

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Proyecto de Servicio Social

Factores de riesgo asociados a *Brucella spp.* en bovinos productores de leche

Prestador de Servicio Social: Arlyn Ursula Ruiz Alvarez

Matrícula: 2153063491

Asesor Interno:

Dr. González García Ulises
Alejandro
No. Económico 38521

Firma 

Asesor Externo

Mtro. _____
Cédula Profesional _____
Firma _____

Lugar de realización:

Coordinación de la Licenciatura de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.
(100% en línea - Proyecto Emergente UAMX).

Fecha de inicio y terminación:

Del 17 de enero de 2024 al 17 de julio de 2024.

Índice

1. Resumen
 2. Introducción
 3. Justificación
 4. Marco Teórico
 5. Objetivos
 6. Metodología
 7. Actividades realizadas
 8. Objetivos alcanzados
 9. Resultados
 10. Discusión
 11. Conclusión
- Bibliografía

1. Resumen

Los desórdenes reproductivos causados por agentes infecciosos más comunes en rumiantes son: Diarrea Viral Bovina (DVB), Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR), Brucelosis y Leptospirosis; dentro de estos, brucelosis es una enfermedad zoonótica de curso crónico y de reporte obligatorio. Esta enfermedad presenta graves consecuencias para la salud pública y la economía del productor por lo cual es considerada de importancia epidemiológica. Los factores de riesgo que se pueden considerar importantes para la infección por *Brucella spp.*, son los propios animales, ambiente y manejo; las medidas de prevención reportadas hacen énfasis en los protocolos de vacunación y vigilancia epidemiológica, concluyendo que la identificación de factores de riesgo asociados a brucelosis en las unidades de producción lechera permite generar estrategias interdisciplinarias para el control de la infección y su propagación. El objetivo de la presente revisión fue revisar los factores de riesgo asociados a la infección de brucelosis en el ganado lechero.

2. Introducción

Dentro de las enfermedades más importantes que afectan a la producción bovina, las reproductivas requieren mayor atención debido a los problemas que ocasionan como: abortos, distocias, muerte fetal y materna, retención placentaria (aumentando el intervalo entre partos) e infertilidad; ésta última, sin importar su etiología es una de las principales causas de desecho de animales en un sistema productivo, lo que genera efectos negativos dentro de la unidad de producción, como son: bajos índices productivos y reproductivos, aumento en los costos de tratamiento y la necesidad de implementación de medidas preventivas (Torres e Idagarra, 2021). Los desórdenes reproductivos causados por agentes infecciosos más comunes en rumiantes son: Diarrea Viral Bovina (DVB), Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR), Brucelosis y Leptospirosis; dentro de estos, brucelosis es una enfermedad zoonótica de curso crónico y de reporte obligatorio, generada por bacterias pertenecientes al género *Brucella* que afecta principalmente a animales domésticos, como vacas, cabras y ovejas, así como a búfalos y camellos, su distribución es mundial y solo algunos países han logrado erradicar la enfermedad, gracias a la implementación

de programas de control y erradicación (Rosete *et al.*, 2018; Gutiérrez *et al.*, 2020). La infección por *Brucella* se presenta por consumo de leche de vacas infectadas, contacto con secreciones vaginales, orina, líquido amniótico o membranas fetales, durante el ordeño y después del aborto (Zambrano *et al.*, 2018). Esta enfermedad representa un riesgo de salud pública y genera pérdidas económicas considerables, por lo que se deben tomar medidas de prevención y sacrificar a los animales positivos a la enfermedad; dentro de los factores de riesgo que favorecen su proliferación se encuentran: la incorporación de bovinos provenientes de otras unidades de producción, la compra de animales sin conocimiento epidemiológico, el uso de monta natural, la presencia de animales silvestres o ferales en la unidad de producción, la convivencia con animales domésticos de diferente especie, pastoreo mixto, instalaciones deficientes, mala higiene, falta de protocolos de bioseguridad y la ubicación de la unidad de producción (Bezerra *et al.*, 2019; Martínez y Amador, 2021; Abnaroodheleh *et al.*, 2023). La prevención de la brucelosis se basa en la vigilancia y la atención hacia los factores de riesgo; las estrategias más eficaces son: la eliminación de la infección en los animales mediante la vacunación del ganado bovino en las áreas enzoóticas con altas tasas de prevalencia, realizar pruebas serológicas y el sacrificio de animales infectados; también es necesario reducir el riesgo de contagio hacia los humanos por medio de la inocuidad alimentaria, la higiene ocupacional, las medidas de protección y la manipulación y eliminación correctas de la placenta, cadáveres de animales y los órganos internos (Organización Mundial de la Salud [OMS] 2020).

