Universidad de La Salle
Ciencia Unisalle

Maestría en Agrociencias | Facultad de Ciencias Agropecuarias

2020

Factores de riesgo asociados a la seropositividad a Brucella abortus en ganaderías del departamento de Putumayo, Colombia

Orlando Gaviria Obregón
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_agrociencias

Part of the Animal Sciences Commons

Citación recomendada

Gaviria Obregón, O. (2020). Factores de riesgo asociados a la seropositividad a Brucella abortus en ganaderías del departamento de Putumayo, Colombia. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_agrociencias/14

This Tesis de maestría is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Agropecuarias at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Maestría en Agrociencias by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Universidad de La Salle

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Maestría en Agrociencias

Factores de riesgo asociados a la seropositividad a *Brucella abortus* en ganaderías del departamento de Putumayo, Colombia

Preparado por

Orlando Gaviria Obregón

Código: MA171206

Bogotá, Colombia

Universidad de La Salle

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Maestría en Agrociencias

Factores de riesgo asociados a la seropositividad a *Brucella abortus* en ganaderías del departamento de Putumayo, Colombia

Orlando Gaviria Obregón

Código: MA171206

Director

Diego Soler-Tovar MV, MSc

Co-director

Bogotá, Colombia

Aprobación

DIRECTOR

_____

MV, MSc. Diego Soler-Tovar

JURADO

_____

MV, MSc, PhD. Zaida Liliana Cárdenas Contreras

JURADO

_____

PhD. Nelson Cifuentes Ávila

JURADO

Directivas de La Universidad de La Salle

Rector	Hno. Alerto Prada Sanmiguel
Vicerrectora Académica	Dra. Carmen Amalia Camacho
Vicerrector de Investigación y Transferencia	Hno. Luis Fernando Ramírez Hernández
Vicerrector de Promoción y Desarrollo Humano	Hno. Diego Andrés Mora Arenas
Vicerrector Administrativo	Dr. Carlos Eduardo Navarrete
Decano Facultad de Ciencias Agropecuarias	Hno. Ariosto Ardila Silva
Directora Maestría en Agrociencias	Dra. Liliana Chacón Jaramillo

Compromiso

Los trabajos de grado no contienen ideas que sean contrarias a la doctrina católica en asuntos de dogma y moral.

Ni la Universidad, ni el director, ni el jurado calificador son responsables de las ideas expuestas por el graduando.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme la vida y salud para sacar adelante este proyecto académico, ya que sin el no habría sido posible culminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida profesional.

A mis directores, el MSc. Diego Soler Tovar y el Dr. Javier Motta, quienes aportaron de su experiencia en mi formación como estudiante de la maestría en Agrociencias.

A mis jurados, la Dra. Liliana Cárdenas Contreras y el Dr. Nelson Cifuentes Ávila, quienes ayudaron a mejorar mi trabajo y sus consejos y enseñanzas fueron de suma importancia.

A la colega María Fernanda Serrano de la Dirección Técnica de Sanidad Animal del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, ya que, sin su apoyo en la consecución de los permisos para utilizar las bases de datos, gran parte de este trabajo no hubiera sido posible.

A la gobernación del Putumayo quien a través de COLFUTURO y COLCIENCIAS financió mis estudios en el Universidad De La Salle.

A los ganaderos del departamento del Putumayo, quienes accedieron gustosamente en apoyar mi trabajo de investigación sin esperar nada a cambio, más que aportar un granito de arena en el conocimiento de la brucelosis bovina en la región.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi padrino Rafael Toledo, (QEPD) quien a través de un solo consejo que nunca se me olvidará, me inculcó el amor por estudiar y superación dia tras dia, pese a las inconvenientes de la vida, así que viejo, le estoy cumpliendo y todavía voy por más, no lo defraudaré.

A mi madre que por su amor incondicional siempre me a apoyado para seguir en este camino, a mi compañera de lucha diaria que supo entender que este proceso no era fácil, a mis hermosas hijas Sarita y Dannita, quienes son mi razón para levantarme diariamente y Luis Fernando, quien no tiene mis genes, pero tiene mucho de mí.

Resumen

Los animales domésticos, como los bovinos, son afectados por varias enfermedades reproductivas, entre éstas se encuentra la brucelosis, la cual tiene impactos en salud pública y la sanidad animal. El objetivo de este trabajo es identificar los factores de riesgo asociados a la seropositividad a *Brucella abortus* en ganaderías del departamento de Putumayo, Colombia. Se realizó una investigación epidemiológica mediante un estudio retrospectivo de casos y controles y entrevistas a 90 productores distribuidos así: 30 predios con historial de positividad a *B. abortus*, 30 predios libres de brucelosis y los 30 restantes que nunca han efectuado análisis serológico para el diagnóstico de dicha enfermedad. Por otra parte se aplicó una encuesta epidemiológica a los productores, donde se les indagó acerca de los principales factores de riesgo que tienen los bovinos de infectarse con *B. abortus*. Por otro lado, se analizaron retrospectivamente la frecuencia de presentación de la enfermedad en hatos ganaderos del departamento del Putumayo, para ello se contó con el historial de muestreos serológicos para el diagnóstico de *B. abortus* desde el año 2011 hasta el 2018, base de datos proporcionada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). También se analizó la frecuencia de anticuerpos anti-*Brucella* en predios de bovinos expuestos, no expuestos y estatus desconocido, mediante la técnica de rosa de bengala como prueba inicial, fluorescencia como primera estrategia confirmatoria y ELISA competitiva como prueba serológica confirmatoria. La información obtenida fue analizada en los programas estadísticos SPSS versión 25, @Risk, Easy Fit, Best Fit, Stat Fit, Xls tat, Stat graphics versión 16, Ncss y Excel. Como resultado del análisis de la información generada y consolidada por el ICA, se concluyó que se diagnosticaron 100 bovinos positivos a la enfermedad, confirmado por Elisa competitiva. De los 90 predios a los cuales se les efectuó el muestreo serológico al momento

de la aplicación de la encuesta epidemiológica, se pudo identificar 7 bovinos hembra positivas a *B. abortus*, distribuidas en 4 predios, lo cual es aparentemente bajo; sin embargo, al analizar el número de positivos en el periodo de 2011 hasta 2018 se examinaron 26.740 animales, de los cuales fueron positivos 100, esto corresponde al 0.37% y 0,5 para el estudio. Se identifica como factor que aumenta los resultados positivos a Elisa competitiva cuando los animales son adquiridos por subastas, cuando los perros tienen acceso a las placentas luego del aborto o el parto natural, cuando se tiene como método de reproducción la inseminación artificial, la población de bovinos en el predio, los días de ocupación de las praderas, el número de vacas en ordeño, contar con registros productivos y reproductivos y la vacunación contra brucelosis. En cuanto a los factores de riesgo, se puede evidenciar que el ingreso de animales sin los muestreos correspondientes son un riesgo para que la enfermedad llegue al predio. Desafortunadamente, los ganaderos no son conscientes de la problemática que presenta la prevalencia de la enfermedad en el hato, ni las implicaciones en la salud pública; sin embargo, el reto está en los gremios y entidades encargadas en fortalecer la educación sanitaria.

