

Seropositividad de *Brucella abortus* en ganado bovino de Aguazul- Casanare

Seropositivity of *Brucella abortus* in cattle from Aguazul- Casanare

Moscoso Gama Johanna Marcela¹, Álvarez Carreño Karen Andrea², Ballesteros Muñoz Diana Ximena³, Cortes Avellaneda Sandra Liliana⁴

Resumen

Introducción. La Brucelosis bovina, es una enfermedad bacteriana e infecto contagiosa, causada por *Brucella abortus*. Se transmite a través de la ingestión de forrajes y aguas contaminadas con descargas vaginales infectadas, que conlleva a una patología del sistema reproductor en bovinos, que impactan la sanidad pecuaria y la economía de la agroindustria. **Objetivo.** Evaluar el comportamiento de la brucelosis bovina en el municipio de Aguazul, Casanare (Colombia) y los factores asociados al desarrollo de esta enfermedad. **Metodología.** Estudio descriptivo de 26.187 muestras de suero sanguíneo de ganado bovino evaluadas, que corresponden a 260 predios del municipio de Aguazul. Se empleó técnicas serológicas como rosa de bengala, fluorescencia polarizada y ELISA competitiva para la evaluación de positividad a *Brucella abortus* y se evaluaron las pérdidas económicas asociadas a positividad en los ensayos de laboratorio. **Resultados y conclusiones.** La positividad a brucelosis bovina correspondió al 1%, que corresponde a hembras menores de 24 meses de edad y entre 37 a 48 meses y, machos entre los 57 a 68 meses de edad. Se sugiere consolidar esfuerzos en investigación para evaluar los factores que contribuyen a la seropositividad en el ganado y el riesgo para la propagación y mantenimiento de la enfermedad.

Palabras claves: *Brucella abortus*, brucelosis bovina, prueba de rosa de bengala, fluorescencia polarizada, ELISA competitiva, Epidat.

1. Bacterióloga y laboratorista clínico.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9275-8983>
Dirección: Carrera 81b no.19b-80; Teléfono:3194400887. Correo: kaalvarez@unicolmayor.edu.co

2. Bacterióloga y laboratorista clínico.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0988-9072>

3. Bacterióloga y gerente general del laboratorio ZOOLAB S.A.S.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7422-7847>

4. Investigadora del semillero de Enfermedades Crónicas, Zoonóticas y Adquiridas ECZA, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9963-5978>

Correo electrónico de correspondencia: kaalvarezcarr21@gmail.com

Recibido: 03/05/2022
Aceptado: 07/08/2022

Abstract

Introduction. Bovine brucellosis is a contagious bacterial and infectious disease caused by *Brucella abortus*. It is transmitted through the ingestion of forage and water contaminated with infected vaginal discharges, which leads to a pathology of the reproductive system in bovines, which impacts livestock health and the economy of agribusiness. **Aim.** To evaluate the behavior of bovine brucellosis in the municipality of Aguazul, Casanare (Colombia) and the factors associated with the development of this disease. **Methodology.** Descriptive study of 26,187 bovine blood serum samples evaluated, corresponding to 260 farms in the municipality of Aguazul. Serological techniques such as rose bengal, polarized fluorescence, and competitive ELISA were used to evaluate positivity to *Brucella abortus* and the economic losses associated with positivity in laboratory tests were evaluated. **Results and conclusions.** The positivity to bovine brucellosis corresponded to 1%, which corresponds to females under 24 months of age and between 37 to 48 months and males between 57 to 68 months of age. It is suggested to consolidate research efforts to evaluate the factors that contribute to seropositivity in cattle and the risk for the spread and maintenance of the disease.

Keywords: *Brucella abortus*, bovine brucellosis, Bengal rose test, polarized fluorescence, Competitive ELISA, Epidat.

Introducción

La brucelosis es una enfermedad infecciosa, producida por una bacteria llamada *Brucella abortus*; este microorganismo aerobio, tiene una morfología de cocobacilo Gram negativo, no produce cápsula, no tiene la capacidad de esporular y no es móvil. Se clasifica filogenéticamente, en la subdivisión alfa-2 de las Proteobacterias, junto con *Ochrobactrum*, *Rhizobium*, *Rhodobacter*, *Agrobacterium*, *Bartonella* y *Rickettsia*. Este patógeno intracelular obligado, afecta principalmente a animales domésticos y silvestres e incluso al humano. En bovinos, se presenta como una enfermedad crónica debilitante, produciendo

aborto espontáneo, por ende, es catalogada como una enfermedad reproductiva, con consecuencias económicas altamente significativas para los países productores (1,2).

Si bien es cierto que muchos factores pueden influir en la instauración y propagación de la brucelosis cuando el ganado es expuesto a este agente; la vía de transmisión más común a animales está relacionada con la ingestión de forrajes y aguas contaminadas con descargas vaginales infectadas. El contagio en animales se describe teniendo en cuenta que las especies de *Brucella* spp son eliminadas en las secreciones uterinas después de un aborto o parto (3).

Por ello cabe destacar, que la mayor concentración del microorganismo en los animales infectados se encuentra en: la placenta, el feto, las membranas fetales y en el contenido uterino y en menor concentración, se puede encontrar en orina, heces y leche. Básicamente, la infección del ganado se establece de dos maneras, la transmisión no venérea, que destaca las vías de entrada más comunes, entre las cuales se encuentran las mucosas nasales y orales y la transmisión venérea menos común, a través del método de reproducción asistida como la inseminación artificial (3).

Teniendo en cuenta que, *Brucella abortus* se localiza principalmente en el sistema reproductivo tanto de hembras como de machos, el signo clínico más común cuando se presenta la infección es el aborto y la infertilidad en bovinos (3,4,5). En hembras preñadas, la infección llega a constituirse en una enfermedad crónica, que conduce a una reducción del 25% en la producción de leche (6). Debido a que esta bacteria se replica dentro de los trofoblastos corioalantoides de la placenta, se produce como consecuencia, placentitis, muerte fetal y posteriormente aborto. Por otro lado, en machos, se desarrollan signos y síntomas sistémicos, siendo la orquitis el signo más común; a menudo, asociada con la vesiculitis y la epididimitis; todo esto conduce a una fibrosis del parénquima testicular, dando como resultado no solo el deterioro de la producción seminal, sino también la infertilidad parcial o permanente del toro (3,4,5).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera la brucelosis como una de las siete zoonosis más extendidas a nivel mundial y menos priorizada por los sistemas de salud (7). Países como América Latina, Oriente Medio, África y Asia no han erradicado dicha enfermedad.