3. Justificación

La brucelosis, conocida también como fiebre mediterránea, fiebre de Malta o fiebre ondulante, actualmente es un importante problema de salud pública en todo el mundo y representa la infección zoonótica más común; la brucelosis humana se estima que anualmente causa más de 500.000 infecciones al año en todo el mundo (Arbo, 2019), causada principalmente por la producción de ganado, principal actividad del sector agropecuario, debido a la poca tecnificación, prevención y cuidado veterinario (Lozano *et al.*, 2022). El objetivo del Médico Veterinario en la

Salud pública es evaluar, prevenir y comunicar sobre todos los riesgos sanitarios posibles, establecer medidas necesarias para erradicar y controlar enfermedades zoonóticas desde el origen o fuentes de infección, producto de las acciones directas o indirectas del ser humano, aplicando las técnicas, conocimientos y recursos de la profesión a la protección y mejora de la salud humana (Ravelo *et al.*, 2021). La identificación de estos factores permitirá su correcta prevención en unidades de producción lechera, evitando brotes para lograr su erradicación.

4. Marco Teórico

La Brucelosis fue descrita por primera vez durante la Guerra de Crimea y en 1887 el Dr. David Bruce identificó la bacteria; en 1897, el Dr. Bernhard Bang identificó la variante patógena *Brucella abortus*, y a partir de entonces la infección empezó a ser conocida como enfermedad de Bang o Brucelosis (Organización Mundial de Sanidad Animal [OMSA], 2018). *Brucella* es un cocobacilo gramnegativo intracelular facultativo, aerobio, no encapsulado, inmóvil, no formador de esporas, de aproximadamente 0,5-0,7 μm por 0,6-1,5 μm , que causa enfermedades en varias especies de animales, incluido el humano; su distribución es mundial, especialmente en los países de la cuenca mediterránea, el subcontinente indio y partes de México, América Central y del Sur; existen numerosas especies patógenas conocidas en medicina veterinaria, entre las que destacan *Brucella abortus* (ganado), *Brucella melitensis* (ovejas y cabras), *Brucella ovis* (ovejas), *Brucella suis* (cerdos) y *Brucella canis* (perros); a excepción de *B. ovis*, todas las demás especies son zoonóticas; las brucelosis del ganado bovino (*B. abortus*), ovino y caprino (*B. melitensis*) y de los porcinos (*B. suis*) son enfermedades que figuran en el *Código Sanitario para los Animales Terrestres* de la Organización Mundial de Sanidad Animal y deben ser notificadas de manera obligatoria; su transmisión ocurre por contacto con los tejidos y fluidos del parto, la inhalación de partículas en aerosol o en el caso de los humanos, el consumo de productos lácteos crudos y carne (OMSA, 2018; Kneipp *et al.*, 2023). La infección en los huéspedes primarios generalmente se manifiesta como una enfermedad crónica indolente con bacteriemia intermitente; la diseminación a los

órganos reproductivos causa aborto, disminución de la fertilidad e infección fetal, con organismos a veces detectables en orina, semen y secreciones vaginales. El cuadro clínico en huéspedes accidentales, como los humanos, es mucho más variable, con enfermedad febril aguda y enfermedad crónica, involucrando múltiples órganos, reconocida junto con la infección subclínica (Arbo, 2019; Bodenham *et al.*, 2020). Una vez que la bacteria ingresa al organismo evade la fagocitosis y los mecanismos de la respuesta inmune mediante regulaciones de los sistemas adenina mono fosfato y guanina mono fosfato (AMP y GMP) inhibiendo la integración de fagolisosomas, la liberación de mieloperoxidasa y el factor de necrosis tumoral (TNF) transportándose vía hematógica al hígado, bazo, médula ósea y ganglios linfáticos (Barreto *et al.*, 2020; Guerrero *et al.*, 2020). El tejido placentario cuenta con estructuras hormonales y eritritol como componente bioquímico, el cual es responsable de estimular aún más el crecimiento bacteriano; debido a que en el último tercio de gestación los niveles de eritritol se incrementan, se favorece la migración masiva hacia el tejido vascular del útero grávido, lo que provoca placentitis, vasculitis placentaria y necrosis en las vellosidades placentarias, pérdida de intercambio nutritivo y gaseoso entre la madre y el feto, desencadenando muerte fetal y aborto (Játiva, 2018; Torres *et al.*, 2019). Actualmente, en México existe la Norma Oficial Mexicana NOM-056-ZOO-1995, que recomienda un protocolo para la detección de anticuerpos contra cepas lisas de *Brucella* (*Brucella abortus*, *Brucella melitensis* y *Brucella suis*) en sueros de animales sospechosos, usando la prueba de tarjeta o rosa de bengala. Es un procedimiento cualitativo, rápido, de aglutinación macroscópica que se efectúa en una sola dilución y que detecta principalmente anticuerpos IgG1 y en menor grado IgM (Kaaboub *et al.*, 2019). Una vez hecho el diagnóstico clínico, para lograr la erradicación de la brucelosis se debe realizar el sacrificio sanitario a los animales que se encuentran positivos a las pruebas serológicas, esta decisión es de gran importancia para definir la buena marcha de las campañas de erradicación y control (Alvarado y Chávez, 2019). Se han reportado las limitaciones para el control de la brucelosis en bovinos para diversos países de América Latina. El sacrificio de los animales infectados por *Brucella spp* en los países en vías de desarrollo, es una medida muy difícil de llevar a cabo, particularmente para los pequeños productores que dependen económicamente de la producción lechera o de quesos, ya que se oponen al sacrificio

porque los animales suelen ser la única fuente de ingresos para muchos hogares (Lozano *et al.*, 2022).

