



Original

Prevalencia de brucelosis en bovinos y búfalos en las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica. Revisión Sistemática y Metaanálisis

Prevalence of Brucellosis in Cattle and Buffaloes in Central America and the Caribbean, and South America. Systematic Review and Meta-analysis

Cesar Augusto Zamora Macías ^{*}, Marina Dalila Zambrano Aguayo ^{**}, Gustavo Adolfo Navarrete Suarez ^{**}, Madeline Michelle Rezabala Zambrano ^{***}, Osvaldo Fonseca-Rodríguez ^{****}, Miguel Pérez Ruano ^{*****}

*Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica de Manabí (UTM), Avenida Urbina y Calle Che Guevara, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

**Departamento de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí (UTM), Avenida Urbina y Calle Che Guevara, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

***Facultad de Ciencias de la salud, Universidad Técnica de Manabí (UTM), Avenida Urbina y Calle Che Guevara, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

****Department of Epidemiology and Global Health, Umeå University, SE-901 87 Umeå, Sweden.

*****Cátedra "Una Sola Salud", Universidad Agraria de la Habana. Carretera de Tapaste y Autopista Nacional Km 23½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. P.O. Box 18. Cuba.

Correspondencia: lolozamora1994@hotmail.com

Recibido: Febrero, 2022; Aceptado: Febrero, 2022; Publicado: Mayo, 2022.

RESUMEN

Antecedentes: La brucelosis provoca pérdidas en la ganadería en los países de América. En esta región se reportan variaciones en su prevalencia asociadas a la implementación de los programas de control, por lo que se requiere un análisis que permita la combinación de los resultados y llegar a conclusiones, proceso que se puede realizar a partir de un metaanálisis. **Objetivo.** Estimar la prevalencia combinada de brucelosis para los bovinos y búfalos de las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica en el periodo 2010-2021 y analizar diferencias en su comportamiento en el tiempo, entre ambas regiones y especies. **Materiales y Métodos:** Se seleccionaron artículos publicados en las bases de datos electrónicas PubMed / PubMed Central, Science Direct, Scielo, Ebsco y Google Scholar. Se incluyeron los trabajos originales y tesis de posgrado disponibles, que incluyeran información sobre bovinos y búfalos, utilizaran técnicas serológicas recomendadas por la Organización Mundial de Sanidad Animal y proporcionaran el tamaño de muestra y número de positivos. Se realizó un metaanálisis para estimar la prevalencia

Como citar (APA)

Zamora Macías, C., Zambrano Aguayo, M. D., Navarrete Suarez, G., Rezabala Zambrano, M., Fonseca-Rodríguez, O., & Pérez Ruano, M. (2022). Prevalencia de brucelosis en bovinos y búfalos en las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica. Revisión Sistemática y Metaanálisis. *Revista de Producción Animal*, 34(2). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e4199>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

combinada de la enfermedad y se evaluó el efecto de los subgrupos mediante un análisis de metarregresión. **Resultados:** Se identificaron 65 artículos que cumplimentaban los criterios de selección, 56 en bovinos y 11 en búfalos. La prevalencia combinada fue del 3,0% y se presentaron diferencias entre bovinos (2,7%) y búfalos (5,2%), así como entre los períodos estudiados, 4,3% en el período 2011-2016 y 2,0% en el período 2017-2021. **Conclusiones:** La prevalencia combinada de la enfermedad fue del 3,0%, la misma fue mayor en búfalos, disminuye en los últimos cinco años y no se presentaron diferencias entre las dos regiones estudiadas.

Palabras clave: Américas, bóvidos, Brucella, prevalencia de una enfermedad (*Fuente: AGROVOC*)

ABSTRACT

Background: Brucellosis produces losses in livestock raising in the Americas. This region reports prevalence variations associated with the implementation of control programs, thus requiring an analysis that permits the combination of results to reach conclusions, which may be conducted through meta-analysis. **Aim.** To estimate the combined prevalence of Brucellosis in Cattle and Buffaloes in Central America and the Caribbean, and South America in the 2010-2021 period, and to analyze the different time performances in all the regions and the species. **Materials and methods:** Several papers published in electronic databases, such as PubMed / PubMed Central, Science Direct, Scielo, Ebsco, and Google Scholar were selected. Original papers and postgraduate theses available were included, provided they offered information about cattle and buffaloes, using the serological techniques recommended by the World Animal Health Organization, and which provided the sample size and the number of positives. A meta-analysis was done to estimate the combined prevalence of the disease, and the effect on the subgroups was evaluated by meta-regression. **Results:** Overall, 65 that met the selection criteria were included, 56 related to cattle, and 11 to buffaloes. The combined prevalence was 3.0%; differences between cattle (2.7%) and buffaloes (5.2%) were observed. The differences between the periods studied accounted for 4.3% (2011-2016) and 2.0% (2017-2021), respectively. **Conclusions:** The combined prevalence of the disease was 3.0%, which was higher in buffaloes, which dropped in the last five years. No differences were observed between the two regions studied.

Keywords: The Americas, bovids, Brucella, disease prevalence (*Source AGROVOC*)

INTRODUCCIÓN

En América Latina y el Caribe se produce un poco más del 23% de la carne bovina y de búfalo a nivel mundial, con un enorme crecimiento de estas producciones, especialmente en los países de América del Sur, convirtiéndose en la región que más exporta carne bovina a nivel mundial (FAO, 2021).

En los últimos años en la región se ha incorporado la producción de búfalos, con posibilidades de desarrollo en modelos rentables y sostenibles (Bertoni et al., 2021), incrementado su relevancia dentro de los sistemas de producción de carne y leche (Fosgate et al., 2011). En el año 2007 se reporta un ritmo de crecimiento explosivo de esta especie con crecimientos del 12,7% anual, muy por encima de todos los demás continentes (Zava, 2007), ritmo que se mantiene hasta nuestros

días cuando se analizan los datos de diferentes países como Colombia, Argentina, Venezuela y Cuba (Naveena et al., 2020).

La producción bovina y bubalina se ve afectada por enfermedades de origen infeccioso que influyen negativamente en la reproducción, algunas de las cuales son zoonóticas y provocan problemas de salud pública (Contreras et al., 2012). Estas enfermedades son un obstáculo para el buen desempeño productivo y reproductivo del ganado, lo que resulta en enormes pérdidas económicas (Fosgate et al., 2011; Alves et al., 2015; Villanueva et al., 2018).

Entre estas enfermedades de origen infeccioso que afectan al ganado bovino y bubalino, la brucelosis cobra gran importancia, ya que además de las pérdidas que produce en la ganadería, esta enfermedad es una zoonosis que afecta a la mayoría de los países en desarrollo (Avila-Granados et al., 2019), fundamentalmente a países del Mediterráneo, Asia, África y América Latina (Gioia et al., 2019) y se presenta de forma endémica en los países de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica (Cárdenas et al., 2019).

Múltiples especies del género *Brucella* pueden afectar a los animales y al hombre sin embargo *B. abortus*, *B. melitensis* y *B. suis* son las tres especies más importantes que infectan a los animales productores de alimentos (Poulsen et al., 2014).

En Latinoamérica, la enfermedad se encuentra distribuida ampliamente en todo el continente, reportándose variaciones en su prevalencia asociadas a la implementación de programas de control (Ojeda Gutierrez y Roman Cárdenas, 2018).

Numerosos aspectos, dentro de los cuales se incluyen el estatus de la vacunación y la prevalencia de la enfermedad, se consideran factores importantes al adoptar y evaluar el impacto de programas de control y/o erradicación de la brucelosis (Mirnejad et al., 2017).

La compilación de los resultados de diferentes estudios fragmentados por área y tiempo permite mostrar la situación de una enfermedad a nivel de país o región geográfica dentro de un período de tiempo (Tsfaye et al., 2021). En las regiones referidas se reportan diversas investigaciones sobre la temática con resultados muy variables. En América, estudios en Uruguay reportan una prevalencia del 0,4% (Aznar et al., 2015), otros realizados en Brasil reportan una prevalencia del 65,5% (Chiebao et al., 2015), por lo que se requiere un análisis que permita la combinación de los resultados y llegar a conclusiones.