Palabras clave: aborto, ganadería, amazonía, riesgo.

Abstract

Domestic animals, such as cattle, are affected by various reproductive diseases, among them is brucellosis, which has impacts on public health and animal health. The objective of this work is to identify the risk factors associated with seropositivity to Brucella abortus in livestock farms in the department of Putumayo, Colombia. An epidemiological investigation was carried out through a retrospective study of cases and controls and interviews with 90 producers distributed as follows: 30 farms with a history of positivity for B. abortus, 30 farms free of brucellosis and the remaining 30 that have never carried out serological analysis for diagnosis of said disease. On the other hand, an epidemiological survey was applied to the producers, where they were asked about the main risk factors that bovines have for being infected with B. abortus. On the other hand, the frequency of presentation of the disease in cattle ranches in the department of Putumayo was retrospectively analyzed, for which the history of serological sampling for the diagnosis of B. abortus from 2011 to 2018 was available, database provided by the Colombian Agricultural Institute (ICA). The frequency of anti-Brucella antibodies in farms of exposed, unexposed bovines and unknown status was also analyzed using the rose bengal technique as initial test, fluorescence as the first confirmatory strategy and competitive ELISA as confirmatory serological test. The information obtained was analyzed in the statistical programs SPSS version 25, @Risk, Easy Fit, Best Fit, Stat Fit, Xls tat, Stat graphics version 16, Ncss and Excel. As a result of the analysis of the information generated and consolidated by the ICA, it was concluded that 100 cattle were positive for the disease, confirmed by competitive Elisa. Of the 90 farms that were serologically sampled at the time from the application of the epidemiological survey, 7 female bovines positive for B. abortus could be identified, distributed in 4 farms, which is apparently low; However, when analyzing

the number of positives in the period from 2011 to 2018, 26,740 animals were examined, of which 100 were positive, this corresponds to 0.37% and 0.5 for the study. Competitive Elisa is identified as a factor that increases positive results when animals are acquired by auctions, when dogs have access to placentas after abortion or natural childbirth, when artificial insemination, the population of cattle on the farm, the days of occupation of the prairies, the number of milking cows, have productive and reproductive records and vaccination against brucellosis. Regarding the risk factors, it can be seen that the entry of animals without the corresponding samples are a risk for the disease to reach the farm. Unfortunately, farmers are not aware of the problems presented by the prevalence of the disease in the herd, nor the implications for public health; However, the challenge lies with the unions and entities responsible for strengthening health education.

Key words: abortion, livestock, Amazon, risk.

Tabla de contenido

Lista de abreviaturas 12

Introducción 14

Objetivos 19

Objetivo general 19

Objetivos específicos 19

Marco teórico 20

Generalidades de brucelosis 20

Agente etiológico 20

Descripción de la enfermedad en humanos 21

Descripción de la enfermedad en ganado bovino 23

Tratamiento en animales 24

Supervivencia de Brucella abortus 24

Factores de riesgo 25

Hospedador 25

Manejo y el medio ambiente 26

Agente 27

Medidas de prevención, control en humanos 27

Marco normativo 29

Estado actual del programa de prevención, control y erradicación de la brucelosis bovina de Colombia. 29

Diagnóstico de la enfermedad en animales 32

Rosa de Bengala 33

Fluorescencia polarizada (FPA) 34

ELISA competitiva 34
Vacunación obligatoria 35
Cepa 19 35
Vacuna RB 51 36
Seropositividad de brucelosis en Colombia 37
Metodología 39
Pruebas diagnósticas 40
Localización 40
Área de estudio 40
Población y muestra 41
Criterios de inclusión 43
Criterios de exclusión 44
Muestreo 44
Variables 44
Análisis de datos 45
Métodos y procedimientos 45
Resultados 48
Análisis retrospectivo de la seropositividad de anticuerpos anti-Brucella. 48
Análisis muestreo serológico retrospectivo 2011-2018 55
Seropositividad de predios expuestos y no expuestos a *Brucella abortus*. 60
Factores de riesgo 63
Modelo lineal general para los factores de riesgo en la estrategia de identificación de brucelosis... 68
Discusión 90
Conclusiones 99
Recomendaciones 102
Referencias 104

Lista de tablas

Tabla 1. *Clasificación y hospedadores de las especies del género Brucella (López et al., 2008; Rodríguez & Santos, 2014; OIE, 2016).*

Tabla 2. *Mecanismos de trasmisión de la enfermedad en humanos* (Castro *et al*.,2005*).*

Tabla 3. *Supervivencia de Brucella en el medio ambiente* (Castro *et al*., 2005).

Tabla 4. *Predios libre de brucelosis bovina (ICA,2018b).*

Tabla 5. *Pruebas para el diagnóstico de Brucella abortus en las especies de animales domésticos* (*Gall & Nielsen, 2004).*

Tabla 6. *Pruebas diagnósticas para el diagnóstico de Brucella abortus en Colombia según la especie se utilizan los siguientes métodos analíticos.*

Tabla 7. *Características de las cepas bacterianas más comúnmente utilizadas en vacunación. (Castro, Gonzáles & Pratt, 2005).*

Tabla 8. *Seropositividad a Brucella abortus en bovinos y en el departamento del Putumayo desde enero de 2011 hasta abril de 2019*

Tabla 9. *Animales a muestrear en predios que no han tenido hay historial de seropositividad*

Tabla 10. Edad bovina promedio en años a partir de los registros de vacunación, 2018 de brucelosis en Putumayo Colombia por municipio y variables; n=104. (Fuente ICA. Cálculos Propios).

Tabla 11. *Clasificación de las fincas por número de bovinos por municipio para el departamento de Putumayo en 2018. (Fuente ICA. Cálculos Propios).*

Tabla 12. *Clasificación de las fincas por número de bovinos por municipio para el departamento de putumayo en 2018. (Fuente ICA. Cálculos Propios).*

Tabla 13. Funciones de distribución de probabilidad para el Total de examinados con las cuatro pruebas bovinos del putumayo Colombia 2011 a 2018, n=2656. (Fuente ICA. Cálculos propios).

Tabla 14. *Funciones de distribución de probabilidad a identificar para el 94% el Total de examinados con las cuatro pruebas bovinos del putumayo Colombia 2011 a 2018. (Fuente ICA. Cálculos propios).*

Tabla 15. Combinaciones selectas para la identificación de funciones de distribución de probabilidad para cada tipo de prueba, municipio y variable. (Fuente ICA. Cálculos propios).

Tabla 16. *Positividad a Brucella abortus en animales de los tres grupos.*

Tabla 17. *Positividad a Brucella abortus en predios de los tres grupos.*

Tabla 18. *Resultado del muestreo en predios con historial de seropositividad por municipio*

Tabla 19. *Resultados del muestreo en predios libres de Brucelosis.*

Tabla 20. *Resultados del muestreo en predios sin historial de muestreo serológico.*

Tabla 21. *Clasificación de las variables de la encuesta.*

Tabla 22. *Características de los modelos utilizados para caracterizar los factores de riesgo en la identificación de brucelosis.*

Tabla 23. *Coeficiente de correlación y determinación para los modelos lineales generales en la identificación de brucelosis bovina*.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 24. *Resume el efecto de las diferentes variables para explicar el número muestreados por brucelosis*.