5. Objetivos

Identificar los factores de riesgo asociados a *Brucella* en bovinos de producción de leche.

Objetivos específicos

1. Comparar los factores de riesgo mencionados en diferentes artículos científicos.
2. Generar propuestas de medidas para minimizar el riesgo de infección por *Brucella*.

6. Metodología

Se realizó la búsqueda de publicaciones científicas que aportan información acerca de los factores de riesgo para brucelosis en bovinos de leche, las bases de datos utilizadas fueron: Medline/PubMed, SciELO, Redalyc, ScienceDirect, el buscador web Google académico. Los términos de búsqueda empleados fueron: brucelosis, factores de riesgo, bovinos, *Brucella*. Se incluyeron artículos en idioma español e inglés que aportan información clara acerca de la prevalencia y factores de riesgo de *Brucella spp.* dentro de producciones de bovinos de leche, con fecha de publicación entre los años 2018-2024. Los artículos que no cumplieron con los criterios de inclusión fueron excluidos.

7. Actividades realizadas

La elaboración de actividades de acuerdo con el cronograma se llevó a cabo.

ACTIVIDADES	MESES						
	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Búsqueda bibliográfica	X	X	X	X			
Recopilación y análisis de la bibliografía	X	X	X	X	X	X	
Revisión de documentos			X	X	X		
Análisis e interpretación de resultados					X	X	
Redacción de informe						X	X

8. Objetivos alcanzados

Se logró realizar una recopilación bibliográfica desde el mes de enero hasta el mes de

julio del año 2024 para conocer los principales factores de riesgo de que los animales se infecten de enfermedades abortivas con un enfoque principal a *Brucella spp.*, a partir del uso de diferentes medios digitales de divulgación científica.

9. Resultados

Los factores de riesgo para la brucelosis se pueden clasificar en: animales, de manejo y ambientales. El factor animal incluye edad, raza y sexo; antecedentes de placenta retenida, abortos, número de partos y método de ordeño; los de manejo incluyen: sistema de producción (intensivo o extensivo), introducción de animales nuevos a la unidad de producción, higiene, vacunación, tamaño del hato y prácticas de reproducción; los ambientales se asocian principalmente con la ubicación agroecológica de los animales en lugares endémicos o libres de brucelosis (Ndazigaruye *et al.*, 2018; Yanti *et al.*, 2021). Respecto a la edad del animal, diversos autores han determinado una mayor seroprevalencia de organismos de *Brucella* en bovinos adultos que en bovinos jóvenes, el ganado sexualmente maduro es más propenso a infectarse con *Brucella* que el bovino sexualmente inmaduro (Alvarado y Chávez, 2019). Esto se debe a que el organismo *Brucella* confiere una respuesta en el tracto reproductivo debido a la concentración de azúcar eritritol, generada dentro de los tejidos fetales del ganado, que estimula el crecimiento de la bacteria. Sin embargo, la mayor prevalencia de *Brucella* en adultos también se ha relacionado con una interacción más prolongada con el ganado enfermo (Tulu, 2022). Existe desacuerdo entre los investigadores sobre si existen razas particulares más propensas a la infección debido a que se aborda desde dos perspectivas diferentes, un ejemplo es que se ha encontrado una mayor seroprevalencia en el ganado mestizo que en el ganado de razas locales (Ndazigaruye *et al.*, 2018); sin embargo, Gaviria (2020) menciona que las razas de tipo lechero presentan una mayor cantidad de casos seropositivos, que las razas de carne ya que el ganado alojado en áreas pequeñas entra en estrecho contacto entre sí durante la alimentación y el ordeño por lo que el ganado lechero está expuesto a un estrés adicional en las granjas, lo que genera condiciones más propicias para la infección. Se ha reportado una asociación significativa entre la infección por *Brucella spp.* con el historial de abortos, la retención placentaria y la falla reproductiva (Pratim *et al.*, 2018). Tulu (2022) afirma que las hembras tienen más probabilidades que los machos de