Puntualmente, en el municipio de Aguazul - Casanare, según los boletines epidemiológicos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), se reportó una positividad de brucelosis del 7.8% (40 cabezas de ganado), 8% (16 cabezas de ganado) y 4% (317 cabezas de ganado) en los años 2013, 2014 y 2015 respectivamente. (8, 9,10). No obstante, los bovinos examinados no alcanzan ni siquiera el 50% de la muestra trabajada en este estudio.

Por otro lado, un tratamiento rápido y adecuado y una prevención de la diseminación de la brucelosis, se facilita iniciando con un correcto diagnóstico; en Colombia, el diagnóstico de esta enfermedad se rige, por las resoluciones que expide el ICA, quien es la entidad responsable de la sanidad agropecuaria del país (11). De esta manera, según la resolución vigente, se deben realizar pruebas tamiz de detección de anticuerpos en suero sanguíneo o suero de leche, que pueden ser: la prueba de aglutinación de rosa de bengala, fluorescencia polarizada (FPA), ELISA indirecta o fijación de complemento. Por la normativa, toda prueba tamiz positiva o caso sospechoso, debe confirmarse

con ELISA competitiva, que es aplicada por su alta especificidad; si esta prueba resulta positiva, los animales son destinados al sacrificio (11). En el presente estudio siguiendo la normativa se emplearon los inmunoensayos de rosa de bengala, fluorescencia polarizada y ELISA competitiva.

No obstante, cabe aclarar que esta enfermedad no tiene cura; por ende, la vacunación es una estrategia solo para el control y prevención de la misma; el programa nacional de brucelosis bovina, ha establecido que los bovinos a vacunar serán las hembras de 3 a 8 meses de edad en el ciclo de vacunación anual, aplicado junto con el programa de control contra la fiebre aftosa, contrario a los machos a quienes no se les realiza la vacunación (11). Las vacunas admitidas son la cepa 19 o la cepa RB51; que son aplicadas dependiendo de la edad del bovino (12). Cabe aclarar que la vacuna C19 induce a la producción de anticuerpos que interfieren en las pruebas serológicas; pues las mismas no distinguen entre anticuerpos vacúnales y los inducidos por cepas patógenas de *Brucella* spp, dando lugar a falsos positivos. En cuanto a las reacciones falsas negativas, se producen muy raramente, sobre todo debido a fenómenos de prozona (13).

El presente estudio se realizó en 260 fincas en el municipio de Aguazul, Casanare en el periodo del año 2013 a 2015; con el fin de investigar, determinar y aproximar la seropositividad de la brucelosis bovina a

partir de suero sanguíneo. También, se relacionaron los factores de riesgo asociados a la enfermedad y las implicaciones económicas como consecuencia de la diseminación de la misma para los hatos que resultaron positivos.

La trascendencia en el reconocimiento de la brucelosis en el ganado a trabajar implica apoyar al sector ganadero, orientar las medidas necesarias para diagnósticos oportunos y diseñar campañas para la aplicación de medidas preventivas, lo que podría favorecer en la disminución de los casos reportados de esta enfermedad.

De acuerdo a los datos obtenidos, se identificó una seropositividad de brucelosis bovina en los 260 predios de 1% en Aguazul; bajo el apoyo de una revisión literaria se describió la asociación de diversos factores que posiblemente sean evidencia de la realidad de esta patología en este municipio que impactan negativamente a la economía regional.

Materiales y métodos

Caracterización del ganado y los predios

Los predios analizados fueron debidamente caracterizados a través de una encuesta que permitió reconocer aspectos relacionados

con el tipo de explotación, la presencia de otro tipo de animales diferentes a bovinos, las fuentes de agua que se utilizan para alimentar a los animales, las vacunas aplicadas en los especímenes y la infraestructura de la finca; estableciendo así los posibles factores predisponentes para la presentación de brucelosis.

Recolección de muestras

Para la detección de brucelosis en ganado, se requiere detectar anticuerpos específicos anti-brucella a través de inmunoensayos en suero sanguíneo. De esta manera, para el muestreo en los predios de Aguazul, se recolectó sangre total, que posteriormente fue centrifugada y analizada por medio de tres inmunoensayos: rosa de bengala y fluorescencia polarizada como pruebas tamiz y la prueba de ELISA competitiva que se utilizó como estrategia confirmatoria. En total, en los 260 predios se recolectaron 26.187 muestras de bovinos en edad reproductiva o muy cercanos a la misma.

Análisis serológico:

La presencia del agente bacteriano causante de aborto espontáneo se reconoce a través de la detección de anticuerpos en bovinos en edad reproductiva. En esta oportunidad, se realizaron cinco muestreos, con un intervalo de 4 meses entre cada uno; entre los cuales, cuando un bovino resultaba positivo y era confirmado por ELISA competitiva, se

aplicaban las medidas de saneamiento. De esta manera, el total de muestras, se obtuvieron acorde a la disponibilidad de predios y de bovinos tras aplicar las medidas de saneamiento según lo establecido en la resolución 1332 del 2013 (11), asegurando la óptima ejecución en los intervalos de tiempo requeridos (Tabla 1).

Tabla 1. Total de muestras obtenidas en los cinco muestreos durante el estudio.

| | Total de predios intervenidos | Total de muestras obtenidas |
|------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Muestreo 1 | 260 | 9037 |
| Muestreo 2 | 168 | 5661 |
| Muestreo 3 | 66 | 4798 |
| Muestreo 4 | 55 | 4716 |
| Muestreo 5 | 2 | 362 |

Fuente: Elaboración propia.