El metaanálisis es un método que permite obtener un promedio ponderado de los resultados de varios estudios y estimar las frecuencias de las enfermedades, como es el caso de la prevalencia (Barendregt et al., 2013), es por ello que nos proponemos como objetivo de este estudio estimar con el uso de este método la prevalencia combinada de brucelosis para los bovinos y búfalos de las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica en el periodo 2010-2021 y analizar posibles diferencias en su comportamiento en el tiempo así como entre ambas regiones y especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estrategia de búsqueda de literatura

Para el estudio se utilizó la información que brindan artículos y tesis de maestrías y doctorado publicados en los idiomas español, portugués e inglés en las bases de datos electrónicas PubMed / PubMed Central, Science Direct, Scielo, Ebsco y Google Scholar en el período 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 (Bovino OR Búfalo) AND (Seroprevalencia OR Prevalencia OR Seroepidemiología) AND (Sudamérica OR Centro América OR Caribe OR País en específico).

Criterios de inclusión

Se utilizaron en el estudio los artículos: 1) publicados entre 2010 y 2021; 2) de investigación originales revisados por pares y tesis de posgrado realizados en Sudamérica y Centroamérica y el Caribe; 3) que informen la seroprevalencia de la brucelosis en las especies bovina y/o bubalina dentro de cualquiera de los sistemas de manejo (intensivo o extensivo); 4) que estén disponibles los textos completos; 5) que utilizaron en el diagnóstico las técnicas serológicas recomendadas por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) para el tamizaje y la confirmación (OIE, 2021); 6) que proporcionan el tamaño de la muestra y el número de casos positivos.

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 incluye 22 aspectos, dentro de los cuales se encontraban los objetivos, los diferentes componentes de los materiales y métodos como son: 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 se 3 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 cumplieran con los criterios Alta y Buena calidad, eliminándose aquellos clasificados de Baja calidad.

Selección de estudios y extracción de datos

Los registros identificados de varias bases de datos electrónicas, se indexaron utilizando el software BIVET (Romero, 2019). Se identificaron, documentaron y eliminaron registros duplicados. Se examinaron de forma independiente el título y los resúmenes con criterios de inclusión predefinidos, se recopilaron de forma independiente los textos completos y se evaluó 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, cantidad de casos positivos y negativos tanto a nivel individual, como de hatos. Se calculó la seroprevalencia de brucelosis dividiendo el número de

casos positivos por el número total de individuos examinados en el estudio, en una población y período determinado, y multiplicado por 100. El tamaño del efecto del estudio y sus correspondientes intervalos de confianza (IC) 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 los estudios relevantes.

Para informar los resultados del estudio se utilizó la metodología PRISMA (Shamseer *et al.*, 2015).

Análisis estadístico

Se realizó un metaanálisis para estimar la prevalencia combinada de brucelosis mediante la fórmula proporcionada por Barendregt *et al.* (Barendregt *et al.*, 2013). En un diagrama se presentaron las variaciones entre los estudios, los resultados de las 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 por subgrupos para determinar el efecto de las regiones geográficas (Sudamérica y Centro América y el Caribe), la especie animal (bovinos y búfalos) y el período de publicación de los artículos (2010-2016 y 2017- 2021) de la prevalencia combinada de brucelosis.

Se calcularon Estadísticas Q de Cochran y varianza inversa índice (I²) para determinar la heterogeneidad e inconsistencia respectivamente. De manera similar, se consideraron los valores de I² 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 la 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 I² 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 (Borenstein *et al.*, 2009). Se elaboró 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 programa meta versión 4.18-1 del software R (R Development Core Team, 2020)

La heterogeneidad entre los subgrupos se probó además utilizando un análisis de metarregresión, comprobándose también mediante esta prueba la relación de la prevalencia con la región geográfica, el período de estudio y la especie animal. También se realizó para cada variable incluida en el estudio por separado y las variables con valores de P<0,1 se analizaron mediante una metarregresión multivariada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la búsqueda realizada se identificaron 78 artículos que cumplían con los criterios de inclusión, seleccionándose definitivamente 65, artículos que cumplimentaban los parámetros de calidad definidos (Fig. 1). Los principales aspectos de calidad que limitaron la selección de los artículos fueron los problemas en el diseño y el uso de pruebas diagnósticas reconocidas internacionalmente.

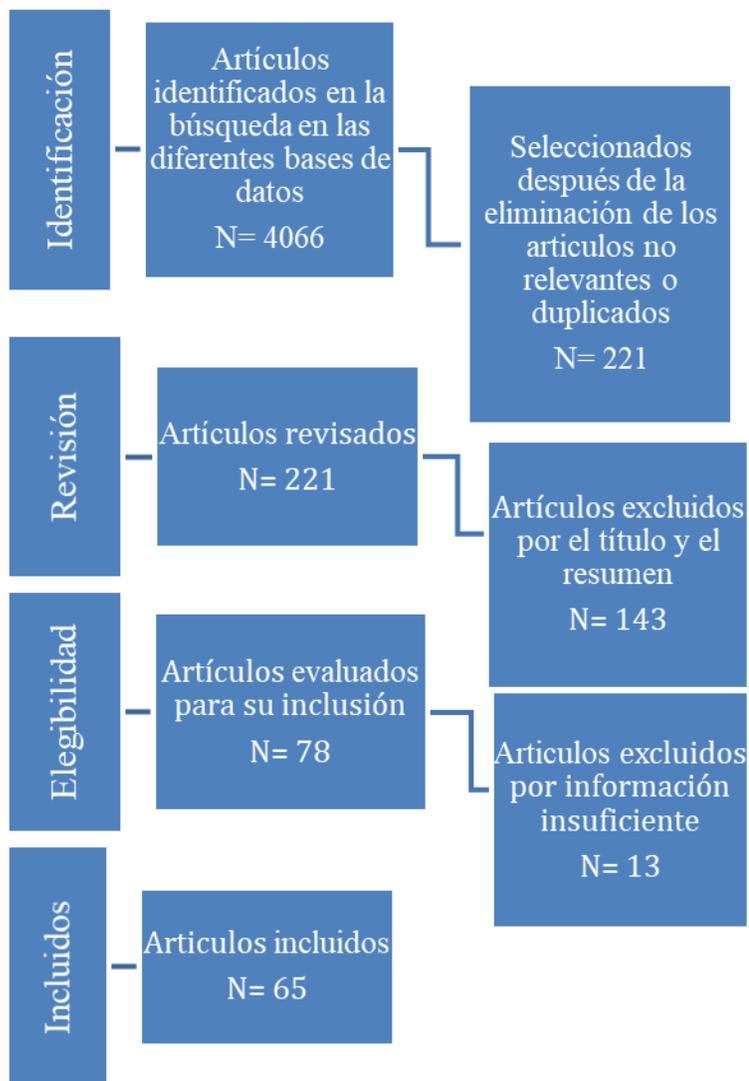


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de los artículos incluidos en el estudio.

Solo se reportan estudios con respecto a la prevalencia de brucelosis en 18 países y territorios de las regiones estudiadas, 10 de la región de Centroamérica y el Caribe y 8 de Sudamérica, el 31,25% y 61,53% respectivamente de los países que conforman estas regiones (Tabla 1), concentrándose el 75% de los mismos en 4 países, Ecuador, Brasil, México y Colombia. Esta

situación se puede convertir en una limitante para lograr resultados en el programa de control de la enfermedad en estos territorios, ya que el conocimiento de la prevalencia y distribución de la enfermedad es un factor primordial para evaluar el impacto de estos programas y realizar los ajustes requeridos a los mismos (Mirnejad *et al.*, 2017).

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

Región y País	Artículos Incluidos	Animales Investigados	Positivos	Positivos (%)	IC 95%
Centroamérica y el Caribe	13	604171	4557	0,75	0,73-0,78
Belice	1	14606	0	0,00	0,00-0,03
Costa Rica	2	547863	1173	0,21	0,20-0,23
Dominica	1	95	0	0,00	0,00-3,89
Granada	2	154	9	5,84	3,10-10,73
Guatemala	1	31038	2890	9,31	8,99-9,64
México	7	9915	485	4,89	4,48-5,33
Montserrat	1	12	0	0,00	0,00-24,25
Puerto Rico	1	184	0	0,00	0,00-20,50
San Cristobal y Nieves	1	131	0	0,00	0,00-28,50
Santa Lucia	1	173	0	0,00	0,00-21,70
Sudamérica	52	2081452	12006	0,58	0,57-0,59
Argentina	3	10387	227	2,19	1,92-2,48
Brazil	17	743685	8787	1,18	1,16-1,21
Chile	1	400	0	0,00	0,00-0,95
Colombia	6	2365	140	5,92	5,04-6,94
Ecuador	19	88469	2257	2,55	2,45-2,66
Perú	2	4296	2	0,05	0,01-0,17
Uruguay	1	1230897	517	0,04	0,04-0,05
Venezuela	3	953	76	7,97	6,42-9,87
Total	65	2685623	16563	0,62	0,61-0,63

Se conoce la necesidad de disponer datos actualizados como parte de la estrategia de control de brucelosis (Zambrano Aguayo y Pérez Ruano, 2015), por lo que es necesario desarrollar investigaciones con diseños y esquemas diagnósticos recomendados para determinar con un mayor grado de certeza la seroprevalencia de esta enfermedad, como base para el establecimiento de estrategias para su control en los animales y reducir su impacto en la salud pública.