infectarse, la relación está en el tropismo de la bacteria por los tejidos fetales, debido a que la infección en los machos se manifiesta como epididimitis y orquitis, la incidencia en los machos puede ser menor que en las hembras; como resultado, puede eliminarse más rápidamente. Por otro lado, Gaviria (2020) menciona que el manejo del semen y/o reproductores de hatos sin chequeos serológicos sean un factor relevante en la transmisión de la enfermedad, la adquisición de reemplazos sin estatus sanitario certificado, las prácticas de ordeño son igualmente consideradas como un factor de riesgo al existir contaminación de la ubre (Zambrano *et al.*, 2018); por otro lado, cuando los animales comparten el consumo de agua, alimentos y pastos contaminados con secreciones de hembras infectadas, aumentan las posibilidades de contagio, la mezcla de ganado durante el pastoreo y la presencia en los mercados de ganado también se asocian con una alta seroprevalencia debido a la estrecha interacción de diferentes animales lo que facilita su transmisión; por lo tanto el mantener a los animales separados es esencial para minimizar el riesgo de transmisión cruzada de infecciones de una especie a otra (Pratim *et al.*, 2018; Eko *et al.*, 2022). La falta de manejo de los desechos de abortos y partos hace que la bacteria se mantenga por ciertos períodos de tiempo en los corrales y zonas donde las hembras paren o abortan, en un tiempo que puede variar de 4 hasta 66 días (Martínez *et al.*, 2018). *Brucella abortus* puede tener un tiempo de supervivencia de más de 57 días en el medio ambiente y hasta 100 días en excretas; por lo tanto, la ingesta de secreciones vaginales infectadas es otro factor de riesgo, no solo para los bovinos, sino también para la fauna; se ha descrito que los perros actúan como diseminadores de la enfermedad al momento de ingerir placentas y/o fetos nacidos de hembras con brucelosis generando una cadena de contagio (Zambrano *et al.* 2018; Gaviria, 2020). De acuerdo con la OMS (2020) la prevención más eficaz de brucelosis es la eliminación de la infección en los animales; como estrategias se utilizan la vacunación del ganado, la certificación de hatos libres mediante pruebas indirectas, los sacrificios de animales positivos, medidas de higiene ocupacional como protección, manipulación y eliminación correctas de la placenta, los cadáveres de animales y los órganos internos (Córdova *et al.*, 2021). Existen distintos enfoques de diagnóstico para la detección de Brucelosis en el ganado bovino, los métodos directos que consisten en la identificación del agente tomando muestras de fetos abortados, fluidos vaginales o semen y la técnica para el envío de la muestra es

en frascos herméticamente cerrados con medio líquido como caldo triptosa y un medio sólido. Los cultivos deben mantenerse en incubación un tiempo no menor a 30 días debido a que las bacterias del género *Brucella* son de crecimiento lento; sin embargo, estos procedimientos pueden tardar hasta siete semanas; además, representan un riesgo para los profesionales encargados de la valoración (Córdova *et al.*, 2021; Gil *et al.*, 2023). Cuando se utilizan valoraciones serológicas de diagnóstico es por reacción cruzada, en la que se utiliza el anticuerpo que predomina en las etapas de la infección aguda y crónica. En un animal infectado la IgM (fase aguda) es la primera en aparecer y alcanzar altos niveles para luego disminuir progresivamente. La IgG1 (fase crónica) aparece un poco más tarde, pero sus niveles son altos y prolongados; en los animales vacunados, también hay respuesta de inmunoglobulinas IgG e IgM, pero a los 6 meses de aplicada la vacuna, ya no hay rastros de la IgG2 y solo quedarán IgM e IgG1 en bajos niveles (Khurana *et al.*, 2021). La prueba de tarjeta o rosa de bengala es un procedimiento cualitativo, rápido, de aglutinación serológica macroscópica que se efectúa en una sola dilución y que detecta principalmente anticuerpos IgG, esta prueba utiliza como antígeno una suspensión de *Brucella abortus* Cepa 1119- 3 en una concentración de 3%, amortiguada a un pH 3.5 ± 0.05 y teñida con Rosa de Bengala, la reacción de aglutinación se produce a los 4 minutos; la presencia de resultados falsos negativos se relaciona con casos iniciales o tardíos de la infección, los resultados falsos positivos, son causados por anticuerpos originados por la vacuna con Cepa S19, reacciones cruzadas principalmente con bacterias del género *Salmonella*, o falla en la ejecución de la prueba (Játiva, 2018; Fletcher, 2018). La prueba de rivanol es de tipo cuantitativa y cualitativa, se confronta el suero con lactato rivanol para que precipite los anticuerpos IgM y el sobrenadante contendrá los anticuerpos IgG que serán aglutinados con los antígenos en la prueba, reaccionando solo aquellos sueros con anticuerpos posteriores a la infección; se consideran positivos aquellos que presenten aglutinación completa en cualquiera de sus diluciones, los falsos positivos se presentan si los animales fueron vacunados con la cepa S19 (Córdova *et al.*, 2021). La prueba del anillo de leche se basa en la reacción de IgA e IgM tras la incubación de la muestra de leche cruda, fluida y fresca, con un antígeno de la cepa *Brucella abortus*, a una concentración del 4.5% teñido con hematoxilina con un pH de 6.8 – 7.0; el antígeno se une con los anticuerpos formando un complejo a las aglutininas contenidas en la leche, se le agrega