Métodos serológicos:

El diagnóstico de la brucelosis a partir de muestras de suero sanguíneo, se basa en la detección de anticuerpos contra el lipopolisacárido por métodos indirectos que permiten evaluar la respuesta inmune del animal frente a la infección bacteriana, entre ellos la prueba de rosa de bengala, fluorescencia polarizada y ELISA competitiva.

La prueba de rosa de bengala, es una técnica que permite determinar a través de antígenos teñidos de color rosa, la presencia de

anticuerpos contra *Brucella* sp.; la unión de antígeno- anticuerpo se puede evidenciar a través de una aglutinación en placa que demarca un resultado positivo en pocos minutos (14,15).

Por otro lado, la prueba de fluorescencia polarizada, es un ensayo basado en el principio físico, donde la velocidad de rotación de las moléculas en un medio líquido depende de la masa. La FPA maneja tres conceptos claves, 1) Fluorescencia, la fluoresceína absorbe la luz y la libera como luz fluorescente a una longitud mayor; 2) la velocidad de rotación en una solución, cuanto más pequeña sea una molécula, más rápido gira y mayor será la despolarización que produce. 3) la luz polarizada, por sus propiedades permite distinguir la unión entre Ag-Ab a través de la tecnología de polarización por fluorescencia. Esto quiere decir que, el complejo Ag-Ab absorbe la luz polarizada emitida, luego rota según su masa y la libera en un plano diferente en forma de fluorescencia polarizada que es detectada por un medidor que genera resultados a través de una curva. Por ende, la presencia de anticuerpos anti-*Brucella* en el suero de un bovino es inversamente proporcional a la señal de luz polarizada emitida (15). A mayor masa menor velocidad de rotación, mayor cantidad de uniones de Ag-Ab.

Las pruebas ELISA se basan en la unión específica de los anticuerpos de la muestra al antígeno inmovilizado. La visualización de

la unión se presencia gracias a una reacción química o enzimática. La ELISA competitiva a diferencia de las demás, utiliza epítomos específicos del LPS-s de *Brucella*, lo que aumenta la especificidad en los ensayos (15).

La debida interpretación de las muestras de bovinos trabajadas durante este estudio, se realizó a través de cinco muestreos; Es importante aclarar que solo se logró realizar la confirmación por ELISA competitiva hasta el cuarto muestreo, para el quinto por la disponibilidad de predios y el tiempo de ejecución del estudio no se alcanzó aplicar la estrategia confirmatoria.

Para la comprensión de dichos resultados positivos y negativos y de igual manera para lograr asociar los factores predisponentes vinculados con la presentación de la enfermedad en los hatos trabajados se realizó una base de datos en Microsoft Excel, que permitiera tabular y recolectar los datos obtenidos durante los muestreos realizados. Para la determinación de la seropositividad de los bovinos analizados y un análisis estadístico epidemiológico óptimo se utilizó el software Epidat.

Resultados

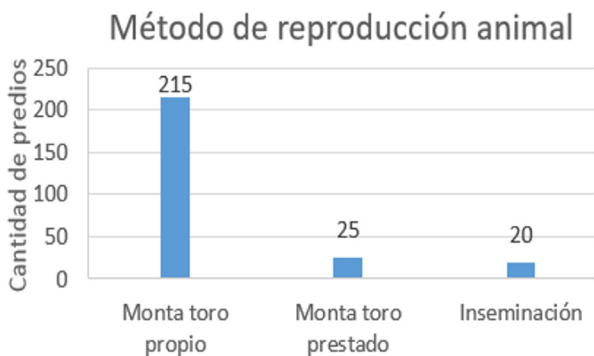
Resaltando la importancia de la erradicación de la brucelosis en Colombia, como punto de partida para cumplir con los requisitos

de exportación a nivel internacional y mantener la calidad de salud pública del país, la recolección de datos epidemiológicos se torna fundamental para reconocer la situación actual, principalmente en una zona productora como lo es Aguazul-Casanare.

En Colombia, para la fecha tras realizar la depuración de datos obtenidos en el periodo de 2013-2015; el punto de partida fue el análisis de posibles factores asociados a través de diversas encuestas realizadas a los ganaderos partícipes de este estudio.

Es importante destacar que, en los 260 predios trabajados, 32 de ellos presentan al menos un aborto al año. Por supuesto el tipo de explotación ganadera es un factor predisponente para la presentación de dicha enfermedad y por consiguiente la pérdida del bovino; el mayor tipo de explotación es lechera (Figura 1).

Figura 1. Método de reproducción animal utilizado en los predios de Aguazul-Casanare 2013-2015.

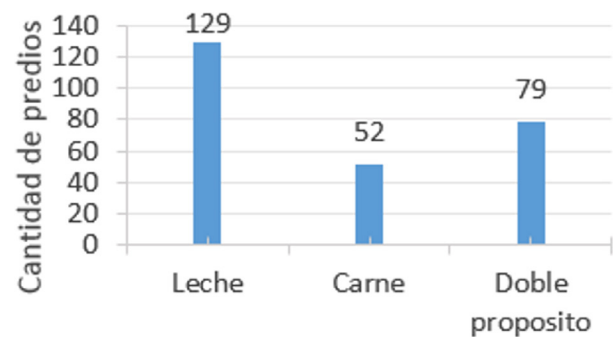


Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, los ganaderos de Aguazul utilizan la monta natural con toro propio como método predominante para la reproducción

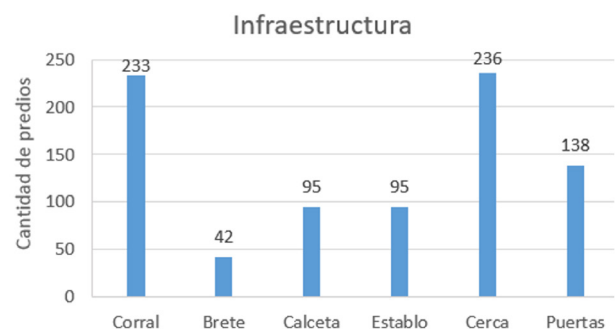
bovina (Figura 2). Otro aspecto influyente que se evaluó, fue el tipo de infraestructura, en el que se halló una mayor utilización de cercas para separar las diferentes explotaciones en el predio y un menor número de uso de bretes

Figura 2. Tipo de explotación en los predios de Aguazul-Casanare 2013-2015.