Según la especie animal se pudo comprobar que, de los 65 artículos disponibles, en 56 se informan datos sobre la prevalencia de brucelosis en bovinos, y en 11 de búfalos (Tabla 2), por lo que consideramos deben ser una prioridad para las regiones estudiadas el desarrollo de estudios en esta última especie debido a que la misma un elevado ritmo de crecimiento en la región (Naveena *et al.*, 2020) y es identificada como un riesgo, tanto para la ganadería bovina como para

los humanos, ya que aunque se considera que esta especie es más resistente a la enfermedad, juega un papel de reservorio (Barbosa da Silva *et al.*, 2014b) y elimina el agente en la leche, lo cual es un grave riesgo para la salud pública (Rosales-Zambrano *et al.*, 2015).

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

Especie	Artículos Incluidos	Animales Investigados	Positivos	Positivos (%)	IC 95%
Bovinos	56	2672009	16026	0.60	0,59-0,61
Búfalos	11	13614	537	3.94	3,63-4,28
Total	65*	2685623	16563	0.62	0,61-0,63

* En dos artículos se proporcionan datos de las dos especies

De los artículos recuperados en la búsqueda 36 se corresponden con el periodo 2010-2016 y 29 al periodo 2017-2021 (Tabla 3).

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

Período	Artículos Incluidos	Animales Investigados	Positivos	Positivos (%)	IC 95%
2010-2016	36	124747	2468	1.98	1,90-2,06
2010	3	1331	156	11.72	10,10-13,56
2011	2	873	71	8.13	6,50-10,13
2012	2	732	210	28.69	25,53-32,07
2013	4	1889	91	4.82	3,94-5,88
2014	5	15715	553	3.52	3,24-3,82
2015	10	51881	573	1.10	1,02-1,20
2016	10	52326	814	1.56	1,45-1,67
2017-2021	29	2560876	14095	0.55	0,54-0,56
2017	11	589076	4752	0.81	0,78-0,83
2018	6	3923	157	4.00	3,43-4,66
2019	7	1255253	1054	0.08	0,08-0,09
2020	4	690032	7634	1.11	1,08-1,13
2021	1	22592	498	2.20	2,02-2,40
Total	65	2685623	16563	0.62	0,61-0,63

Al evaluar el sesgo y los efectos de los estudios pequeños mediante la observación del gráfico de embudo y la prueba de Egger y Begg para dichos efectos, se determinó que existía evidencia de sesgo de publicación en los estudios que informaron la prevalencia de brucelosis en bovinos y búfalos en las regiones estudiadas (Fig. 2), lo que puede estar relacionado con el hecho de que estaban disponibles muy pocos artículos sobre la prevalencia de brucelosis en Bovinos y Búfalos y los mismos estaban limitados a muy pocos países dentro de la región.

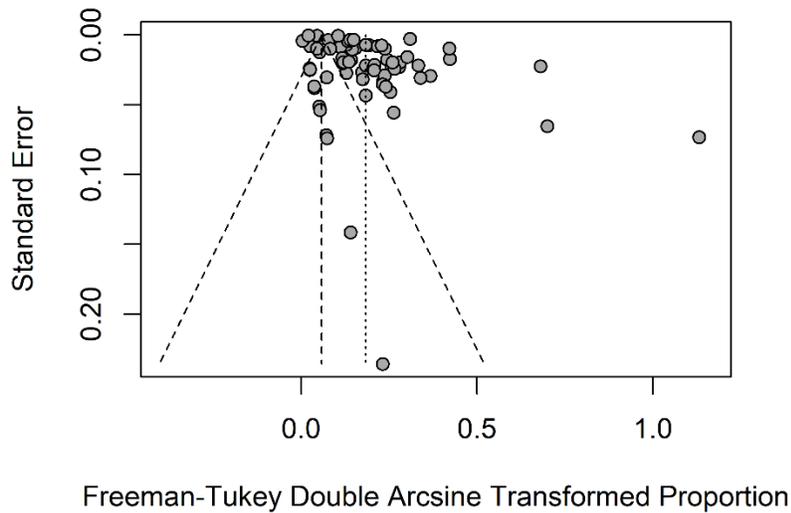


Figura 2. Análisis del sesgo de publicación de los artículos incluidos en el análisis.

El metaanálisis de efectos aleatorios indicó que la variabilidad entre estudios fue alta ($\tau^2 = 0,0041$; $I^2 = 100\%$, $Q\text{-test} = 30409,47$, $gl = 72$ y $P < 0,001$). Los estudios se ponderaron aproximadamente igual que los estudios individuales que variaron del 0,1% al 1,6% debido a la alta heterogeneidad entre los mismos, en la figura 3 presentan el diagrama de bosque derivado del metaanálisis.

Prevalencia de brucelosis en bovinos y búfalos en las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica. Revisión Sistemática y Metaanálisis

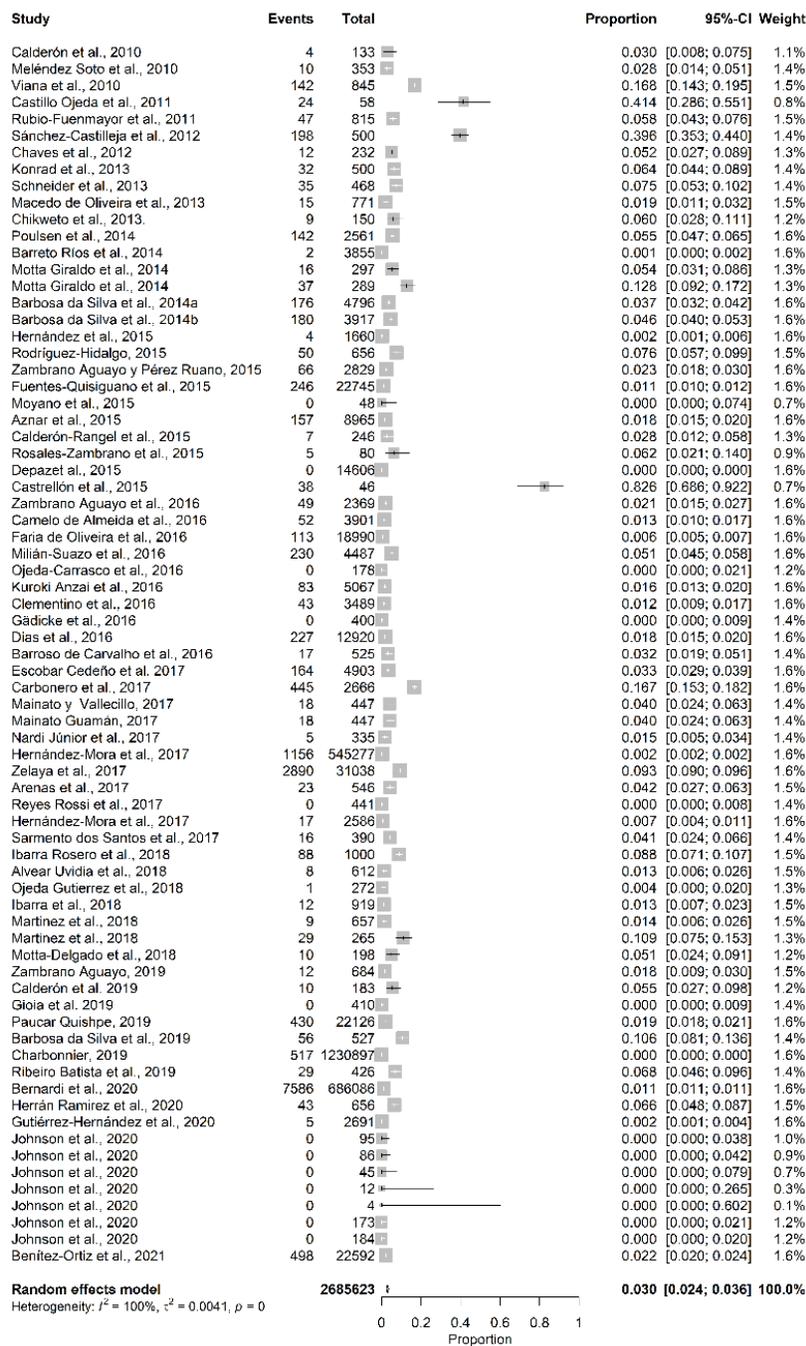


Figura 3. Diagrama de bosque de la revisión sistemática y el metaanálisis basado en la prevalencia combinada general según los registros incluidos en el estudio.