una suspensión de *Brucella* coloreada, en caso de ser positivas se aglutinan en un primer momento para después formar un anillo de color azul (Tovar y Yepes; 2022). Las reacciones falsas positivas pueden ocurrir en bovinos vacunados en menos de 3 meses antes de la prueba, muestras con gran cantidad de calostro o en casos de mastitis; una de las valoraciones serológicas que se ha propuesto como evaluación confirmatoria es el ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA), es una técnica altamente sensible que emplea una pequeña cantidad de suero; sin embargo, la desventaja es su incapacidad para distinguir la cepa de campo de la cepa vacunal (Córdova *et al.*, 2021). El ensayo interno de polarización de fluorescencia (FPA) y el ELISA competitivo (cELISA) actúan como una herramienta de diagnóstico potencial para detectar anticuerpos postvacunales contra *B. abortus* S19 en comparación con la prueba en placa de rosa de bengala (RBPT), el ELISA indirecto y Kits comerciales cELISA disponibles (Kalleshmurthy *et al.* 2020; Khurana *et al.*, 2021, Novoa *et al.*, 2022,).

Control

México es una zona endémica y desde 1995 existe la Norma Oficial Mexicana (NOM-041-ZOO-1995) para la Campaña Nacional contra la Brucelosis en los Animales, en la cual se presentan las especificaciones técnicas para las pruebas diagnósticas que deben realizar los laboratorios de pruebas aprobados en materia zoosanitaria, así mismo, se recomienda un protocolo para la detección de anticuerpos en suero, mediante la prueba de rosa de bengala, donde establece que la prueba se considera negativa cuando no se observa aglutinación y positiva, cuando existe cualquier grado de aglutinación; también establece que los casos en los que sea requerida una confirmación, deben complementarse con la prueba de rivanol o de fijación de complemento; una vez confirmado el diagnóstico, se deben aislar a los animales positivos y realizar el sacrificio sanitario en un periodo de 3 a 10 días después de haber obtenido los resultados; simultáneamente se debe realizar un procedimiento de limpieza y desinfección de las instalaciones y equipo donde se alojaban los animales y así, reiniciar el proceso para la obtención de la certificación de hato libre; por otra parte, se debe realizar un muestreo al resto de animales en un periodo de 60 a 90 días posteriores de haber obtenido el resultado de la primera prueba para constatar el resultado negativo del hato, este procedimiento deberá realizarse al menos tres veces consecutivas. Estas acciones son

importantes para el éxito de las campañas de erradicación y control (Alvarado y Chávez, 2019; Oseguera *et al.*, 2019). Los parámetros más eficaces para mantener en control esta enfermedad es la vigilancia periódica de hatos y los programas de inmunización, para ello se utilizan las vacunas con las cepas RB51 y S19 de *Brucella abortus* las cuales son eficaces para el control y prevención de la brucelosis bovina; aunque la vacunación es un factor protector, se ha demostrado que el 10% de los animales vacunados, puede diseminar la bacteria (Martínez *et al.*, 2018; Játiva, 2018). En México la vacunación debe ser obligatoria para los bovinos en zonas de control y erradicación, y opcional para los ubicados en zonas libres; sin embargo, esto puede representar inconvenientes debido a los dos tipos de vacunas existentes (Gaviria, 2020). La vacuna conocida como Cepa 19 (S19) es una cepa lisa atenuada que puede ser administrada en hembras de cualquier edad, aunque se recomienda con mayor frecuencia en ganado de tres a seis meses de edad, se caracteriza por ser altamente inmunogénica y moderadamente antigénica; sin embargo, puede dejar una virulencia residual y causar fiebres, desencadenando abortos hasta en un 5% en hembras gestantes vacunadas o puede llegar a alterar las pruebas serológicas de diagnóstico, pues la cepa vacunal y las cepas de campo, por ser lisas, exhiben la presencia de las cadenas laterales “O” del lipopolisacarido (LPS) generando persistencia de títulos serológicos, además suele excretarse de manera activa en la leche y orina hasta un año después de su inoculación, por estos motivos fue retirada en 1997 en México, pero a solicitud de productores y profesionales veterinarios fue reintroducida en el mercado nacional en 2006 (Hernández *et al.*, 2018; Córdova *et al.*, 2021). La vacuna RB51 se utiliza en México desde 1997, es una cepa rugosa que ha demostrado ser altamente efectiva en hatos con una alta o baja prevalencia de brucelosis y a diferencia de la S19, tiene baja virulencia residual en hembras gestantes y no estimula una respuesta de anticuerpos detectable mediante ensayos serológicos de rutina debido a que carece del polisacárido O; con lo que permite diferenciar los animales vacunados de los infectados; sin embargo uno de los inconvenientes que puede presentar esta vacuna es que puede producir placentitis, por su afinidad al epitelio trofoblástico y placentomas; no obstante, las tasas de aborto son menores a 1% (Cossaboom *et al.*, 2018; Gaviria, 2020).