Tabla 25. *Estadísticos referentes al modelaje del número de bovinos positivos para la prueba Rosa de bengala.*

Tabla 26. *Indica la inferencia sobre el número de positivos a la prueba de fluorescencia*

Tabla 27.**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** *Estimación de los parámetros para identificar el número de positivos confirmados con Elisa competitiva.*

Tabla 28 *Correlación Rho de Spearman éntrelas variables de respuesta en la encuesta.*

Tabla 29 *Proporción de determinación sin corrección para cuatro modelos estadísticos.*

Tabla 30. *Proporción de determinación con corrección para cuatro modelos estadísticos.*

Tabla 31. *Coeficientes de regresión lineal múltiple de los factores de riesgo en las variables de pruebas a brucelosis*.

Tabla 32. *Coeficientes de regresión lineal múltiple de los factores de riesgo en las variables de pruebas a brucelosis.*

Tabla 33. *Coeficientes de regresión lineal múltiple de los factores de riesgo en las* variables de pruebas a brucelosis.

Tabla 34.1 *Coeficientes calculados para la función de Poisson según el número de veces que asea el corral de ordeño.*

Lista de Figuras

Figura 1 *Zonas auto declaradas libres de brucelosis bovina en Colombia, 2018*

Figura 2. *Mapa Físico Político del Departamento de Putumayo*.

Figura 3. Muestreo serológico en predio seleccionado

Figura 4. *Representación de los grupos expuestos y no expuestos.*

Figura 5. Forma Funcional es exponencial negativa y Pearson Para los datos del Inventario ganadero.

Figura 6. *Positividad a Brucella abortus en el año 2011.*

Figura 7. *Positividad a Brucella abortus en el año 2012.*

Figura 8. *Positividad a Brucella abortus en el año 2013.*

Figura 9. *Positividad a Brucella abortus en el año 2014.*

Figura 10. *Positividad a Brucella abortus en el año 2015.*

Figura 11. *Positividad a Brucella abortus en el año 2017.*

Figura 12. *Positividad a Brucella abortus en el año 2018.*

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Significados
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DTSA	Dirección técnica de sanidad animal
ELISA	Ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas
FPA	Fluorescencia Polarizada
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
INS	Instituto Nacional de Salud
INVIMA	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos
IgG1	Inmunoglobulina G1
IgG2	Inmunoglobulina G2
IgA	Inmunoglobulina A
IgM	Inmunoglobulina M
LNDV	Laboratorio Nacional de Diagnostico Veterinario
LPS	Lipopolisacárido
OR	Odds Rattio
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal
OMS	Organización Mundial de la Salud
PCR	Reacción en Cadena Polimerasa
PH	Potencial de Ionización

Introducción

La ganadería bovina es uno de los reglones de mayor importancia en Colombia, registrando en el segundo ciclo de vacunación contra aftosa y brucelosis del año 2017 26.026.282 animales, distribuidos en 600.436 predios. En el departamento de Putumayo se estima un inventario de 253. 287 ejemplares en 7657 unidades productoras de ganado (ICA, 2019).

En el grupo de las enfermedades reproductivas que afectan los animales domésticos la brucelosis ocupa un lugar importante, debido a las afecciones que provoca en el paciente como lo es placentítis en el quinto a noveno mes de gestación puede provocar el aborto y en los machos orquitis y disminución de la capacidad sexual. Algunas hembras gestantes pueden pasar desapercibidas por la ausencia de sinología clínica, sin embargo, al momento del parto expulsa grandes cantidades de la bacteria en placenta, líquidos fetales y restos del parto. La bacteria se aloja también en los ganglios periféricos y la glándula mamaria por donde posiblemente se puede excretar los microrganismos (OIE, 2016).

Esta enfermedad que puede ser trasmitida a los humanos pasa desapercibida en la mayoría de los casos y por lo general es de curso crónico. Por su naturaleza es una enfermedad infecciosa que provoca pérdidas en la economía nacional y limita el acceso de los productos cárnicos y lácteos a países libres. Su impacto en humanos está en la presentación crónica, afectando a la población rural y urbana, siendo fácilmente diagnosticada por pruebas tamiz al inicio de la infección (Gálvez, García, & Guillén,2003; Paulin, 2003)

En el departamento de Putumayo desde enero de 2011 hasta abril de 2018, el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA ha reportado 100 bovinos positivos a *B. abortus*, confirmados, mediante la técnica confirmatoria de ELISA competitiva; La prueba fue precedida por rosa de bengala como prueba inicial y fluorescencia polarizada como primera estrategia confirmatoria desde la entada en vigor de la resolución 7231 de 2017 del ICA en el caso de los bovinos. (ICA, 2018a)

A escala mundial la enfermedad es desatendida y esto lleva al sub- registro, debido a deficiencias en la vigilancia epidemiológica de cada región o país. En el periodo del año1996 a 2014, 30 países reportaron ante la Organización Internacional de Sanidad Animal OIE la ausencia de los animales seropositivos, mientras tanto 21 tienen la enfermedad en sus rebaños (Cárdenas, Awada, Tizzani & Cáceres, 2019)

Desde hace varias décadas los países europeos han implementado medidas sanitarias para vigilar, controlar y erradicar la enfermedad, pero actualmente los esfuerzos están orientados al análisis de posibles brotes en los rebaños (Hénaux & Calavas, 2017)

La estrategia de erradicación de la enfermedad en América latina es voluntaria, orientando las acciones vacunación de terneras, muestreos serológicos y eliminación de animales positivos. Esto ha llevado a que las acciones no tengan los mejores resultados, debido a que no se compensa económicamente al guandero que lleva su animal a matadero (Cárdenas, Melo &Casal, 2018).

Para la región de la amazonia colombiana la prevalencia de la enfermedad oscila en el rango de 17.9 a 32.7%, mostrado aumentos significativos en el número de cabezas de animales analizadas serológicamente en el periodo de los años 2006 hasta 2014, así mismo se evidencia un aumento de predios reportados por el servicio sanitario (Cárdenas, Cañas-Álvarez, Boixadera &Casal, 2018).

Los reportes de casos específicos en el país dan cuenta de seropositividad del 12,45% con la prueba de rosa de bengala y del 3% con Elisa competitiva, en búfalos de agua en el departamento de Córdoba (Tique, Daza, Alvarez & Mattar, 2010).

En la ciudad de Popayán se evidenció la presencia de anticuerpos anti- *Brucella sp.* del 15% en muestras de leche cruda comercializada en el casco urbano en la modalidad de jarreo (Collazos, Torres, Gonzales, Sambony & Muñoz, 2008).

Por otro lado un estudio de corte transversal en los municipios de Pijiño del Carmen y María La Baja en los departamentos de Magdalena y Bolívar respectivamente encontró la prevalencia de *B. abortus.* Los sueros sanguíneos analizados bajo la técnica de rosa de bengala y los positivos se confirmaron con ELISA competitiva, encontrando en Pijiño del Carmen 6% y en María la Baja del 0.68%, consideradas bajas en relación con otras investigaciones realizadas en el caribe colombiano, donde las prevalencias oscilan en el 8% (Calderón-Rangel, Angulo-Maza, Tique-Salleg, Rodríguez-Rodríguez & Ensuncho-Hoyos, 2015; Tique, Daza, Álvarez & Mattar, 2010).