Al analizar el gráfico de Galbraith (Figura 4) se pudo comprobar que el grado de heterogeneidad era tan elevado que la eliminación de los casos atípicos habría dejado muy pocos estudios para calcular estimaciones requeridas, esta situación se ha reportado por otros autores y se constituye en una de las principales limitaciones de este tipo de estudios (Adetunji *et al.*, 2019).

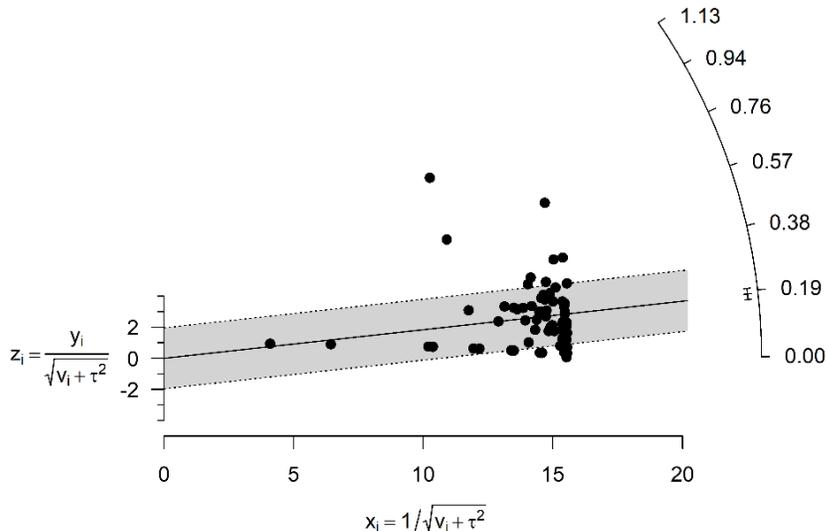


Figura 4. Gráfico de Galbraith para el análisis de los estudios incluidos.

Las prevalencias estimadas en los estudios individuales oscilaron entre el 0,0% y el 82,6%, con una prevalencia combinada general del 3,0% (IC 95%: 2,4-3,6), este resultado indica que, a pesar de todas las medidas tomadas en los diferentes países, como la vacunación, el diagnóstico y eliminación de los reactores positivos, la vigilancia epidemiológica entre otras, la enfermedad aun constituye un problema sanitario. Este resultado coincide con reportes realizados en México (Ordóñez-Velázquez *et al.*, 2021) donde se concluye pese a la campaña de vacunación y la difusión de la información, el 71,12% del territorio nacional presenta la enfermedad de forma activa, asociando esta situación al incumplimiento de las medidas establecidas en el programa de control.

Reportes similares se presentan en países de otras regiones, como los realizados en Etiopia, donde se determinaron prevalencias combinadas del 3,0 (Asmare *et al.*, 2014; Tesfaye *et al.*, 2021). En Iran se informan elevadas prevalencias combinadas de la enfermedad en bovinos con un 34,4% (Moosazadeh *et al.*, 2016).

En el metaanálisis por subgrupos se observó una prevalencia combinada en Sudamérica de 3,1% (IC 95%: 2,6 – 3,7) y en Centroamérica y el Caribe del 3,0% (IC 95%: 0,2 – 7,6) (Tabla 4), sin embargo, al realizar la evaluación a partir de la metarregresión multivariada (Tabla 7), no se comprobaron diferencias de la prevalencia combinada entre las regiones estudiadas, resultados similares a los reportados en estudios previos (Cárdenas Contreras, 2018).

Tabla 4. Comparación de la prevalencia combinada individual de brucelosis en bovinos y búfalos en las regiones de Centro América y el Caribe y Sudamérica.

Regiones	Prevalencia (IC 95%)	I2	Q	Prueba de Heterogeneidad	
				GL	P
Centroamérica y el Caribe	0.030 (0.002 - 0.076)	99.7%	4862.77	15	0.000
Suramérica	0.031 (0.026 - 0.037)	99.7%	20750.48	56	0.000
General	0.030 (0.024 - 0.036)	99.8%	30409.47	72	0.000

Leyenda: IC: Intervalo de Confianza, GL: Grados de libertad, I2: Índice de varianza inversa, Q: Estadísticas Q de Cochran, P: P-valor

Se constató una mayor prevalencia combinada en los búfalos, 5,2%, (IC 95%: 3,4 – 7,4) con respecto a los bovinos, 2,7% (IC 95%: 2,1 – 3,3) (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis por subgrupos comparando la prevalencia combinada individual de brucelosis en las diferentes especies.

Especies	Prevalencia (IC 95%)	I2	Q	Prueba de Heterogeneidad	
				GL	P
Bovinos	0.027 (0.021 - 0.033)	99.8%	29231.85	61	0.000
Búfalos	0.052 (0.034 - 0.074)	95.3%	214.17	10	0.000
General	0.030 [0.024 - 0.036]	99.8%	30409.47	72	0.000

Leyenda: IC: Intervalo de Confianza, GL: Grados de libertad, I2: Índice de varianza inversa, Q: Estadísticas Q de Cochran, P: P-valor

Otros autores (Martínez *et al.*, 2018), informan que esta situación puede estar relacionada al hecho de que los búfalos, por lo general, se han incluido en los programas de control y erradicación de la enfermedad en fechas más recientes en los países de las regiones estudiadas y es por ello que presentan una mayor prevalencia de la misma que el ganado bovino. Este comportamiento también puede estar relacionado con diferencias en la eficacia de las vacunas existentes entre el ganado bovino y bubalino, ya que en este último no se conoce bien la respuesta inmune a la vacunación (Rivera *et al.*, 2016).

Si bien existen reportes que informan que los búfalos presentan un mayor grado de resistencia a la enfermedad (Fosgate *et al.*, 2011), el contacto entre los rebaños bovinos y bufalinos, sea por su crianza mixta o por la presencia de búfalos de vida libre sin control veterinario, como por el crecimiento acelerado de su población, constituye un riesgo para lograr el control y erradicación de la enfermedad (Barbosa da Silva *et al.*, 2014b) e indica la necesidad de atención especial a su desarrollo para la producción de carne y leche.

En el periodo de 2010 al 2016 se reportó una mayor prevalencia combinada, 4,3% (IC 95%: 3,2-5,6) con respecto al período 2017-2021, 2,0% (IC 95%: 1,3-2,7) (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis por subgrupos comparando la prevalencia combinada individual de brucelosis en bovinos y búfalos en los periodos estudiados.

Períodos	Prevalencia (IC 95%)	I ²	Q	Prueba de Heterogeneidad	
				GL	P
2010 - 2016	0.043 (0.032 - 0.056)	98.9%	3318.95	36	0.000
2017 - 2021	0.020 (0.013 - 0.027)	99.9%	25229.96	35	0.000
General	0.030 [0.024 - 0.036]	99.8%	30409.47	72	0.000

Leyenda: IC: Intervalo de Confianza, GL: Grados de libertad, I²: Índice de varianza inversa, Q: Estadísticas Q de Cochran, P: P-valor

Esta reducción en la prevalencia combinada de la enfermedad puede estar relacionada con la presencia de restricciones al comercio para aquellos países con infecciones activas por *Brucella* spp. (Carbonero *et al.*, 2017), lo que ha conllevado a que en los últimos años muchos países de las regiones estudiadas presten especial atención a los programas de control de esta enfermedad, sobre todo aquellos dedicados a la exportación de ganado o productos ganaderos, como los de Sudamérica y México.

En trabajos previos se reporta que en países donde la brucelosis se presenta de forma endémica se ha constatado una tendencia a su reducción de la prevalencia en el período 1996-2014, a la vez que se reporta que las regiones de Centroamérica y Sudamérica se encuentran entre las más afectadas por la enfermedad a nivel global (Cárdenas Contreras, 2018).

En las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica la mayoría de los más de 40 países que las conforman, a pesar de que hay programas de control establecidos, la enfermedad se presenta de forma endémica (Cárdenas Contreras, 2018) y aunque se comprueba una reducción general en la prevalencia combinada de la enfermedad en los últimos cinco años, la prevalencia combinada se mantiene alta, lo que es un indicador de la necesidad de incrementar las medidas para el control de la misma.

En el análisis de metarregresión multivariada se pudo comprobar que de las variables estudiadas resultaron significativas ($P < 0,01$) el período de estudio y la especie animal (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados del análisis de metarregresión multivariada a nivel individual.