11. Conclusión

La brucelosis es una enfermedad de importancia sanitaria que se manifiesta como una enfermedad crónica que provoca abortos y alteraciones en la fertilidad, la identificación de factores de riesgo asociados en la unidades de producción lechera permite generar estrategias de prevención como la inclusión de campañas de vacunación masiva de animales, educación a productores, mejoras en la infraestructura y la supervisión para la aplicación y seguimiento de programas de erradicación, capacitación y cumplimiento de medidas sanitarias e inocuidad en todo el procesamiento de los alimentos y del manejo reproductivo del hato como parte de un trabajo conjunto entre autoridades sanitarias, médicos veterinarios, trabajadores y productores para su control.

Bibliografía

1. Alvarado-Alvarado, D.K; Chávez-Chinga, M.X. (2019) *Brucelosis y sus factores de riesgo en ganaderos bovinos, Canton Pajan provincia de Manabi*. [Tesis de licenciatura] Universidad Estatal del sur de Manabí. Facultad de Ciencias de la Salud, Jipijapa UNESUM.
2. Abnaroodheleh, A; Emadi, A; Dashtipour, S; Jamil, T; AminKhaneghah, A.M; Dadar, M (2023) Shedding rate of *Brucella* spp. in the milk of seropositive and seronegative dairy cattle, *Heliyon*, Volume 9, Issue 4, e15085, ISSN 2405-8440, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15085>.
3. Arbo, A. (2019) Brucelosis: Llamada de atención. *Revista del Instituto de Medicina Tropical* 2019; 14(2) 1-2 Asunción, Paraguay. <https://doi.org/10.18004/imt/20191421-2> Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-36962019000200001
4. Barreto Argilagos, G; Rodríguez Torrens, H & Barreto Rodríguez, H (2021). Brucelosis, aspectos que limitan su justa valoración. *Revista de Salud Animal*, 43(1), e07. Epub 14 de enero de 2021. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2021000100001
5. Bezerra, N.P.C; Bezerra, D.C; Santos, H.P; de Moraes Pereira, H; Silva, A.L.A (2019) *Risk factors analysis applied to antibodies to Bovine Herpesvirus Type 1, Bovine Viral Diarrhea Virus, Bovine Leukemia Virus and Brucella abortus among cattle: a cross-sectional study*. *Acta Veterinaria Brasilica* March 13 (2019) 5-12. Disponible en: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/7818/9914>
6. Bodenham, R; Lukambagire, A; Ashford, R; Buza, J; Cash-Goldwasser, S; Crump,

- J; Kazwala, R; Maro, V. (2020) *Prevalence and speciation of brucellosis in febrile patients from a pastoralist community of Tanzania*. Scientific Reports. 10:7081.
7. Córdova-Izquierdo, A; Guerra Liera J ; Iglesias Reyes A. E.; Gómez Vázquez A; Cansino Arroyo, G; Huerta Crispín, R; Vilal Mancera A, E; Sánchez Sánchez, R. (2021) Puntos a tomar en cuenta para prevenir y controlar la Brucelosis en las Unidades de Producción Animal Bovina, BM Editores, Mayo 17 2021, <https://bmeditores.mx/ganaderia/puntos-para-prevenir-y-controlar-brucelosis-en-produccion-bovina/>
 8. Cossaboom, C; Kharod, G; Salzer, J; Tiller, R; Campbell, L; Wu, K; Negrón, M; Ayala, N; Evert, N; Radowicz, J; Shuford, J; Stonecipher, S. (2018) *Brucella abortus* Vaccine Strain RB51 Infection and Exposures Associated with Raw Milk Consumption — Wise County, Texas, 2017. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5844281/pdf/mm6709a4.pdf>
 9. Eko, S.M; Esemu, S.N; Nota, A; Ndip, L. (2022) A Review on Brucellosis in Cameroon: Diagnostic Approaches, Epidemiology and Risk Factors for Infection. *Advances in Microbiology*, 12, 415-442 DOI: 10.4236/aim.2022.127030 ISSN: 2165-3410 https://www.scirp.org/pdf/aim_2022072116431221.pdf
 10. Flecher Ponce, J.R. (2018) Diagnóstico de incidencia de brucelosis en ganado bovino mediante la técnica Rosa de Bengala en el sitio Garrapatilla del Cantón Chone [Tesis de título profesional] Universidad Laica de Eloy Alfaro de Manabí. Choné Manabí, Ecuador. <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1455/1/ULEAM-AGRO-0039.pdf>
 11. Gaviria, O. (2020) *Factores de riesgo asociados a la seropositividad a Brucella abortus en ganaderías del departamento de Putumayo, Colombia*. [Tesis de Maestría] Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Bogotá Colombia https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1013&context=maest_a_grociencias
 12. Gil Ramírez, J.K; Cáceres Jiménez, J.A; & Bonilla- León, V (2023) Brucelosis Bovina: una revisión de los Métodos Diagnósticos. Seminario de Profundización, enfermedades infecciosas, Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ciencias de la Salud, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Ibagué <https://repository.ucc.edu.co/items/d7cee6ee-a1d0-4292-99cd-7f6c3146bc6f>
 13. Guerrero, R; Vélez, M; Cevallos, K; & Mendoza, M. (2020) Causas, síntomas y tratamiento a los pacientes contagiados por brucelosis. *Recimundo*. Volumen 4. Número 4. DOI:10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.382-391, <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/915>
 14. Gutiérrez-Hernández, J; Palomares-Resendiz, G; Hernández Badillo, E; Leyva-Corona, J; Díaz-Aparicio, E; Herrera-López, E. (2020) Frecuencia de