En el norte del Caquetá, municipio de San Vicente del Caguán se efectuó estudio de prevalencia encontrando 0% machos y 5.81% en hembras, sin embargo, se encuentra que en el 40 % de los predios se encontraron infectados, lo cual es preocupante por la dispersión de la enfermedad en las explotaciones (Motta-Delgado, Herrera-Valencia, Londoño, Rojas-Vargas, & Rivera-Calderón, 2018).

Con respecto a la revisión sistemática realizada por Ávila-Granados et al., (2019) manifiestan que la prevalencia de la enfermedad en el territorio nacional se mantuvo entre el 2,8% al 6,1%. Desde el 2013 los muestreos serológicos son relativamente bajos, teniendo en cuenta la población de animales expuestos en el país.

En el mismo documento da cuenta de los principales factores de riesgo que llevaron a que se presentara el brote de la enfermedad en ganado lechero en la región del norte de Antioquia, donde se cree que el movimiento de ganado sin los requisitos sanitarios correspondientes y fallas detectadas al momento de la vacunación de la población ganadera, llevó a que se presentara el fenómeno en la región. Adicionalmente, el ICA como autoridad sanitaria, redujo el punto de corte de la prueba confirmatoria (ELISA competitiva) de 50 a 30, lo que llevo a que un mayor número de animales resultaran positivos, cuando en el pasado no lo eran.

Así pues, en terminos generales se desconoce la magnitud real de la enfermedad en las especies suceptibles expuestas a factores de riesgos ya que no se han realizados estudios que midan la prevalencia real de la enfermedad por parte de la entidad sanitaria, debido a que los muestreos serológicos realizados son a solicitud del productor que vé con buenos ojos que sus predios esten libre de la enfermedad; Pero estos son solo el 0.56% del total de predios del departamento, (ICA, 2018a) en los demas se desconoce el estatus sanitario. El ganadero desconone cuales son los factores de riesgo que aumentan la probabiliad de que sus animales se puedan infectar con la bacteria y los posibles factores que inciden en su prevención a excepción de la vacunación con la cepa 19 que se realiza rutinariamente en cada ciclo cada seis meses a las terneras de tres a ocho meses de edad. La situación anteriormente expuesta lleva al autor a diseñar un instrumento que permita conocer ¿Cuáles son los factores de riesgo que aumentan la probabilidad de los predios expuestos y no expuestos a *B. abortus* a infectarse en el departamento de Putumayo, Colombia?

La investigación de esta problemática sanitaria en el departamento surge por el interés de identificar los factores de riesgo y protectores en ganaderías del departamento. Por otra

parte, de visibilizar el estatus sanitario del hato departamental en cuanto a *B. abortus* se refiere.

En el marco de la investigación epidemiológica se efectuó un estudio retrospectivo de casos y controles y entrevistas a productores de los grupos. En la conversación con los productores se les indagó acerca de los principales factores de riesgo de la enfermedad en sus animales.

Metodológicamente se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, escogiendo los predios participantes de acuerdos a los criterios de selección establecidos para para tal fin.

Se efectuó análisis retrospectivo de la *B. abortus* encontrando que para el periodo informado de estudio se diagnosticaron muestrearon 27.099 individuos, de los cuales 26.740 fueron bovinos, 12 bufalinos, 149 équidos, 18 humanos, 127 ovinos y 53 porcinos. De este número de muestras analizadas se diagnosticaron 100 bovinos positivos, en las demás especies no se reporta seropositividad.

Así mismo se hace muestreo serológico en 90 predios, distribuido en los tres grupos de estudio, encontrando seropositividad confirmada en 07 bovinos hembras distribuidas en 04 predios, de un total de 1380 muestras analizadas.

En cuanto a los factores de riesgo se establece el adquirir animales de subastas, el acceso de los perros a las placentas, la inseminación artificial con semen no certificado aumenta el número de resultados positivos a Elisa competitiva, según los datos tomados en campo en las encuestas epidemiológicas.

Objetivos

Objetivo general

Identificar los factores de riesgo asociados a la seropositividad a *Brucella abortus* en ganaderías del departamento de Putumayo, Colombia

Objetivos específicos

Analizar retrospectivamente la seropositividad de anticuerpos anti-*Brucella* en predios y bovinos de Putumayo, Colombia, desde 2011 hasta 2019.

Establecer la seropositividad de predios expuestos y no expuestos a *Brucella abortus* en Putumayo, Colombia, a través de la prueba de rosa de bengala.

Analizar las encuestas epidemiológicas para aportar a los factores de riesgo en las ganaderías del departamento de Putumayo

Marco teórico

Generalidades de brucelosis

La brucelosis es una de las enfermedades bacterianas de mayor difusión en el mundo, que provoca pérdidas importantes en la economía de los países endémicos por abortos en el ganado bovina y también es una enfermedad que puede afectar a los humanos que están en contacto con el agente etiológico (Pappas, 2010; Saleem, Boyle & Sriranganathan, 2010).

Hipócrates, también llamado como el padre de la medicina y considerado como el primer epidemiólogo, observo algunos síntomas asociados a brucelosis en personas que vivían en las costas del mar mediterráneo. Sin embargo, varios siglos después, el medico David Bruce se interesó por fiebres ondulantes en soldados en las islas de Malta y se decidió a estudiar estos fenómenos de los cuales no se tenía ningún registro. (Jaramillo & Martínez, 2010;Hughes, 1886, citado en Guzmán, 2017).

Sorprendido por estos sucesos David Bruce y su esposa estudiaron un microrganismo al que luego llamarían *Micrococcus mellitensis*, del cual afirmaron está el causante de la brucelosis. Paralelamente Bernhard Bang, de los restos del aparato reproductor de una vaca que había abortado en repetidas ocasiones logró aislar una bacteria que denominaría *Bacillus abortus* (Hughes, 1886, citado en Guzmán, 2017).

Agente etiológico

La brucelosis bovina es causada por una bacteria perteneciente a la familia Brucellaceae llamada Brucella abortus y se clasifica generalmente por las características fenotípicas y su hospedero tradicional. La tabla 1 muestra la clasificación y hospedadores de la especie *Brucella sp.* (López, Andraca & Weber, 2008; Rodríguez & Santos, 2014).

Tabla 1. *Clasificación y hospedadores de las especies del género Brucella (López et al., 2008; Rodríguez & Santos, 2014; OIE, 2016).*

Especie	Hospedador preferente	Morfología colonial
B. abortus	Ganado bovino y otros de la familia Bovidae	Lisa
B. mellitensis	Cabras, Ovejas	Lisa
B. suis	Bv. 1: suidos Bv. 2: suidos, liebres Bv. 3: suidos Bv. 4: renos Bv. 5: roedores	Lisa
B. cannis	Perro	Rugosa
B. ovis	Oveja	Rugosa
B. neotomae	Ratas	Lisa
B. ceti	Cetáceos	Lisa
B. pennipedialis	Pinnípedos	Lisa
B. inopinata	Aislado en humanos	Lisa

Las bacterias que provocan la brucelosis son cocobacilos intracelulares facultativos Gram negativo de aproximadamente 0,4 micras, desprovistas de flagelos, capsula y esporas. (López *et al*, 2008; Olsen & Tatum, 2010; Rodríguez & Santos, 2014). De acuerdo a las características de las colonias obtenidas en medio solido se clasifican en lisas y rugosas, esto se debe a la estructura del lipopolisacarido LPS-S que recubre la bacteria y de esto depende su virulencia (Castro, Gonzáles & Pratt, 2005; Glynn & Lynn, 2008).