Fuente: Elaboración propia.

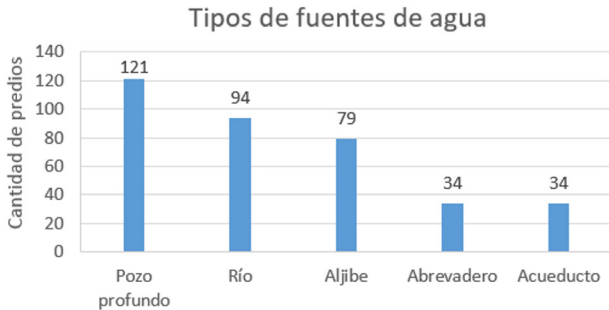
Figura 3. Tipo de infraestructura de los predios de Aguazul-Casanare 2013-2015.



Fuente: Elaboración propia.

En efecto, en este estudio, es importante resaltar que solo 34 predios alimentan a sus animales con agua de acueducto, mientras que una gran parte utilizan como fuente para consumo de agua un pozo profundo y un río (Figura 4).

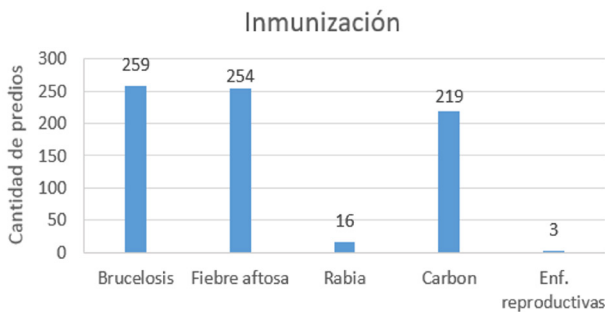
Figura 4. Fuentes de agua utilizadas para el alimento de los animales de Aguazul 2013-2015.



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se observó que 259 predios aguazuleños vacunaron contra la brucelosis en dicho periodo (Figura 5).

Figura 5. Vacunas aplicadas para la prevención de enfermedades en bovinos de los predios de Aguazul-Casanare 2013-2015.

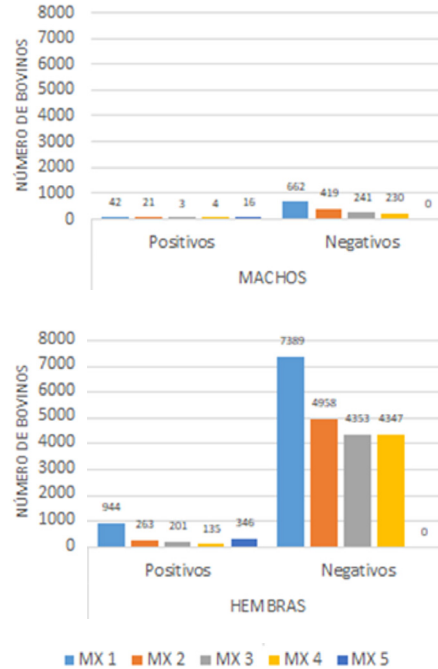


Fuente: Elaboración propia.

Seropositividad

En efecto, como se ha mencionado se muestrearon tanto hembras como machos (Figura 6), lo cual evidencia que en el proceso de producción que se desarrolla en el municipio, la presencia de hembras fértiles es esencial para obtener la materia prima, y los machos son parte del proceso de reproducción bovina. No obstante, en todos los muestreos hubo positividad destacable en hembras.

Figura 6. Positividad para los muestreos con Rosa de bengala según sexo para los predios Aguazul-Casanare, 2013-2015.

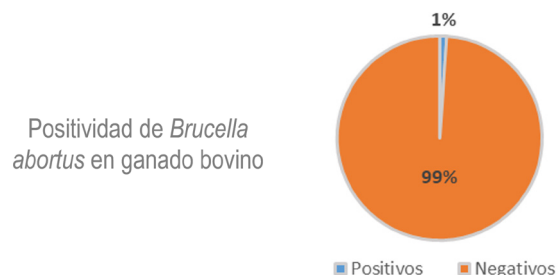


*Machos y Hembras, positivos y negativos para los muestreos con Rosa de bengala (aplicado en el MX1 - muestreos 1) y FPA (aplicado en el MX2, MX3, MX4, MX5 – muestreos 2, 3, 4 y 5)

Fuente: Elaboración propia.

Para la óptima comprensión de la seropositividad establecida; se halló que del total de la población, 260 hembras y 3 machos fueron positivos para brucelosis, lo que se traduce en una prevalencia del 1% de la enfermedad del total de bovinos muestreados (Figura 7).

Figura 7. Positividad del total de muestreos 2013-2015.

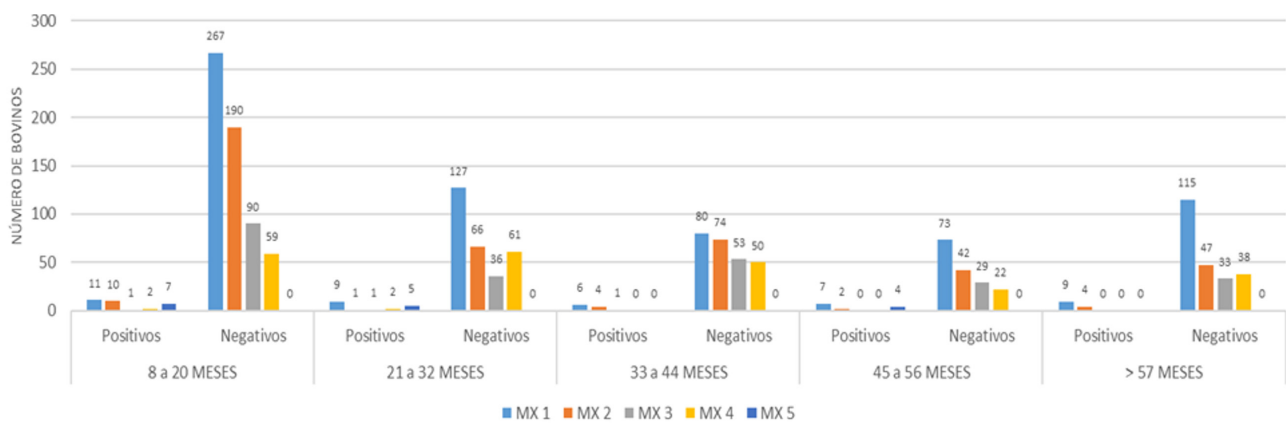


Fuente: Elaboración propia.

