rodríguez:** supervisión, validación, visualización. **Miguel Pérez Ruano:** metodología, revisión y edición del artículo.