Descripción de la enfermedad en humanos

La infección por *Brucella sp*. al ser humano es fácilmente trasmisible, presentado un proceso febril de manera ondulante luego de sufrir la enfermedad y al llegar a la etapa crónica

puede producir afecciones en los sistemas musculo esquelético, nervioso central y cardiovascular (Moreno, 2014). Los mecanismos de la transmisión de la enfermedad se resumen en la tabla 2.

Tabla 2. *Mecanismos de trasmisión de la enfermedad en humanos* (Castro *et al*.,2005*).*

Vía de infección	Puerta de entrada	Fuente de infección	Población de riesgo
Oral	Mucosa digestiva	Leche y derivados sin pasteurizar	Población en general
Contacto directo	Piel, Conjuntivas, mucosa nasal	Órganos de animales contaminados: Placentas, heces, secreciones vaginales	Trabajadores en contacto con animales infectados
Respiratoria	Mucosa nasal	Aerosoles en laboratorios o establos con muestras contaminadas	Personal de laboratorio y personal de limpieza de corrales
Parenteral	Inoculación accidental del biológico, transfusiones	Vacunas vivas, material biológico contaminado	personal de laboratorio, veterinarios, vacunadores

Se presenta aumento de tamaño de los ganglios periféricos, esplenomegalia, hepatomegalia y en algunas ocasiones ictericia (Acha & Szyfres, 2003). Moreno (2014) reporta los 34 síntomas más comunes identificados en 1500 pacientes con brucelosis, donde los de mayor presentación son la fiebre, malestar, debilidad, dolor de cabeza, anorexia entre otros.

El periodo de desarrollo de la enfermedad es de 7 a 21 días y las vías de trasmisión son básicamente la oral, conjuntival y respiratoria, pero el consumo de productos lácteos crudos es el principal riesgo para la salud pública, donde la enfermedad es endémica y no se hacen los controles sanitarios correspondientes (OIE, 2016).

Descripción de la enfermedad en ganado bovino

Los bovinos en su gran mayoría se contagian por *Brucella abortus*. En esta especie las hembras no gestantes y de corta edad la enfermedad pasa desapercibida, en las adultas presentan placentítis y suelen abortan en el tercer tercio de gestación, pero cuando el aborto no es el limitante, los líquidos fetales, placenta y exudados contaminados con la bacteria pueden contaminar a otros animales o personas. Al momento del parto y en la lactancia, la bacteria se puede excretar por la leche, infectando de esta manera su cría (Borba *et al.*, 2013; OIE, 2016).

En la hembra afecta la glándula mamaria colonizándola y provocando mastitis, que pasan desapercibidas porque no se observan signos clínicos al inicio de la infección (Olsen & Tatum, 2010) así mismo aumenta el intervalo entre partos, disminuyendo su vida productiva, el número de terneros y la producción láctea en 25 % (Acha & Syfres, 2003; Borba *et al*., 2013).

El bovino es afectado principalmente por *B. abortus,* siendo el biovar 1 el de mayor presentación. En el nuevo mundo se han identificado los biovares 1, 2, 3,4 y 6. En África y la China el biovar 3, en Alemania y Gran Bretaña se presentó el biovar 5, que era muy similar a *B. mellitensis*. A pesar de que la principal forma de infección en los bovinos es por *B. abortus*, estos también pueden ser infectados por *B. suis* y *B. mellitensis* cuando esta especie comparten espacios con cerdos, cabras u ovinos (Acha & Szyfres, 2003). En el ganado bovino no se ha podido determinar el periodo de incubación, por experimentación se ha demostrado que el muy variable, y depende del desarrollo del feto. Siendo más corto cuando la preñez está en su mayor estado de desarrollo y viceversa. Si la infección se da por vía oral puede llegar a ser hasta de 200 días y dos meses si se ha dado al cuando la hembra ya está preñada (Acha & Szyfres, 2003). La aparición de anticuerpos en muestreos serológicos está mediada por varios

factores entre los que se encuentra el factor de virulencia, la dosis de la bacteria, la vía de ingreso y la susceptibilidad del animal prolongando el tiempo desde dos semanas hasta seis meses (Acha & Szyfres, 2003).

Las principales afecciones en los machos bovinos son la orquitis/epididimitis e infertilidad. Los higromas, pueden ser el único indicador de la enfermedad, el cual afecta las articulaciones, contaminando el líquido articular (OIE, 2016).

Tratamiento en animales

No existe tratamiento para *B. abortus* efectivo, al ser una bacteria intracelular facultativa, la bacteria se refugia en el hospedero, logrando así disminuir la acción terapéutica, por lo tanto, se considera como una enfermedad incurable en animales y los esfuerzos se dirigen hacia y erradicación de la enfermedad. Cuando un animal es positivo a la prueba ELISA competitiva (a excepción de los caninos), este debe ser sacrificado en una planta de beneficio autorizada por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA en un lapso no mayor a 30 días luego de emitido el resultado (ICA, 2017).

Supervivencia de *Brucella abortus*

La bacteria *B. abortus* es resistente a los factores medio ambientales, pudiendo sobrevivir por meses si las condiciones son óptimas y temperaturas bajo cero puede permanecer sin mayor modificación casi de manera indefinida (Castro *et al*., 2005). La bacteria no resiste ambientes en alta temperaturas y baja humedad. En la tabla 3 se detalla el material y el tiempo de supervivencia de la bacteria.

Tabla 3. *Supervivencia de Brucella en el medio ambiente* (Castro *et al*., 2005).

Material	*Tiempo de supervivencia*
Suelo y estiércol	80 días
Polvo	14- 40 días
Leche a temperatura ambiente	2- 4 días
Fluidos y secreciones en verano	10 a 30 minutos
Lanas de depósitos	110 días
Agua a 37 °C y pH 7,5	menos de 1 día
Agua a 8 °C y pH 6,5	más de 57 días
Fetos mantenidos a la sombra	6-8 meses
Descarga vaginal mantenida en hielo	7 meses
Manteca a 8 °C	1-2 meses
Cuero manchado con excremento de vaca	29 días
Paja	29 días
Grasa de ordeño	9 días
Heces bovinas naturales	1-100 días
Tierra húmeda a temperatura ambiente	66 días
Tierra desecada a temperatura ambiente	4 días

Factores de riesgo

Hospedador

La susceptibilidad a la enfermedad depende de factores relacionados con la inmunidad de cada individuo, la vía de ingreso de la bacteria, el desafío infeccioso, la cepa, resistencia individual, edad y condiciones propias de cada ser vivo (Neta *et al.*, 2010).