Para facilitar la interpretación de los datos respecto al sexo, los machos y hembras se organizaron en grupos de 12 meses partiendo desde las edades fértiles de 8 y 24 meses

respectivamente. Así mismo, se incluyeron muestreos en hembras muy cercanas a la edad fértil para evaluar su posible positividad. (Figuras 8 y 9).

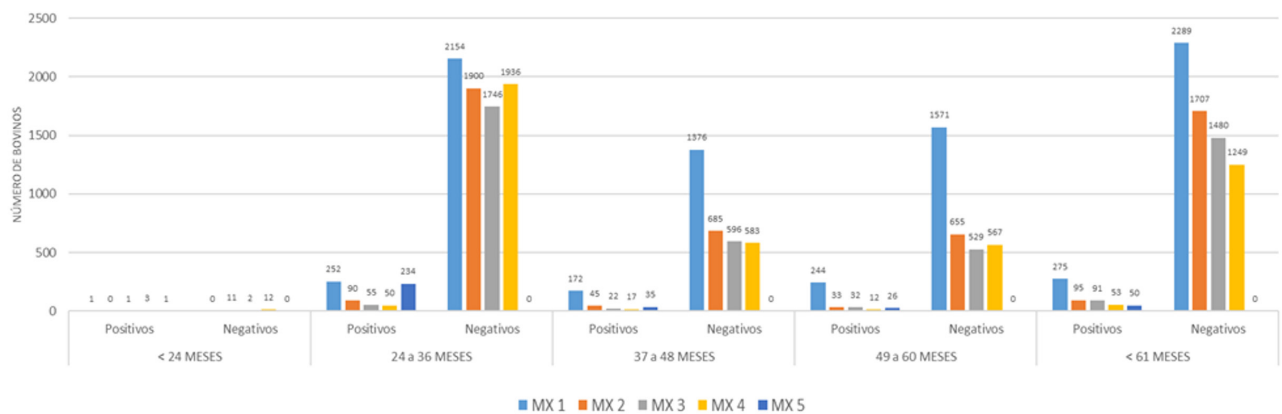
Figura 8. Positividad de los muestreos en machos de los predios Aguazul-Casanare, 2013-2015.



* Rosa de bengala (aplicado en el MX1 - muestreos 1) y FPA (aplicado en el MX2, MX3, MX4, MX5 – muestreos 2, 3, 4 y 5)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Positividad de los muestreos en hembras de los predios Aguazul-Casanare, 2013-2015.



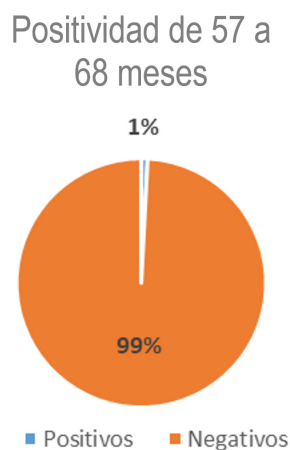
* Rosa de bengala (aplicado en el MX1 - muestreos 1) y FPA (aplicado en el MX2, MX3, MX4, MX5 – muestreos 2, 3, 4 y 5)

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la positividad observada para los periodos de meses establecidos, claramente las edades de 8 a 20 meses en machos y de 24 a 36 meses en hembras muestran una destacable positividad a diferencia de otros grupos etarios.

Teniendo en cuenta lo anterior, en machos la agrupación con la seropositividad más representativa fue en las edades de entre 57 a 68 meses; obteniendo así, una prevalencia del 2% para dicho grupo. Por su parte, en hembras la agrupación con la seropositividad más significativa fue en las menores de 24 meses; cuya prevalencia representa el 3%; seguido de la agrupación de 37 a 48 meses, con un 2% de prevalencia. (Figuras 10 y 11)

Figura 10. Positividad en Machos más destacada en los predios trabajos 2013-2015



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Positividad en Hembras más destacada en los predios trabajos 2013-2015.



Fuente: Elaboración propia.

Discusión

La presentación de la brucelosis bovina y la seropositividad de la misma en los predios trabajados puede vincularse con posibles factores de asociación; como, por ejemplo, el método de reproducción, la infraestruc-

tura del predio, las fuentes de agua, la inmunización y la limpieza tras un aborto, este último aspecto no fue incluido en las encuestas realizadas, sin embargo, es uno de los factores más importantes en la diseminación de la enfermedad. Es por ello, que estudios previos aseguran la vital importancia del proceso de desinfección del medio ambiente tras un aborto, ya que disminuye la probabilidad de que el riesgo ocurra (16).

Por ello, el método de reproducción animal, es un factor que influye como la transmisión más común; según el estudio de Lilia Cárdenas, *et al* (17), la entrada de toros es un factor de riesgo para la introducción de la infección en ganados previamente libres de brucelosis; a pesar de ello, se encontró que la inseminación artificial tiene un mayor riesgo (17). Relacionado con el 1% de seropositividad obtenido en este estudio; para la reproducción, el 81% de los ganaderos optan por la monta natural, por el contrario, la inseminación artificial es un mecanismo utilizado por el 7.6% de los predios, lo que sugiere que la monta natural se puede correlacionar en mayor medida con el riesgo de transmitir la enfermedad.