Variables	Categorías	Coefficiente (IC 95%)	P
Región	Centroamérica y el Caribe	1 (ref)	
	Sudamérica	-0.01 (-0.05 - 0.02)	0.4648
Especie	Bovinos	1 (ref)	
	Búfalos	0.06 (0.01 - 0.1)	0.0099
Período	2010 - 2016	1 (ref)	
	2017 - 2021	-0.04 (-0.07 - -0.01)	0.005

A partir de una revisión sistemática y el metaanálisis de los resultados, podemos proporcionar hallazgos bien fundamentados que se pueden utilizar en la formulación de políticas sanitarias y proponer sugerencias para futuras investigaciones (Mirnejad *et al.*, 2017), el estudio realizado nos

permitió comprobar una prevalencia combinada de la enfermedad mayor en búfalos, una disminución de la misma en los últimos cinco años y que no se presentaron diferencias entre las dos regiones estudiadas.

El estudio presentó como limitaciones la concentración de los estudios disponibles en cuatro países y la poca disponibilidad de estudios donde se evalúe la prevalencia en la especie bufalina, aspectos que se deben tener en cuenta en futuros trabajos.

CONCLUSIONES

La prevalencia combinada de la enfermedad fue del 3,0%, la misma fue mayor en búfalos, disminuye en los últimos cinco años y no se presentan diferencias entre las dos regiones estudiadas.

REFERENCIAS

- Adetunji, S.A., Ramirez, G., Foster, M.J., & Arenas-Gamboa, A.M. (2019). A systematic review and meta-analysis of the prevalence of osteoarticular brucellosis. *PLoS Negl Trop Dis.*, 13(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007112>
- Alvear Uvidia, E.L., Espinoza Castillo, D.D., Salazar Tenelanda, M.V., Alvear Haro, P.F., & Pazmiño Garzón, D.L. (2018). Evaluación de las pérdidas económicas causadas por brucelosis bovina en las comunidades de Chaguarpata y Launag en el Cantón Chunchi provincia de Chimborazo – Ecuador. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*. <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/08/perdidas-economicas-brucelosisbovina.html>
- Alves, A.J., Rocha, F., Amaku, M., Ferreira, F., Telles, E.O., Grisi Filho, J.H., Ferreira Neto, J.S., Zylbersztajn, D., & Dias, R.A. (2015). Economic analysis of vaccination to control bovine brucellosis in the States of Sao Paulo and Mato Grosso, Brazil. *Prev Vet Med.*, 118, 351-358. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.12.010>
- Arenas, N.E., Abril, D.A., Valencia, P., Khandige, S., Yesid Soto, C., & Moreno-Melo, V. (2017). Screening food-borne and zoonotic pathogens associated with livestock practices in the Sumapaz region, Cundinamarca, Colombia. *Trop Anim Health Prod.*, 49, 739-745. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1251-6>
- Asmare, K., Krontveit, R.I., Ayelet, G., Sibhat, B., Godfroid, J., & Skjerve, E. (2014). Meta-analysis of *Brucella* seroprevalence in dairy cattle of Ethiopia. *Trop Anim Health Prod.*, 46(8), 1341-50. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0669-3>
- Avila-Granados, L.M., Garcia-Gonzalez, D.G., Zambrano-Varon, J.L., & 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>

- Aznar, M.N., Linares, F.J., Cosentino, B., Sago, A., La Sala, L., León, E., Duffy, S., & Perez, A. (2015). Prevalence and spatial distribution of bovine brucellosis in San Luis and La Pampa, Argentina. *BMC Vet Res.*, *11*, 209. <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0535-1>
- Barbosa da Silva, J., da Fonseca, A.D., & Barbosa, J.D. (2014a). Serological survey of *Mycobacterium bovis*, *Brucella abortus* and *Borrelia burgdorferi* in water buffaloes in the northern region of Brazil. *Rev Salud Anim.*, *36*(1), 35-39. <http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v36n1/rsa06114.pdf>
- Barbosa da Silva, J., Passos Rangel, C., da Fonseca, A.H., de Moraes, E., Souza Vinhote, W.M., da Silva Lima, D.E., da Silva e Silva, N., & Diomedes Barbosa, J. (2014b). Serological survey and risk factors for brucellosis in water buffaloes in the state of Pará, Brazil. *Trop Anim Health Prod.*, *46*(2), 385-389. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0501-5>
- Barbosa da Silva, T.I., Souza de Moraes, R., de Souza Santos, P., Reckziegel, G.H., Almeida Gomes, Y., Kohara Melchior, L.A., de Carvalho Fernandes, A.C., Baptista Filho, F.L.C., Dias da Silva, D., Gomes Revoredo, R., Honório de Melo, L.E. (2019). Analysis of the risk factors for bovine brucellosis in dairy herds of the Rio Branco microregion, Acre, Brazil. *Arq Inst Biol*, *86*. <https://doi.org/10.1590/1808-1657000792018>
- Barendregt, J.J., Doi, S.A., Lee, Y.Y., Norman, R.E., & Vos, T. (2013). Meta-analysis of prevalence. *J Epidemiol Community Health*, *76*(11), 1-5. <https://doi.org/10.1136/jech-2013-203104>
- Barreto Ríos, R.M., Morales-Cauti, S., Huamán Uribe, H., Angulo Jiménez, C., Andresen Suchier, H. (2014). Seroprevalencia de *Brucella abortus* en el distrito de Codo del Pozuzo, provincia de Puerto Inca, Huánuco. *Científica*, *11*(1), 10-16. <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/cientifica/article/view/180/206>
- Benítez-Ortiz, W., Celi, M., Berkvens, D., Saegerman, C., & Ron-Garrido, 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*, 1815. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091815>
- Bernardi, F., Possa, M.G., Possa, M., Nascif Junior, I.A., Rossi, C.E., Fonseca Alves, C.E., Elias, F. (2020). Epidemiological characterization of reported cases of brucellosis in cattle in the western region of the state of Santa Catarina, Brazil. *Ciênc Rural*, *50*(8). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190678>
- Bertoni, A., Álvarez Macías, A., Mota-Rojas, D., Dávalos, J.L., & Minervino, A.H.H. (2021). Dual-Purpose Water Buffalo Production Systems in Tropical Latin America: Bases for a Sustainable Model. *Animals*, *11*, 2910. <https://doi.org/10.3390/ani11102910>
- Borenstein, M., Hedges, L.V., Higgins, J.P.T., & Rothstein, H.R. (2009). Introduction to Meta-Analysis. Chichester, U.K.: John Wiley and Sons, Ltd., Chichester, U.K. pags. 277-291.

Prevalencia de brucelosis en bovinos y búfalos en las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica. Revisión Sistemática y Metaanálisis

- Calderón, A., Tique, V., Ensuncho, C.F., & Rodríguez, V. (2010). Seroprevalencia de *Brucella abortus* en búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) en el municipio de Lorica, Córdoba. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, *13*(2), 125-132. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/740/790>
- Calderón, J.C., Bulnes, C.A., Zambrano Aguayo, M.D., Delgado, M.H., De La Cruz, L.M., & Rezabala, P.F. (2019). Seroprevalencia de brucelosis bovina y su relación con el aborto, en edad reproductiva en el cantón El Carmen, provincia Manabí, Ecuador. *La Técnica*, *21*, 87-96. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7018039.pdf>
- Calderón-Rangel, A., Angulo-Maza, L.A., Tique-Salleg, V.P., Rodríguez-Rodríguez, V.C., Ensuncho-Hoyos, C.F. (2015). Seroprevalencia de brucelosis bovina en dos localidades del Caribe colombiano. *ORINOQUIA*, *19*(2), 203-209. <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v19n2/v19n2a07.pdf>
- Camelo de Almeida, E.C., Freitas, A.A., Queiroz Pontual, K., Alves Souza, M.M., Amaku, M., Dias, R.A., Ferreira, F., Oliveira Telles, E., Heinemann, M.B., Picão Gonçalves, V.S., Evêncio-Neto, J., Vianna Marvulo, M.F., Grisi-Filho, J.H.H., Ferreira Neto, J.S., & Ramos Silva, J.C. (2016). Prevalência e fatores de risco para brucelose bovina no Estado de Pernambuco, Brasil. *Semina: Ciên Agrár.*, *37*(5), 3413-3424. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/27231/19914>
- Carbonero, A., Guzmán, L.T., García-Bocanegra, I., Borge C, Adaszek, L., Arenas, A., & Saa, L.R. (2017). Seroprevalence and risk factors associated with *Brucella* seropositivity in dairy and mixed cattle herds from Ecuador. *Trop Anim Health Prod.*, *50*(1), 197-203. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1421-6>
- Cárdenas Contreras, Z.L. (2018). Brucelosis bovina y sus factores de riesgo: Evaluación a nivel mundial y en Colombia. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España. https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2018/hdl_10803_461075/zlcc1de1.pdf
- Cárdenas, L., Peña, M., Melo, O., & Casa, J. (2019). Risk factors for new bovine brucellosis infections in Colombian herds. *BMC Vet Res.*, *15*, 81. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1825-9>
- Castillo Ojeda, M., Urbina, A., Hernández, J., & Caamaño, J. (2011). Prevalencia de brucelosis bovina en la finca la Fortuna municipio Obispo Ramos de Lora estado Mérida. Estudio de caso. *Agricultura Andina*, *19*, 43-50. <https://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/39296/articulo5.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Charbonnier, P. (2019). Brucelosis bovina: evaluación de los sistemas de vigilancia epidemiológica aplicados en Uruguay. Tesis de Maestría en Salud Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/25727/1/Tesis_PCharbonnier.pdf