Aunque en los bovinos la raza no tiene predisposición a sufrir la enfermedad, si lo tiene la genética y el estado fisiológico del paciente, sin embargo, las razas de tipo lechero presentan mayor cantidad de casos cero-positivos, esto por el contacto directo entre animales en el establo durante las labores de ordeño y manejo (Díaz-Aparicio, 2013).

Más del 80% de los animales infectados, *B. abortus* se logra identificar la bacteria en los ganglios supramamarios y en la glándula mamaria; lo cual se deduce que por esta vía es

pon donde se infecta a la cría. Así mismo la placenta en abortos como en partos normales poseen altas cargas de bacterias (Díaz-Aparicio, 2013). Los animales sexualmente maduros son más susceptibles a la enfermedad que los que no alcanzan esta fase productiva, y lo es aún más en estado de gestación (Dubie, Adugna, Sisay & Mukitar 2014).

En muchas situaciones el contacto de animales silvestres suceptibles a la enfermedad con el ganado bovino donde eventualmente pueden compartir pastoreo o abrevaderos se puede constituir como un factor de riesgo para el contagio de *B. abortus*, situación que pudo ser evidenciada en los Estados Unidos donde su rebaño es libre, el contacto estrecho de animales domesticos y silvestres facilita la transmisión, estos ultimos con la enfermedad presente en el parque de Yellowstone (Dobson & Meagher, 1996; Schumaker, 2013).

Manejo y el medio ambiente

La asistencia de animales a diversos eventos feriales donde se concentran animales sin los diagnósticos efectivos, se presenta como un factor de riesgo importante de contagio y diseminación de *B. abortus* (Cardenas, Cañas-Alvarez, Vasquez, Boixadera &Casal,2018). El manejo intensivo de ganaderías de leche donde los animales están en continuo contacto hace que la enfermedad llegue a animales inicialmente sanos (McDermott, Grace & Zinsstag, 2013). En relación a las prácticas de manejo el uso de semen o reproductores de hatos sin los chequeos serológicos respectivos hacen de este un factor relevante en la trasmisión de la enfermedad, así como la adquisicion de reemplazos de predios sin estatus sanitario certificado es un factor de relevancia para el ingreso de la enfermedad a los predios (Givens, 2018; Cardenas, Peña, Melo & Casal, 2019).

. Un manejo inadecuado de restos placentarios, fetos, secreciones que pueden infectar las instalaciones, pastos, alimento, agua sin duda es un medio eficaz para la trasmisión de la enfermedad. Las condiciones medio ambientales como la humedad favorecen la

multiplicación de la bacteria, en el medio ambiente se ha logrado conocer la supervivencia de *Brucella sp.* de 60 hasta 140 días en suelo húmedo; así como las sequías lo que con lleva a difícil acceso a alimento como forrajes y agua, deterioran el estado fisiológico del animal inmunodeprimen los animales haciéndolos propensos a la enfermedad manejo (Díaz-Aparicio, 2013).

Agente

En humanos el consumo de leche cruda y derivados lacteos sin higienizar es la principal forma de infección de brucelosis en los países en vía de desarrollo (Pappas, Papadimitriou, Akritidis, Christou, & Tsianos, 2006; Dadar, Shahali, & Whatmore 2018; Lemos, Cequinel, Costa, Navarro, Sprada, Shibata, Tuon, 2018). Estudio realizado en Kenia mostró que la ebullicion reducia la exposición a la brucelosis, sin embargo muchos pobladores rurales desconocen el riesgo de infección por consumo de leche cruda (Arimi, Koroti, Kang'ethe, Omore & McDermott, 2005). Asi mimo se pudo comprobar que las bacteria induce la mortalidad prematura de polimorfonucleares a traves de la accion de lipopolisacárido (Barquero-Calvo, Mora-Cartín, Arce-Gorvel, Juana, Chacón-Díaz, Chaves-Olarte & Moreno, 2015).

En estados unidos se pudo comprobar tres casos de brucelosis en humanos por el consumo de leche y derivados sin pasteurizar de vacas vacunadas con la vacuna RB51 , entre los sintomas presentados por las persoans está la fiebre, dolor de cabeza y sintoams respiratorios (Negrón, Kharod, Bower & Walke, 2019)

Medidas de prevención, control en humanos

La brucelosis al ser una zoonosis, el control en los humanos depende de las acciones de prevención desarrolladas en los animales, por esto las medidas de prevención de la

enfermedad en los bovinos y bubalinos están diseñadas y ejecutadas por la autoridad sanitaria de la producción primaria, donde la vacunación con las cepas RB51 y la cepa 19 son dos herramientas para prevenir la enfermedad en estos ungulados. En el pais no se vacunan los ovinos, caprinos y porcinos contra la enfermedad, pese a la suceptibilidad (Ahmad, 2005; ICA, 2017).

En los humanos se han venido desarrollando vacunas para la prevencion de la enfermedad desde 1906. La inmunizacion del hombre se ha dejado de aplicar debido a la baja eficacia del biológico y por los efectos colaterales que se pueden presentar, debido a que si el paciente vacunado tuvo una primo infección con *B. abortus* se pueden observar reacciones adversas como fiebre, eritema y dolor focal (Castro, Gonzales & Pratt, 2005; Gestal, Cortina & Delgado,1998).

El manejo de los animales positivos a *B. abortus* se orienta a evitar que la enfermedad se pueda diseminar en la región, tomando las medidas sanitarias correspondientes como lo es la cuarentena del predio, eliminación de animales positivos, chequeos serológicos en las especies susceptibles en sangre o en leche si aplica, vacunación estratégica a las hembras en edad reproductiva vacías entre otras actividades (ICA, 2017).

Las vacas positivas a la enfermedad que están produciendo leche, se deben ordeñar de última y esta leche se debe de desechar en el pozo séptico mientras este animal es sacrificado, evitando el consumo de la misma por otras especies por el riesgo sanitario que esto representa. Tomando medidas de bioseguridad con restos y líquidos placentarios, evitando que sean consumidos por otros animales en el predio. En lo posible enterrándolos y desinfectando las áreas contaminadas (Acha & Szyfres, 2003) como el establo, efectuando la

desinfección, evitando usar aguas residuales de éstos tratamientos para riego de verduras u hortalizas (Acha & Szyfres, 2003).

Marco normativo

Como se ha manifestado la brucelosis una zoonosis de importancia para la salud pública para el país, por esto se ha diseñado normatividad local e internacionales que busca el control de brotes y la erradicación de la enfermedad.

Colombia de acuerdo a su ordenamiento jurídico adopta el Código Sanitario para los animales terrestres de la Organización Mundial de Salud Animal OIE y por medio de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, quien a su vez delega las funciones de autoridad sanitaria al Instituto Colombiano Agropecuario ICA, que emite la resolución 7231 del 13 de Junio de 2017 por medio de la cual se establecen las medidas sanitarias para la prevención, control y erradicación de la Brucelosis en las especies bovina, bufalina, ovina, caprina, equina y porcina en el territorio nacional (ICA, 2017).

Estado actual del programa de prevención, control y erradicación de la brucelosis bovina de Colombia.