Por otro lado, la principal vía de entrada de *Brucella* spp es la oral y esto se puede dar a través de agua contaminada; con respecto a esto, es de resaltar que un bajo número de ganaderos utilizan acueducto (12.92%) para alimentar a sus animales y que por otra parte, utilizan con mayor frecuencia un río

para este fin (35.74%), por lo que se establece que el beber agua de un río, tiene un mayor riesgo, debido a que otros animales de las fincas cercanas beben también de allí, y por ende es un vehículo que puede transportar diversas enfermedades entre ellas, la brucelosis. Debido a que este patógeno a 37°C puede sobrevivir al menos un día y a 8°C alcanza los 57 días. (18)

Ahora bien, varios autores aseguran que la presencia de granjas mixtas, también se ha asociado con una alta prevalencia de brucelosis y el resurgimiento de la enfermedad, de manera que es trascendental conocer que otro tipo de animales que se están explotando en Aguazul-Casanare; reconociendo lo anteriormente dicho, la mayor especie diferente a bovinos que se explota y se produce en los predios ganaderos son los porcinos, animales potencialmente peligrosos en cuanto a la diseminación de la enfermedad, por ser huéspedes naturales de *Brucella suis*, este no se pudo evidenciar en los porcinos en los predios trabajados, de manera que no se puede asegurar una relación entre especies y la brucelosis en nuestro estudio. En relación con otros estudios no se ha evidenciado la asociación entre *Brucella* y la presencia en otras especies de animales en la granja, ni con nuevos animales comprados que pueden ser reservorios de la enfermedad (17). Por consiguiente, también se tuvo en cuenta el tipo de infraestructura en las explotaciones ganaderas y las vacunas aplicadas; en primer lugar, el tipo de infraestructura es

importante, debido a que entre más libertad tenga el animal en moverse, mayor será la probabilidad de diseminar la brucelosis en bovinos y entre animales de diferentes especies. En este estudio se encontró que la gran mayoría de los ganaderos tienen una cerca (89.73%) para su explotación correspondiente, caso que contribuyó a la seropositividad de esta enfermedad reproductiva.

En segundo lugar, cuando se pretende prevenir y controlar una enfermedad, proveer a los bovinos inmunización a través de un programa de vacunación es vital. Es por ello, que se entiende que la brucelosis, es una enfermedad que no tiene tratamiento, siendo necesaria su prevención a través de diferentes vacunas ofrecidas a la hora de erradicar y controlar esta enfermedad en áreas endémicas; en Colombia se ha establecido un programa de vacunación obligatoria contra la brucelosis junto con la fiebre aftosa; es de destacar que 98.47% de predios vacunaron contra la brucelosis en dicho periodo, más sin embargo hubo una seropositividad de la enfermedad de un 1%; Por otra parte, en el trabajo de P. H. Bayemi, et al (19), se determinó que la seropositividad hallada de brucelosis bovina corresponde a un 7.3 % en hembras y un 8% en toros. Sin embargo, en el estudio de Gervais Ndazigaruye, et al (20), se evidenció que la seropositividad en machos fue menor (16.7%) en comparación con las hembras (19%). Además de esto, los resultados de este estudio indican que las edades de mayor seropositividad fueron las

menores a 24 meses, edad en que las bovinos aún tienen presentes anticuerpos vacúnales, por lo que se puede asegurar que dicha seropositividad es causada por dichos anticuerpos; contrario a esto, los resultados del estudio Gervais Ndazigaruye, et al (20) encontraron una mayor prevalencia de brucelosis en animales mayores de 3 años que en animales menores de 3 años, explicando que entre más viejos estén los animales, mayor exposición a la enfermedad han tenido y que probablemente son portadores inmunes y quizás persistentes.

En cuanto a, los años anteriores como en el 2009, la incidencia de brucelosis bovina en Colombia era de 1,85 casos con una prevalencia de 4.7% (21). Para los años posteriores (2006 y 2012), se encontró un porcentaje de granjas y animales positivos con un promedio de 22–23% y 4.7–4.6%, respectivamente (18) y para el año entre 2013 y 2015 se halló una seropositividad del 1% de *Brucella abortus* en Aguazul; en todo caso, un estudio del año de 2011 se analizó la prevalencia de brucelosis en este municipio, donde se muestrearon 2.700 animales en 66 predios, 299 animales resultaron positivos. Se describió una prevalencia del 11% en animales, 61% en los predios y 50 % de las veredas del territorio casanarenses (22). Esta prevalencia del 11% de brucelosis bovina permite asegurar, que para años posteriores la enfermedad se ha venido controlando y que por lo tanto los ganaderos han implementado las medidas de aseguramiento de

la sanidad animal, como por ejemplo la vacunación. No obstante, en nuestro estudio de 26.187 muestras de suero, el 1% sigue siendo un valor significativo.

Evidentemente, la ganadería bovina colombiana tiene una dinámica favorable. Según el DANE para estas fechas, la ganadería colombiana aportaba el 3.6% del PIB nacional; además, tenía una participación del 27% del PIB agropecuario y un 64% del PIB pecuario. En cuanto a la región estudiada (Aguazul-Casanare), contaba para el año 2013 con 17.212.265 cabezas de ganado, según el segundo ciclo de vacunación contra la fiebre aftosa y brucelosis bovina del año 2012. Esto, permite asegurar que, en este departamento la ganadería es la actividad económica más importante; Por su parte, dicho departamento en este ciclo de vacunación registró 104.361 cabezas; donde, 62.929 eran hembras y 41.432 eran machos. Para tal efecto, los movimientos económicos registrados en el 2012 en aguazul eran de: \$10.735.766.840 e involucraron 14.811 semovientes (22). De ahí la importancia de la brucelosis bovina, ya que siendo una enfermedad reproductiva tiene un gran impacto sobre dicha economía, debido a la pérdida de la cría, días abiertos, la lactancia y demás aspectos relacionados.