- Chaves, N.P., Bezerra, D.C., dos Santos, L.S., Sá, J.S., Santos, H.P., Pereira, H.M. (2012). Intercorrência entre leucose enzoótica e brucelose em búfalos (*Bubalus bubalis*) em sistema de produção extensivo. *Pesq Vet Bras.*, 32(2), 131-134. <https://www.scielo.br/j/pvb/a/RRhGGR9Z3x7nNGGRhhDh8zL/?format=pdf>
- Chiebao, D.P., Valadas, S.Y., Minervino, A.H., Castro, V., Romaldini, A.H., Calhau, A.S., De Souza, R.A., Gennari, S.M., Keid, L.B., & Soares, R.M. (2015). Variables Associated with Infections of Cattle by *Brucella abortus*., *Leptospira* spp. and *Neospora* spp. in Amazon Region in Brazil. *Transbound Emerg Dis.*, 62: e30-36. <https://doi.org/10.1111/tbed.12201>
- Chikweto, A., Tiwari, K., Kumthekar, S., Stone, D., Louison, B., Thomas, D., Sharma, R., & Hariharan, H. (2013). Serologic detection of antibodies to *Brucella* spp. using a commercial ELISA in cattle in Grenada, West Indies. *Trop Biomed.*, 30(2), 277-80. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23959493/>
- Clementino, I.J., Dias, R.A., Amaku, M., Ferreira, F., Oliveira Telles, E., Heinemann, M.B., Picão Gonçalves, V.S., Hildebrand Grisi-Filho, J.H., Ferreira Neto, J.S., Alves, C.J., de Sousa, C., Batista Santos, A., & Santos de Azevedo, S. (2016). Epidemiological situation of bovine brucellosis in the state of Paraíba, Brazil. *Semina: Ciên Agrár.*, 37(5), 3403-3412. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n5Supl2p3403>
- Contreras, A.M., Figueredo, G.M., & Carrillo, A.C. (2012). Actualización de la Neosporosis bovina. *Conexión Agropecuaria*, 2(1), 49-66. <https://revista.jdc.edu.co/index.php/conexagro/article/download/340/361>
- Dias, R.A., Cunha Belchior, A.P., de Souza Ferreira, R., Coelho Gonçalves, R., Costa Barão de Aguiar, R.S., Rocha Sousa, P.D., Amici Santos, A.M., Amaku, M, Ferreira, F., Oliveira Telles, E., Hildebrand Grisi-Filho, J.H., Heinemann, M.B., Picão Gonçalves, V.S., Ferreira Neto, J.S. (2016). Controlling bovine brucellosis in the state of São Paulo, Brazil: results after ten years of a vaccination program. *Semina: Ciên Agrár.*, 37(5), 3505-3518. <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/27233>
- Escobar Cedeño, S.G., Romero Salguero, E.J., & Gualpa Mejía, F.O. (2017). Geo-referenciación de brucelosis bovina (*Brucella abortus*) en la provincia de Santo Domingo De Los Tsáchilas. *Rev ESPAMCIENCIA*, 8(2), 59-66. http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/136/118
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2021). Producción pecuaria en América Latina y el Caribe. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Recuperado en noviembre de 2021 de <https://www.fao.org/americas/prioridades/produccion-pecuaria/es/>

Prevalencia de brucelosis en bovinos y búfalos en las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica. Revisión Sistemática y Metaanálisis

- Faria de Oliveira, L., Seles Dorneles, E.M., De Alencar Mota, A.L.A., Picão Gonçalves, V.S., Ferreira Neto, J.S., Ferreira, F., Dias, R.A., Oliveira Telles, E., Hildebrand Grisi-Filho, J.H., Heinemann, M.B., Amaku, M., & Pereira Lage, A. (2016). Seroprevalence and risk factors for bovine brucellosis in Minas Gerais State, Brazil. *Semina: Ciên Agrár.*, 37(5), 3449-3466. <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/27226>
- Ferreira Barroso de Carvalho, R., Perreira Santos, H., Mathias, L.A., Moraes Pereira, H., Prazeres Paixão, A., Costa Filho, V.M., & Côelho Alves, L.M. (2016). Frequência de brucelose bovina em rebanhos leiteiros e em seres humanos na região central do estado do Maranhão, Brasil. *Arq Inst Biol*, 83, 1-6. <https://www.scielo.br/j/aib/a/MGCGJZ3RFVSTsJ7B8Xhkctp/?lang=pt>
- Fosgate, G.T., Diptee, M.D., Ramnanan, A., & Adewale Adesiyun, A. (2011). Brucellosis in domestic water buffalo (*Bubalus bubalis*) of Trinidad and Tobago with comparative epidemiology to cattle. *Trop Anim Health Prod.*, 43, 1479-1488. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-9846-9>
- Fuentes-Quisiguano, O., Paredes Muñoz, J., & Mosquera, J. (2015). Prevalencia de brucelosis bovina en el periodo 2004-2012 y tuberculosis bovina en el periodo 2006-2012 en hatos lecheros del Cantón Mejía. *Maskana*, 6, 215-216. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/683/597>
- Gädicke, P., Junod, T., López-Martin, J., Ortega, R., & Monti, G. (2016). Enfermedades abortigénicas en lecherías de la Provincia de Ñuble: prevalencia y análisis especial. *Arch Med Vet.*, 48, 19-28. <https://www.scielo.cl/pdf/amv/v48n1/art03.pdf>
- Gioia, G., Vinueza, R.L., Cruz, M., Jay, M., Corde, Y., Marsot, M., & Zanella, G. (2019). Estimating the probability of freedom from bovine brucellosis in the Galapagos Islands. *Epidemiol Infect.*, 147, e9,1-3. <https://doi.org/10.1017/S0950268818002534>
- Gutiérrez-Hernández, J., Palomares-Resendiz, G., Hernández Badillo, E., Leyva-Corona, J., Herrera-López, E., & Díaz-Aparicio, E. (2020). Frecuencia de enfermedades de impacto reproductivo en bovinos de doble propósito ubicados en Oaxaca, México. *Abanico Vet.*, 10, 1-11. <http://doi.org/10.21929/abavet2020.22>
- Hernández-Mora, G., Bonilla-Montoya, R., Barrantes-Granados, O., Esquivel-Suárez, A., Montero-Caballero, D., González-Barrientos, R., Fallas-Monge, Z., Palacios-Alfaro, J.D., Baldi, M., Campos, E., Chanto, G., Barquero-Calvo, E., Chacón-Díaz, C., Chaves-Olarte, E., Guzmán Verri, C., Romero-Zúñiga, J.J., & Moreno, E. (2017). Brucellosis in mammals of Costa Rica: An epidemiological survey. *PLoS ONE*, 12(8), e0182644. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0182644>
- Hernández-Mora, G., Romero-Zúñiga, J.J., Ruiz-Villalobos, N., Bonilla-Montoya, R., Barquero Calvo, E., Jiménez-Arias, J., González-Barrientos, R., Chacón-Díaz, C., Rojas, N., Chaves-Olarte, E., Guzmán Verri, C., & Moreno, E. (2017). Epidemiology of bovine