El boletín epidemiológico del año 2014 emitido de la entidad sanitaria oficial da cuenta de lo siguiente:

Para el diagnóstico de *B. abortus* se examinaron 404.443 animales de las especies bovina, bufalina, caprina, ovina, equina y porcina. Así mismo se examinaron sueros saguíneos de 656 humanos. En comparación a la información publicada en el boletín epidemiológico de 2014 se obtuvo un aumento del 19%. Las pruebas utilizadas para el diagnóstico fueron Rosa de Bengala, Fijacion de complemento, Fluorescencia polarizada y Elisa competitiva.

Se mantuvo como libre de la enfermedad la provincia de Garcia Rovira, algunos municipios del departamento de Boyacá, San andrés y Providencia y se certificaron 6.193

predios como libre de brucelosis. En la especie bovina se muestrearon en el 392.816 en 30 departamentos en los que se encontró positividad del 13.375 (3,4%) (ICA, 2015).

El territorio nacional es endémico a *B. abortus*, a excepción de tres zonas auto declaradas libres de la enfermedad, a saber: La provincia de García Rovira en el departamento de Santander (Amarillo en el mapa), los municipios de Soatá, Boavita, Tipacoque, Covarachia, San Mateo, la Uvita, Chiscas, El Cocuy, Espino, Guacamayas, Guican, Panqueba, y las veredas Mortiñal, Tobal, Cortadera, Parroquita, Quindeba, La Playa y Quichua del municipio de Chita en el Departamento de Boyacá (azul en el mapa) y el departamento de San Andrés y Providencia (ICA, 2018b). La figura 1 muestra las zonas auto declaradas como libres de *B. abortus* en Colombia.

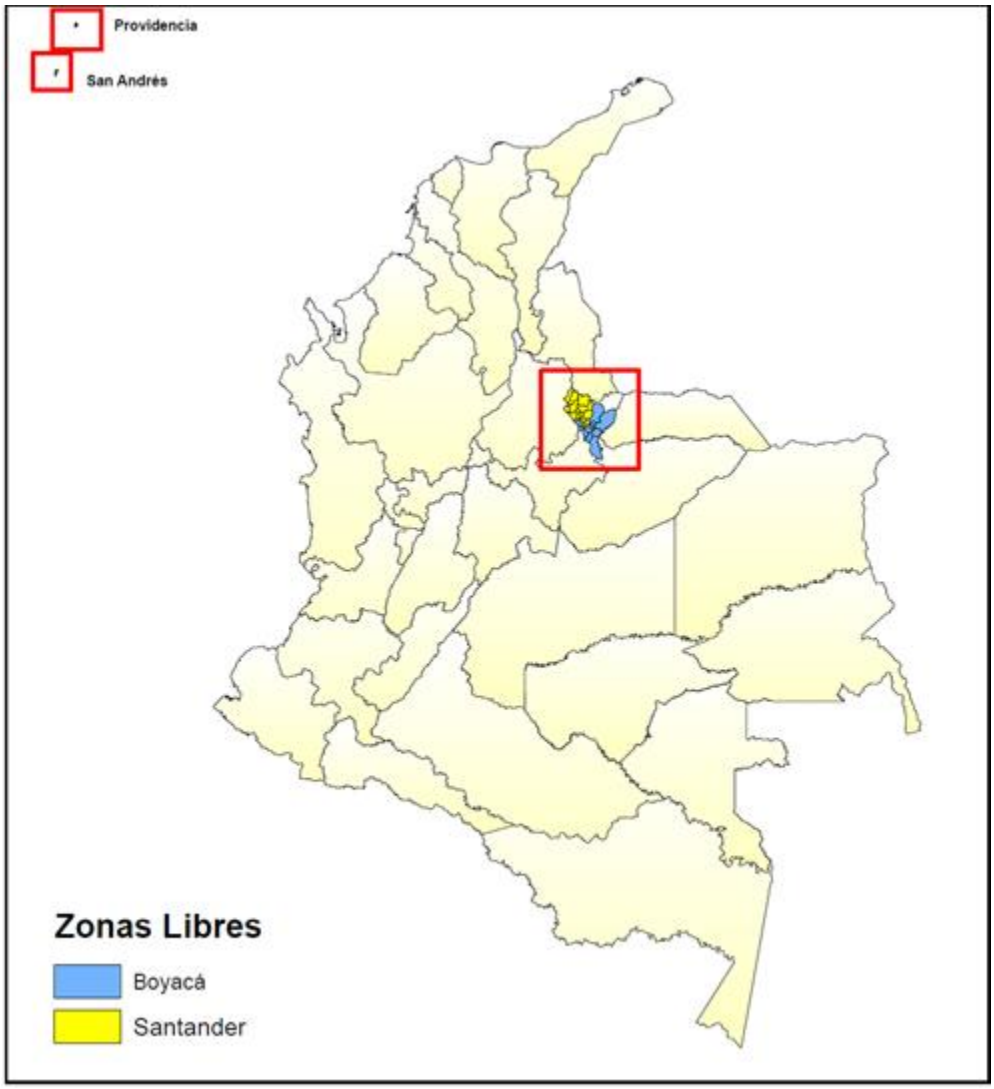


Figura 1. Zonas auto declaradas libres de brucelosis bovina en Colombia, 2018 (ICA, 2018b)

Como estrategia para la erradicacion de la enfermedad en el país, se implementa la certificacion de predios libres, avanzando en el cumplimiento las medidas sanitarias para lograr el ingreso de carne, leche, semen y demas derivados a los mercados internacionales, dicha estrategia permite reducir la incidencia de nuevos predios infectados y la eliminación de animales positvos por medio del saneamiento (ICA, 2018b). En la Tabla 4 se muestran el numero de predios certificados libres de brucelosis bovina en el país.

Un predio es considerado como libre de la enfermedad cuando ha cuando la totalidad de las especies suceptibles han sido evaluadas, comprobada la seronegatividdad y los factores de riesgo han sido mitigados.

Tabla 4. *Predios libre de brucelosis bovina (ICA,2018b).*

Departamento	Predios vigentes	Departamento	Predios vigentes
Amazonas	0	Huila	35
Antioquia	2676	La Guajira	5
Arauca	19	Magdalena	7
Atlántico	15	Meta	87
Bolívar	13	Nariño	9486
Boyacá	298	Norte de Santander	42
Caldas	135	Putumayo	43
Caquetá	214	Quindío	72
Casanare	33	Risaralda	82
Cauca	143	San Andrés y Providencia	0
Cesar	31	Santander	100
Chocó	0	Sucre	23
Córdoba	70	Tolima	110
Cundinamarca	1491	Valle del Cauca	59
Guainía	1	Vaupés	5
Guaviare	1	Vichada	0
Total			15296

Diagnóstico de la enfermedad en animales

De acuerdo al manual terrestre de la OIE la brucelosis puede ser diagnosticada por diversas técnicas de laboratorio como la rosa de bengala, fluorescencia polarizada, fijación de complemento y ELISA indirecta o competitiva entre otras. Son pruebas diseñadas para rebaños como para animales específicos, sin embargo, ninguna prueba serológica da un resultado totalmente seguro por sí sola en las especies susceptibles, ni en todas las situaciones epidemiológicas, por tanto, las pruebas tamiz deben comprobarse con una confirmatoria. Para

la identificación del agente se deben combinar técnicas serológicas, bacteriológicas y moleculares (OIE, 2016). En la tabla 5 se pueden evidenciar las principales técnicas diagnósticas de la enfermedad en Colombia, así como su sensibilidad y especificidad.