Por otra parte, las estimaciones oficiales sobre las pérdidas anuales por brucelosis bovina en Latinoamérica son de aproximadamente 600 millones de dólares, por ello,

la importancia del control de esta infección (23); para Colombia, se estima que las pérdidas económicas asociadas a esta enfermedad, varían de \$3'000000 a \$ 10'000000 por animal infectado al año (24); Por un lado, entre las pérdidas directas se encuentran los abortos y la retención de placentas, lo cual genera una disminución de hasta un 50% de la producción de terneros y consigo el retardo de la multiplicación del hato (23), de manera que, el aborto puede llegar a presentarse a los 7 meses de gestación; es decir 210 días donde se involucra los días abiertos o de mantenimiento que cuesta en promedio \$12.000 pesos colombianos cada uno. Esto quiere decir que 210 días multiplicado por el costo individual (\$12.000), alcanza casi los \$2.520.000. Por su parte, un bovino produce hasta 5 litros de leche al día, el precio de cada litro se redondea los \$600 pesos; entonces se obtiene \$3.000 pesos diarios por bovino. Retomando los 210 días se alcanzan al menos \$630.000 por bovino. Adicional a esto, la cría puede costar alrededor de \$600.000 pesos, en un macho en pie cada kg de su peso cuesta aproximadamente \$2.800 pesos, en promedio un ternero macho pesa 180 Kg, lo que indica que su precio redondea los \$552.000 pesos. Independiente de esto, el sacrificio de la vaca y su pérdida es de aproximadamente \$1.500.000. Como resultado se tiene entonces que, la suma entre los días abiertos \$2,520.000, la lactancia \$630.000, la cría \$552.000, la vaca \$1,500.000, resulta en una pérdida total de aproximadamente \$5'202.000 (25). A parte

de esto, se encuentran las pérdidas indirectas donde se generan pérdidas económicas por el mantenimiento improductivo de vacas que no producen terneros y además la esterilidad total del animal (23). Adicionalmente, se debe incluir el valor productivo y genético del animal positivo, de manera que, un animal positivo como se ha mencionado anteriormente se envía a la planta de sacrificio, con un pago por su peso, más no por el valor agregado (su potencial genético y productivo) representado en \$1'000.000 (USD 350,3) aproximadamente (25).

En síntesis, las pérdidas económicas de los ganaderos en total de Aguazul-Casanare, fueron de aproximadamente \$1.368.126.000 pesos colombianos en este estudio.

Como parte del avance científico, administrativo y normativo se debe realizar un fuerte énfasis en la necesidad de continuar observando este tipo de estudios que evidencien la situación dinámica de una enfermedad con alto impacto como la brucelosis, la cual conlleva a múltiples problemáticas que deben asumirse con responsabilidad tanto el ganadero como los respectivos entes territoriales y de comercio.

Conclusiones y recomendaciones

A partir del análisis de los datos obtenidos, se determinó que en los 260 predios mues-

treados en Aguazul-Casanare, de las 26.187 cabezas de ganado, el 1% (263 bovinos) resultaron seropositivos para brucelosis bovina.

En consecuencia, el 1% de seropositividad hallado puede asociarse con diversos factores, como el tipo de infraestructura, el método de reproducción, las fuentes de agua y primordialmente el incumplimiento con los ciclos de vacunación. Es decir, estos aspectos causales no solo se deben tener en cuenta, sino que deben ser impactados directamente para lograr establecer un control frente a esta enfermedad.

En definitiva, los hatos presentaban menor seropositividad con cada muestreo, por lo que se puede asumir que, las medidas de saneamiento fueron aplicadas. En total para los predios de Aguazul-Casanare, las pérdidas económicas fueron de aproximadamente \$1.368.126.000 pesos colombianos.

Como parte del avance científico, administrativo y normativo se debe realizar un fuerte énfasis en la necesidad de continuar observando este tipo de estudios que evidencien la situación dinámica de una enfermedad con alto impacto como la brucelosis, la cual conlleva a múltiples problemáticas que deben asumirse con responsabilidad tanto el ganadero como los respectivos entes territoriales y de comercio.

Respectivamente, la regulación por parte del Estado debe enfatizar en la vigilancia

y reglamentación en la industria ganadera, garantizando la seguridad alimentaria. También, se debe profundizar en próximos estudios la Brucelosis en humanos, recalando el impacto de esta zoonosis en salud pública.

Para futuras investigaciones, se deben tener en cuenta dentro de las encuestas, la manera de desinfección y limpieza tras la presentación de un aborto de cualquier animal, para analizar si es un factor predisponente para el establecimiento y mantenimiento de la brucelosis. Además, se debe analizar y muestrear otras especies trabajadas en el municipio, para reconocer si otras explotaciones, deben considerarse como factores de riesgo para la presentación de Brucelosis bovina u otras especies de *Brucella* spp.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al laboratorio veterinario Zoolab S.A.S de Bogotá, a la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca y a los ganaderos de los predios estudiados por brindar los recursos, espacios y materiales necesarios para que se consolidaran los objetivos propuestos por parte del grupo. También, a la Docente Johanna Moscoso y a la doctora Sandra Cortes por guiar este proyecto y permitirnos darlo a conocer en los congresos de ASCILA y REDCOLSI. A los Docentes Ruth Páez y

Alejandro Castaño por sus aportes en este proyecto y por la disposición dada para la evaluación del mismo

Referencias

1. Moreno E, Stackebrandt E, Dorsch M, Wolters J, Busch M, Mayer H. *Brucella abortus* 16S rRNA and lipid A reveal a phylogenetic relationship with members of the alpha-2 subdivision of the class Proteobacteria. *Journal of Bacteriology*.1990; [Internet]. 172(7):3569-3576. Available in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC213329/pdf/jbacter00121-0045.pdf>
2. Yanagi M, Yamasato K. Phylogenetic analysis of the family Rhizobiaceae and related bacteria by sequencing of 16S rRNA gene using PCR and DNA sequencer. *FEMS Microbiology Letters*.1993; [Internet]. 107(1):115-120. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0378109793903648>
3. Nielsen K, Duncan J. *Animal Brucellosis*.1990; [Internet] [cited 29 April 2019]. Available in: <http://booksdescr.org/item/index.php?md5=B23E3132A50B996B44FFD902316BE9F3>
4. Gyles C, Prescott J, Songer G, Thoen C, Wiley J. *Pathogenesis of Bacterial Infections in Animals*.2008; [Internet] [cited 29 April 2019]. Available in: <https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=-aPESRdyx9kC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Brucella.+In+Pathogenesis+of+bacterial+infections+in+animals+THOEN&ots=JcFKFA-rPB&sig=0I8tjp-ljk-2AFI2Jcq2Izg5xHds#v=onepage&q=Brucella&f=false>
5. Plant J, Claxton P, Jakovljevic D, Saram W. BRUCELLA ABORTUS INFECTION IN THE BULL. *Australian Veterinary Journal*.1976; [Internet] [cited 29 April 2019];52(1):17-20. Available in: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1751-0813.1976.tb05363.x>
6. Acha P, Szyfres B. *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales*. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana; 2003 [Internet]. Available in:<https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2017/Acha-Zoonosis-Spa.pdf>