- enfermedades de impacto reproductivo en bovinos de doble propósito ubicados en Oaxaca, México, *Abanico Veterinario*. Enero-Diciembre 2020; 10:1-11. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.22>
15. Hernández, G; Martínez, D; Pardío, V; Quintana, F; Morales, F; López, K; Oliart, R; Villagómez, J; Huerta, J. (2018) Identificación de *Brucella abortus* a partir de queso fresco artesanal de vaca en Veracruz, México. Disponible en: <https://www.agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/1738/1738>
 16. Játiva, D. (2018). Validación de dos pruebas serológicas para el diagnóstico de Brucelosis bovina (*Brucella abortus*) en animales vacunados con cepa 19 en la provincia del Carchi. Disponible en: <http://190.15.129.74/bitstream/123456789/604/1/TESIS%20DAGMAR%20JATIV A.pdf>
 17. Kaaboub, E.A; Ouchene, N; Ouchene-Khelifi, N.A; Khelef, D. (2019). Serological and histopathological investigation of brucellosis in cattle in. *Veterinary World*. doi:10.1038/s41598-018-32831-2
 18. Kalleshmurthy, T; Skariah, S; Rathore, Y; Ramanjinappa, K.D; Nagaraj, C; Shome, B.R; Rahman, H; Barman, N.N; Shome, R. (2020) Comparative evaluation of fluorescence polarization assay and competitive ELISA for the diagnosis of bovine brucellosis vis-a-vis sero-monitoring, *Journal of Microbiological Methods*, Volume 170, 2020, 105858, ISSN 0167-7012, <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2020.105858>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167701219309819>)
 19. Kneipp, C.C; Deutscher, A.T; Coilparampil, R; Rose, A.M; Robson, J; Malik, R; Stevenson, M.A; Wiethoelter, A.K; Mor, S.M. (2023) Clinical investigation and management of *Brucella suis* seropositive dogs: A longitudinal case series. *Journal of Veterinary Intern Medicine.*;37(3):980-991. doi:10.1111/jvim.16678KNEIPPET AL.991
 20. Khurana, S.K; Sehrawat, A; Tiwari, R; Prasad, M; Gulati, B; Shabbir, M.Z; ... Chaicumpa, W. (2021). Bovine brucellosis – a comprehensive review. *Veterinary Quarterly*, 41(1), 61–88. <https://doi.org/10.1080/01652176.2020.1868616>
 21. Lozano López, E; Austreberta-Nazar-Beutelspacher, D; Nahed-Toral, J. (2022). Brucelosis bovina y humana en el sur de México: Una zoonosis desatendida. *Revista chilena de infectología*, 39(2), 157-165. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182022000200157>
 22. Martínez, D.E; Cipolini, M.F; Storani, C.A; Russo, A.M; Martínez, E. (2018). Brucelosis: prevalencia y factores de riesgo asociados en bovinos, bubalinos, caprinos y ovinos de Formosa, Argentina. *Revista veterinaria*, 29(1), 40-44. <https://dx.doi.org/10.30972/vet.2912789>
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402018000100009
 23. Martínez, O; Amador, R. (2021). Factores de riesgo de brucelosis bovina en fincas