- brucellosis in Costa Rica: Lessons learned from failures in the control of the disease. *PLoS ONE*, 12(8), e0182380. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0182380>
- Herrán Ramirez, O.L., Azevedo Santos, H., Jaramillo Delgado, I.L., & da Costa Angelo, I. (2020). Seroepidemiology of bovine brucellosis in Colombia's preeminent dairy region, and its potential public health impact. *J Microbiol.*, 51, 2133-2143 <http://doi.org/10.1007/s42770-020-00377-z>
- Higgins, J.P.T., & Thompson, S.G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Stat Med.*, 21(11), 1539-1558. <http://doi.org/10.1002/sim.1186>
- Ibarra Rosero, E.M., Benavides Rosales, H.R., Játiva Cortez, D.N., González Chavisnan, P.H., & Fuertes Cevallos, Y.L. (2018). Evaluación comparativa de la prueba de fluorescencia polarizada como diagnóstico confirmatorio de la brucelosis bovina en la provincia del Carchi, Ecuador. *Tropicicultura*, 36(4), 733-740. <https://popups.uliege.be/2295-8010/index.php?id=460&file=1>
- Ibarra, E., Campos, R., Peña, J., Herrera, C., & Mina, O. (2018). Estrategias de control de brucelosis bovina en hatos lecheros de la asociación rancheros del norte el Carmelo–Carchi. *Sathiti: sembrador*, 13(1), 240-246. <https://doi.org/10.32645/13906925.522>
- Johnson, J.W., Lucas, H., King, S., Caron, T., Wang, C.H., & Kelly, P.J. (2020). Serosurvey for *Brucella* spp and *Coxiella burnetii* in animals on Caribbean islands. *Vet Med Sci.*, 6, 39-43. <https://doi.org/10.1002/vms3.214>
- Konrad, J.L., Campero, L.M., Caspe, G.S., Brihuega, B., Draghi, G., Moore, D.P., Crudeli, G.A., Venturini, M.C., & Campero, C.M. (2013). Detection of antibodies against *Brucella abortus*, *Leptospira* spp, and Apicomplexa protozoa in water buffaloes in the Northeast of Argentina. *Tropical Animal Health and Production*, 45(8), 1751-1756. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0427-y>
- Kuroki Anzai, E., da Costa, D., Pereira Ribeiro Said, A.L., Hildebrand Grisi-Filho, J.H., Amaku, M., Dias, R.A., Ferreira, F., Ardila Galvis, J.O., Picão Gonçalves, V.S., Heinemann, M.B., Oliveira Telles, E., & Ferreira Neto, J.S. (2016). An update on the epidemiologic situation of bovine brucellosis in the state of Espírito Santo, Brazil. *Semina: Ciên Agrár.*, 37(5), 3437-3448. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n5Supl2p3437>
- Macedo de Oliveira, R., Rodrigues Silva, M.L.C., Silva Macêdo, M.M., dos Santos Higino, S.S., Paulin, L.M., Alves, C.J., Xavier de Carvalho, M.G., & de Azevedo. S.S. (2013). Soroepidemiologia da leptospirose e brucelose bovina em propriedades rurais de agricultura familiar do agreste paraibano, Nordeste do Brasil. *Arq Inst Biol, São Paulo.*, 80(3), 303-311. <https://www.scielo.br/j/aib/a/btqYYvs99PDvvgf8TfTZcMSC/abstract/?lang=pt>
- Mainato Guamán, S.M. (2017). Seroprevalencia de *Brucella abortus* como impacto en la reproducción bovina de la provincia del Cañar. Tesis para a la obtención del título de

- Magister en Reproducción Animal. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cuenca, Ecuador.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26388/4/Tesis.pdf.pdf>
- Mainato, S.M., & Vallecillo, A.J. (2017). Seroprevalencia de la brucelosis bovina en la provincia del Cañar, Ecuador. *MASKANA*, 8(Número Especial), 25-28.
<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1480/1166>
- Martínez, D.E., Cipolini, M.F., Storani, C.A., Russo, A.M., & Martínez, E.I. (2018). Brucelosis: 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>
- Meléndez Soto, R.M., Valdivia Flores, A.G., Rangel Muñoz, E.J., Díaz Aparicio, E., Segura-Correa, J.C., & Guerrero Barrera, A.L. (2010). Factores de riesgo asociados a la presencia de aborto y desempeño reproductivo en ganado lechero de Aguascalientes, México. *Rev Mex Cienc Pecu.*, 1(4), 391-401. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v1n4/v1n4a7.pdf>
- Milián-Suazo, F., Hernández-Ortíz, R., Hernández-Andrade, L., Alvarado-Islas, A., Díaz-Aparicio, E., Mejía-Estrada, F., Palomares-Reséndiz, E.G., Bárcenas Reyes, I., & Zendejas-Martínez, H. (2016). Seroprevalence and risk factors for reproductive diseases in dairy cattle in Mexico. *J Vet Med Anim Health.*, 8(8), 89-98.
<https://academicjournals.org/journal/JVMAH/article-full-text-pdf/561BD5E59345>
- Mirnejad, R., Masjedian Jazi, F., Mostafaei, S., & Sedighi, M. (2017). Epidemiology of brucellosis in Iran: A comprehensive systematic review and meta-analysis study. *Microb Pathog.*, 109, 239-247. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.06.005>
- Moosazadeh, M., Abedi, G., Kheradmand, M., Safiri, S., & Nikaeen, R. (2016). Seasonal Pattern of Brucellosis in Iran: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Iranian J Health Scien.*, 4 (1), 62-72. <https://doi.org/10.18869/acadpub.jhs.4.1.62>
- Motta Giraldo, J.L., Clavijo Hoyos, J.A., Waltero García, I., & Abeledo, M.A. (2014). Prevalencia de anticuerpos a *Brucella abortus*, *Leptospira* sp. y *Neospora caninum* en hatos bovinos y bubalinos en el Departamento de Caquetá, Colombia. *Rev Salud Anim.*, 36(2), 80-89. <http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v36n2/rsa02214.pdf>
- Motta-Delgado, P.A., Herrera-Valencia, W., Londoño, M., Rojas-Vargas, E.P., & Rivera-Calderón, L.G. (2018). Prevalencia de brucelosis (*Brucella* spp) en bovinos del municipio de San Vicente del Caguán, Caquetá, Colombia. *Vet Zootec.*, 12(2), 1-9.
<https://doi.org/10.17151/vetzo.2018.12.2.1>
- Moyano, J.C., Riofrío, A.C., López, J.C., Vargas, J., Quinteros, O.R., & Marini, P.R. (2019). Prevalencia de enfermedades infecciosas en ganado bovino: caso Amazonía Ecuatoriana. *Huellas del Sumaco*, 15(1). https://www.uea.edu.ec/wp-content/uploads/2018/07/vol_15_articulo_1.pdf

- Nardi Júnior, G., Listoni, F.J.P., Megid, J., Mathias, L.A., Paulin, L., Vicente, A.F., Cortez, A., Lara, G.H.B., Motta, R.G., Chacur, M.G.M., Monteiro, F.M., & Ribeiro, M.G. (2017). Performance of microbiological, serological, molecular, and modified seminal plasma methods in the diagnosis of *Brucella abortus* in semen and serum of bovine bulls. *Biologicals*, 48, 6-9. <https://doi.org/10.1016/j.biologicals.2017.06.005>
- Naveena, B.M., Motta-Rojas, D., Guerrero-Legarreta, I., Pérez-Álvarez, J.A., Mora-Medina, P., Rosmini, M.R., Ghezzi, M.D., Fernández-López, J., Braghieri, A., Viuda-Martos, M., Bragaglio, A., & Napolitano, F. (2020). La carne de búfalo de agua en las Américas: retos y oportunidades. El búfalo de agua en Latinoamérica, hallazgos recientes. 3a. edición, BM Editores, págs. 132-165. https://www.lifescienceglobal.com/images/El_b%C3%BAfalo_de_agua_en_Latinoam%C3%A9rica_2020-compressed.pdf
- OIE [ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL] (2021). BRUCELOSIS (INFECCIÓN POR BRUCELLA ABORTUS, B. MELITENSIS Y B. SUIS), CAPITULO 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_BRUCELLA.PDF](https://www.oie.int/fileadmin/home/esp/health_standards/tahm/3.01.04_BRUCELLA.PDF)
- Ojeda Gutierrez, K., & Roman Cárdenas, F. (2018). Identificación molecular de *Brucella* spp en muestras de sangre de ganado bovino de la provincia de Zamora Chinchipe. *Centro de Biotecnología*, 07, 11-16. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/23783>
- Ojeda-Carrasco, J.J., Espinosa-Ayala, E., Hernández-García, P.A., Rojas-Martínez, C., & Álvarez-Martínez, J.A. (2016). Seroprevalencia de enfermedades que afectan la reproducción en bovinos de leche con énfasis en neosporosis. *Ecosist Recur Agropec*, 3(8), 243-249. <http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v3n8/2007-901X-era-3-08-00243.pdf>
- Ordóñez-Velázquez, I.I., Martínez-Hernández, S., & Martínez-Falcón, A.P. (2021). Evaluación de la incidencia de brucelosis en Ganado ovino, caprino, y bovino en México (2017-2019). *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 7(14), 1-5. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icap/article/view/6887/8256>
- Paucar Quishpe, A.V. (2019). Estimación Bayesiana de la prevalencia real y propiedades diagnósticas (sensibilidad y especificidad) de 2 pruebas serológicas (RBT y SAT- EDTA) para el diagnóstico de brucelosis bovina en Ecuador. Tesis de Maestría en Epidemiología y Salud Pública Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central del Ecuador, Quito. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20221>
- Poulsen, K.P., Hutchins, F.T., McNulty, C.M., Tremblay, M., Zabala, C., Barragan, V., Lopez, L., Trueba, G., & 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>