7. Young E. An Overview of Human Brucellosis. *Clinical Infectious Diseases*.1995; [Internet] [cited 29 April 2019]; 21(2):283-290. Available in: <https://academic.oup.com/cid/article-abstract/21/2/283/292208?redirectedFrom=fulltext>
8. Araujo Baute A, Patiño Álvarez A, Linares Chaparro C, Santande A. COLOMBIA SANIDAD ANIMAL-2013 [Internet]. 2013. Available from: <https://www.ica.gov.co/getattachment/0b099ac3-d670-4c11-be1b-02e50db63047/2013.aspx>
9. Díaz Martínez O, Mendoza Niño E, Linares Chaparro C. Colombia, Sanidad Animal 2014 [Internet]. 2014. Available from: <https://www.ica.gov.co/getattachment/986dd783-8f37-4ab3-bc33-39995bd8c065/2014.aspx>
10. Díaz Martínez O, Mendoza Niño E, Linares Chaparro C, Gasca Cárdenas H. Colombia sanidad animal-2015 [Internet]. 2015. Available from: <https://www.ica.gov.co/getattachment/4d163775-d3d8-47ab-92ba-fa5a0140bfdc/2015.aspx>
11. Colombia, Ministerio de Agricultura, Instituto Colombiano Agropecuario, 2013, Resolución 001332 “Por medio de la cual se actualizan las medidas sanitarias para la prevención, el control y la erradicación de la brucelosis en las especies bovina y bufalina en Colombia”.
12. Enright F, Araya L, Elzer P, Rowe G, Winter A. Comparative histopathology in BALB/c mice infected with virulent and attenuated strains of *Brucella abortus*. *Veterinary Immunology and Immunopathology*.8. Enright F, Araya L, Elzer P, Rowe G, Winter A. Comparative histopathology in BALB/c mice infected with virulent and attenuated strains of *Brucella abortus*. *Veterinary Immunology and Immunopathology* [Internet]. 1990 [cited 29 April 2019];26(2):171-182. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016524279090065Z?via%3Dihub>; [Internet] [cited 29 April 2019];26(2):171-182. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016524279090065Z?via%3Dihub>
13. Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres (mamíferos, aves y abejas) [Internet]. Oie.int. 2004 [cited 18 April 2020]. Available from: <https://www.oie.int/doc/ged/d6508.pdf>
14. Dorneles E, Sriranganathan N, Lage A. Recent advances in *Brucella abortus* vaccines. *Veterinary Research*.2015; [Internet] [cited 29 April 2019];46(1). Available in: <https://veterinaryresearch.biomedcentral.com/articles/%2010.1186/s13567-015-0199-7>
15. Głowacka, P., Żakowska, D., Naylor, K., Niemcewicz, M. and Bielawska-Drózd, A. (2018). *Brucella – Virulence Factors, Pathogenesis and Treatment*. *Polish Journal of Microbiology*, 67(2).
16. Smirnova E, Vasin A, Sandybaev N, Klotchenko S, Plotnikova M, Chervyakova O et al. Current Methods of Human and Animal Brucellosis Diagnostics. *Advances in Infectious Diseases*. 2013;03(03).
17. Arif S, Thomson P, Hernandez-Jover M, McGill D, Warriach H, Hayat K et al. Bovine brucellosis in Pakistan; an analysis of engagement with risk factors in smallholder farmer settings. *Veterinary Medicine and Science*. 2019
18. Álvarez-Hernández N, Díaz-Flores M, Ortiz-Reynoso M. Brucelosis, una zoonosis frecuente. *Medicina e Investigación*. 2015;3(2):129-133.
19. Cárdenas L, Peña M, Melo O, Casal J. Risk factors for new bovine brucellosis infections in Colombian herds. *BMC Veterinary Research*. 2019;15(1)
20. Bayemi P, Webb E, Nsongka M, Unger H, Njakoi H. Prevalence of *Brucella abortus* antibodies in serum of Holstein cattle in Cameroon. *Tropical Animal Health and Production*. 2008; 41(2).
21. Ndazigaruye G, Mushonga B, Kandiwa E, Samkange A, Segwagwe B. Prevalence and risk factors for brucellosis seropositivity in cattle in Nyagatare District, Eastern Province, Rwanda. *Journal of the South African Veterinary Association*. 2018;89.

22. Tique V, González M, Mattar S. Seroprevalencia de *Brucella abortus* en bovinos del departamento de Córdona. Scielo.2009 [Internet] [cited 29 April 2019];12(2):51-59. Available in: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262009000200006
23. Alvear Uvidia E, Espinoza Castillo D, Salazar Tenelanda M, Alvear Haro P, Pazmiño Garzón D. Evaluación de las pérdidas económicas causadas por Brucelosis Bovina en las comunidades de Chaguarpata y Launag en el Cantón Chunchi provincia de Chimborazo - Ecuador. Observatorio de la Economía Latinoamericana [Internet]. 2018 [cited 24 February 2020]; Available from: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/08/perdidas-economicas-brucelosisbovina.html>
24. Alcaldía de Aguazul-Casanare. Licitación pública acerca de casos de brucelosis en Aguazul-Casanare. Casanare; 2013-2015.
25. Arenas N, Moreno V. Estudio económico de la infección por *Brucella abortus* en ganado bovino en la región del Sumapaz, Cundinamarca. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 2016;63(3).