- ganaderas certificadas libres en Nueva Guinea. Universidad Martín Lutero-sede Nueva Guinea. Artículo. Revista científica multidisciplinaria JIREH, ISSN. 2790-4881, Vol. 1, No. 1, año 1. pp. 1-11. Nueva Guinea, Nicaragua.
https://revistajireh.uml.edu.ni/wp-content/uploads/v1n1_2021/V1N1_2021_%20Brucelosis%20bovina.pdf
24. Ndazigaruye, G; Mushonga, B; Kandiwa, E; Samkange, A; Segwagwe, B.E. (2018) Prevalence and risk factors for brucellosis seropositivity in cattle in Nyagatare District, Eastern Province, Rwanda. J S Afr Vet Assoc. 2018 Dec 5;89(0):e1-e8. Doi: 10.4102/jsava.v89i0.1625. PMID: 30551701; PMCID: PMC6295791.
25. Norma Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995, Campaña Nacional contra la Brucelosis en Animales.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4896374&fecha=20/08/1996#sc.tab=0
26. Novoa, M.B; Aguirre, N.P; Valentini, B; Torioni-de-Echaide, S; Signorini, M.L; Primo, M.E; Elena, S; Vanzini, V.R. (2022) Development, validation and field evaluation of an indirect ELISA for the detection of antibodies against *Brucella abortus* in bulk and individual milk samples in dairy cattle, Preventive Veterinary Medicine, Volume 208, 2022, 105740, ISSN 0167-5877, <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2022.105740>.
27. Oseguera-Montiel, D; Frankena, K; Udo, H; van der Zijpp, A. (2019) Opportunities for Brucellosis Control in Mexico: Views Based on the Sustainable Livelihoods Perspective. Front Vet Sci. 2019 Jul 2;6:216. doi: 10.3389/fvets.2019.00216. PMID: 31312642; PMCID: PMC6614285. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6614285/>
28. Organización Mundial de Sanidad Animal (2018) Código Sanitario para los animales terrestres; Capítulo 8.4. Infección por *Brucella abortus*, *B. melitensis* y *B. suis* https://www.woah.org/es/que-hacemos/normas/codigos-y-manuales/acceso-en-linea-al-codigo-terrestre/?id=169&L=1&htmlfile=chapitre_bovine_brucellosis.htm
29. Organización Mundial de la Salud (2020) Brucelosis.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/brucellosis>
30. Pratim Deka, R; Magnusson, U; Grace, D; & Lindahl, J. (2018) Bovine brucellosis: prevalence, risk factors, economic cost and control options with particular reference to India- a review, Infection Ecology & Epidemiology, 8:1, DOI: 10.1080/20008686.2018.1556548
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/20008686.2018.1556548>
31. Ravelo Ayala, J.K; Niño Barajas, Y.C; Moreno Quintero; M.A; Carrillo Sisa, O. E. (2021) Importancia Social de la Participación del Profesional MVZ en el Control de la Tuberculosis Bovina y la Brucelosis en Colombia, Bucaramanga / Santander, Repositorio Institucional de la Universidad Cooperativa de Colombia.

- [.https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/25f5f43f-9bf6-4b97-a74d-52f67d7c5cc5/content](https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/25f5f43f-9bf6-4b97-a74d-52f67d7c5cc5/content)
32. Rosete Fernández, J.V; Ríos Utrera, A; Zárate Martínez, J.P; Olazarán Jenkins, S; Granados Zurita, L; Fragoso Islas, A; Banda Ruiz, V. M, & Socci Escatell, G. A. (2018). Prevalencia de anticuerpos contra diarrea viral bovina en vacas no vacunadas en los estados de Puebla, Tabasco y Veracruz, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9(3), 555-566. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4599>
 33. Torres Villa, M; Idagarra Bedoya S.E. (2021) Prevalencia de enfermedades reproductivas en bovinos de Colombia. Artículo de revisión, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/71ff3645-5eb1-48e5-90b3-06c8819064ad/content>
 34. Torres Higuera, L.D; Jiménez Velásquez, S.D.C; Rodríguez Bautista, J.L; Patiño Burbano, R.E. (2019) Identification of *Brucella abortus* biovar 4 of bovine origin in Colombia. *Rev Argent Microbiol*. 2019 Jul-Sep;51(3):221-228. doi: 10.1016/j.ram.2018.08.002. Epub 2018 Dec 12. PMID: 30551811
 35. Tovar Cortes, I; Yepes Escobar, A.M. (2022) Brucelosis bovina y la efectividad de las pruebas diagnósticas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué- Tolima <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/3a5825b5-60b7-4062-b73d-3614cded2241/content>
 36. Tulu, D. (2022) Bovine Brucellosis: Epidemiology, Public Health Implications, and Status of Brucellosis in Ethiopia, *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 13:, 21-30, DOI: 10.2147/VMRR.S347337
 37. Yanti, Y; Sumiarto, B; Kusumastuti, T.A; Panus, A; Sodirun, S. (2021) Seroprevalence and risk factors of brucellosis and the brucellosis model at the individual level of dairy cattle in the West Bandung District, Indonesia. *Vet World*. 2021 Jan;14(1):1-10. doi: 10.14202/vetworld.2021.1-10. Epub 2021 Jan 5. PMID: 33642780; PMCID: PMC7896884.
 38. Zambrano, M; Díaz, I; Pérez-Ruano, M. (2018) Presencia de factores de riesgo asociados a la diseminación de brucelosis al humano en unidades procesadoras de leche y mataderos de la provincia Manabí, Ecuador. *Rev Inv Vet Perú* 2018; 29(1):310-318 http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172018000100030