- R Development Core Team. (2020). R a language and environment for statistical computing. In: Computing R Foundation for Statistical Computing, editor. 4.0.2 ed. Vienna, Austria. <http://www.r-project.org/index.html>
- Reyes Rossi, A.E., Samamè Beltrán, H.A., & Ceino Gordillo, F.E. (2017). Presencia de brucelosis bovina en la provincia de Oxapampa, departamento de Cerro de Pasco, Perú. *Biotempo*, 14(2), 97-102. <https://doi.org/10.31381/biotempo.v14i2.1326>
- Ribeiro Batista, H., Seixas Passos, C.T., Nunes Neto, O.G., Sarturi, C., Lima Coelho, A.P., Rocha Moreira, T., Caroprezo Morini, A., Lobo Neves, K.A., do Rosário Casseb, A., Gennari, S.M., & Hamad Minervino, A.H. (2019). Factors associated with the prevalence of antibodies against *Brucella abortus* in water buffaloes from Santarém, Lower Amazon region, Brazil. *Transbound Emerg Dis*, 67(Suppl 2), 44-48. <https://doi.org/10.1111/tbed.13192>
- Rivera, S., Forastiero, A., Rios, M., López, C., Datty, R., Tamasaukas, R., Agudo, L., Cipriani, A.M., Ocando, D., & Salcedo, P. (2016). IFN- γ como marcador de la respuesta inmunitaria en búfalos de agua vacunados con RB51. *Rev Electrón vet*, 17(6), 1-16. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63646808004.pdf>
- Rodríguez-Hidalgo, R.I., Contreras-Zamora, J., Benitez Ortiz, W., Guerrero-Viracocha, K., Salcan-Guaman, H., Minda, E., & Ron Garrido, L. (2015). Circulating strains of *Brucella abortus* in cattle in Santo Domingo de losTsáchilas Province – Ecuador. *Fron Public Health*, 3, 45. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2015.00045>
- Romero, P. (2019). Bivet [en línea]. Mayabeque: UNAH, 04 junio 2019. <http://infoservet.unah.edu.cu>
- Rosales-Zambrano, D., Lugo, Á., Andueza, F., López-Merino, A., Morales-Estrada, A., & Bolívar, A.M. (2015). Pesquisa serológica y molecular de *Brucella* sp. en un rebaño bufalino lechero en la Cuenca del Sur del Lago de Maracaibo. *Rev Salud Anim.*, 37(2), 112-117. <http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v37n2/rsa06215.pdf>
- Rubio-Fuenmayor, E.R., Becerra-Ramírez, L., Trómpiz-Lachmann, J., Mejía-Silva, W., Pino-Ramírez, D., Pérez-Barrientos, M., & Sánchez-Villalobos, A. (2011). Capacidad operativa de técnicas de unión primaria y seroepidemiología de la brucelosis porcina en la región centro occidental de Venezuela. *Rev Cient: FCV- LUZ*, 21(6), 500-508. <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15676/15649>
- Sánchez-Castilleja, Y.M., Rodríguez Diego, J.G., Pedroso, M., & Cuello, S. (2012). Simultaneidad serológica de *Neospora caninum* con *Brucella abortus* y los virus de la rinotraqueítis infecciosa bovina y diarrea viral bovina en bovinos pertenecientes al Estado de Hidalgo, México. *Rev. Salud Anim.*, 34(2), 95-100. <http://revistas.censa.edu.cu/index.php/RSA/article/download/56/48>

- Sarmiento dos Santos, L., Cortez Sá, J., dos Santos Ribeiro, D.L., Pinto Chaves, N., Pinto da Silva Mol, J., Lima Santos, R., Alves da Paixão, T., & Vieira de Carvalho Net, A. (2017). Detection of *Brucella* sp. infection through serological, microbiological, and molecular methods applied to buffaloes in Maranhão State, Brazil. *Trop Anim Health Prod.*, 49(4), 675-679. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1238-3>
- Schneider, R.C., Santos, M.D., Lunardi, M., Benetti, A.H., Camargo, L.M., Freitas, S.H., Lopes Negreiro, R., & Sampaio Costa, D. (2013). Prevalence of brucellosis and risk factors associated with its transmission to slaughterhouse employees in the Cuiaba metropolitan area in the state of Mato Grosso. *Semina: Ciên Agrár.*, 34(5), 2367-2374. <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744135047.pdf>
- Shamseer, L., Moher, D., Clarke, M., Gherzi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., & 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>
- Tesfaye, A., Dejene, H., Admassu, B., Adugna Kassegn, T., Asfaw, D., Getaneh Dagnaw, G., & Belete Bitew, A. (2021). Seroprevalence of Bovine Brucellosis in Ethiopia: Systematic Review and Meta-Analysis. *Vet Med: Res Reports*, 12, 1-6. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S289721>
- Tufanaru, C., Munn, Z., Stephenson, M., & 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/XE B.0000000000000065>
- Viana, L., Baptista, F., Teles, J., Ribeiro, A.P.C., & Pigatto, C.P. (2010). Soropositividade e lesões sugestivas de brucelose em bovinos abatidos no Estado de Tocantins, Brasil. *Arq Inst Biol, São Paulo*, 77(3), 517-520. <https://doi.org/10.1590/1808-1657v77p5172010>
- Villanueva, M.A., Mingala, C.N., Tubalinal, G.A.S., Gaban, P.B.V., Nakajima C, & Suzuki Y. (2018). Emerging Infectious Diseases in Water Buffalo: An Economic and Public Health Concern. *Emerging Infectious Diseases in Water Buffalo - An Economic and Public Health Concern*. <https://www.intechopen.com/books/6811>
- Von Elm, E., Douglas, G., Egger, M., Pocock, S., Gøtzsche, P., & 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>
- Zambrano Aguayo, M.D. (2019). Estudio de la seroprevalencia de brucelosis bovina en las zonas norte, centro y sur de la provincia Manabí, Ecuador. *UNESUM-Ciencias*, 3(3), 129-136. <http://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/download/163/143/>
- Zambrano Aguayo, M.D., & Pérez Ruano, M. (2015). Seroprevalencia de brucelosis en ganado bovino y en humanos vinculados a la ganadería bovina en las zonas norte y centro de la

Prevalencia de brucelosis en bovinos y búfalos en las regiones de Centroamérica y el Caribe y Sudamérica. Revisión Sistemática y Metaanálisis

provincia Manabí, Ecuador. *Rev Salud Anim.*, 37(3), 164-172.
<http://revistas.censa.edu.cu/index.php/RSA/article/download/596/544>

Zambrano Aguayo, M.D., Pérez Ruano, M., & Rodríguez Villafuerte, X. (2016). Brucelosis Bovina en la Provincia Manabí, Ecuador. Estudio de los Factores de Riesgo. *Rev Inv Vet Perú*, 27(3), 607-617. <https://www.redalyc.org/pdf/3718/371847509022.pdf>

Zava, M. (2007). The buffalo in Southern South America. *Ital J Anim Sci.*, 6(sup2), 172-178.
<https://doi.org/10.4081/ijas.2007.s2.17>

Zelaya, B., Lepe-López, M., Muñoz, A., Cutzán, M., Paniagua, J., & Escobar, J. (2017). Monitoreo serológico de brucelosis bovina en Guatemala: reactores positivos a la prueba de Rosa de Bengala durante el periodo 2010 – 2015. *Rev Electrón de Vet.*, 18(12), 1-9.
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63654640040.pdf>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: CAZM, MDZA, GANS, MMRZ, OFR, MPR; análisis e interpretación de los datos: CAZM, MDZA, GANS, MMRZ, OFR, MPR; redacción del artículo: CAZM, MDZA, GANS, MMRZ, OFR, MPR.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.