Tabla 5. *Pruebas para el diagnóstico de Brucella abortus en las especies de animales domésticos* (*Gall & Nielsen, 2004).*

Prueba	Media de sensibilidad	Media de especificidad
Test de anillo en leche	89,5	74,5
Rosa de bengala	81,2	86,3
Fijación de complemento	89	83,5
PCR	82	98,6
FPA	100	95,9
ELISA Indirecta	96	93,8
ELISA Competitiva	97,7	90,5

Rosa de Bengala

Esta es una prueba prescrita para el comercio internacional, utilizada por muchos países para el diagnóstico de la enfermedad de sus hatos. Se utiliza como prueba tamiz para en los laboratorios oficiales del mundo para detectar anticuerpos IgM, IgG contra *Brucella* en bovinos, ovinos y caprinos, se le considera de fácil y rápida ejecución, pero su diagnostica es cualitativo puede generar falsos positivos (Acha & Syfres, 2003).

Revisión realizada por Gall & Nielsen, (2004) tomó información relacionada en diversas revistas científicas y encontró que la prueba rosa de bengala tenía un valor de PI: 167.6 de 200 posibles. En la investigación se tuvo en cuenta valores como sensibilidad y la especificidad, estos valores fueron sumados para obtener el índice de rendimiento (PI) encontrado. Lo cual demuestra que esta prueba no es la mejor opción al momento de iniciar la

erradicación de la enfermedad en el hato, sin embargo, muchos ganaderos y profesionales al utilizan como prueba tamiz por el precio moderado del análisis, pese a las desventajas expuestas.

Fluorescencia polarizada (FPA)

La fluorescencia polarizada (FPA) es una prueba útil para la detección rápida y precisa de anticuerpos o antígenos. El principio del ensayo es que un tinte fluorescente (unido a un antígeno o un fragmento de anticuerpo) puede ser aumentado por un plano de luz polarizada a la longitud de onda. Debido a que es una interacción primaria de antígeno-anticuerpo, la velocidad de reacción es muy rápida y generalmente se puede obtener un resultado en minutos. Esta tecnología se aplica para la detección de anticuerpos contra *Brucella abortus* en suero sanguíneo en bovinos (Nielsen, Lin, Gall, & Jolley, 2000).

ELISA competitiva

Según Gall & Nielsen (2004) es una prueba con índices de rendimiento similar (PI) al reportado en la prueba de FPA, esta prueba es capaz de identificar y cuantificar anticuerpos igG1, aunque estos sean escasos. La técnica es utilizada para diferenciar anticuerpos vacunales de los producidos por la bacteria y es la prueba utilizada para confirmar el diagnóstico, a excepción de los caninos y los equinos que se confirman con la prueba de fijación de complemento como se indica en la tabla 6 (Pool *et al*., 2004).

Tabla 6. *Pruebas diagnósticas para el diagnóstico de Brucella abortus en Colombia según la especie se utilizan los siguientes métodos analíticos.*

Especie	Rosa de Bengala	ELISA Indirecta	Fluorescencia polarizada	Fijación de complemento	ELISA competitiva
Bovina	X	X	X	X	X
Bufalina	X		X	X	X
Porcina	X				X
Ovina y Caprina	X				X
Equina	X			X	
Canina				X	

Fuente: (ICA, 2017)

Vacunación obligatoria

Es el procedimiento en el cual el productor deberá realizar inmunización contra brucelosis durante los ciclos y fechas establecidas por el instituto colombiano agropecuario-ICA utilizando las vacunas oficiales cepa 19 y RB51 (ICA, 2017).

Cepa 19

En Colombia, la cepa 19 es la vacuna para inmunizar a terneras y bucerras de 3 a 8 meses de edad al igual que la RB51. Siendo esta última de mayor costo económico para el productor y la cepa 19 es totalmente subsidiada por el estado. Es una vacuna que contiene microorganismos atenuados de morfología lisa, incapaces de crecer en presencia de eritritol, baja virulencia, relativamente alta inmunogenicidad (Nicoletti, 1980).

La vacunación con esta cepa atenuada induce la activación del sistema inmunológico del animal quien produce anticuerpos vacúnales relativamente altos que persisten durante casi toda vida productiva del animal (Schurig, Sriranganathan & Corbel, 2002)

La presencia de lipopolisacárido con una cadena O explica a presencia de anticuerpos en suero después de la aplicación del biológico en animales, siendo este el principal problema para la erradicación de la enfermedad por la reacción cruzada de la cepa lisa.

Vacuna RB 51

La cepa RB51 es menos virulenta para el rebaño que la cepa 19, pero Induce el aborto al 2% de las vacas preñadas, por esto está contraindicada en vacas en estado de gravidez, también induce a la enfermedad en la inoculación accidental de seres humanos, siendo estos casos difíciles de diagnosticar por los métodos rutinarios por la característica de la cepa de no producir anticuerpos y como se indicó anteriormente se han conocido casos donde la vacunación de hembras puede provocar la enfermedad en los humanos si se consume la leche y sus derivados son pasteurizar (Tizard, 2002; Negrón, Kharod, Bower, Walke, 2019). Además, es una cepa atenuada que puede provocar la enfermedad en humanos, y una de sus desventajas es que es resistente a la rifampicina, antibiótico utilizado para tratar la enfermedad en esta especie (Ashford, 2004; Truong, Cho, Park, Park & Hahn, 2016)

Por su parte Miranda et al. (2016) realizó estudio a las vacas primovacunadas con la cepa 19 y revacunadas con la RB51, solo una resultó levemente positiva a la prueba de PCR, y se concluye que el riesgo para la salud publica asociado al cosumo de leche de vacas con las dos vacunas en el postparto es muy bajo.

Radostits, Gay, Blood, & Hinchcllif (2002) afirman que la cepa RB51 tiene tropismo por los trofoblastos placentarios a la inflamación de la placenta, produciendo nacimiento de

becerros prematuros. En la tabla 7 se observan las principales diferencias de las cepas vacunales de la enfermedad.

Tabla 7. *Características de las cepas bacterianas más comúnmente utilizadas en vacunación. (Castro, Gonzáles & Pratt, 2005).*

Cepa 19	RB51
Cepa lisa posee la cadena O en el LPS	Cepa rugosa No posee la cadena O del LPS
Genera anticuerpos que provocan reacciones que impiden la diferenciación entre un animal vacunado y uno que no.	Los anticuerpos generados no interfieren en el diagnostico

Esta vacuna es recomendada por el servicio sanitario de Colombia y utilizada en algunos casos en terneras y bucerras de 3 a 8 meses de edad, en hembras bovinas y bufalinas de 13 a 18 meses de edad primo-vacunadas con esta misma cepa, revacunación en hembras bovinas y bufalinas no preñadas con cinco años edad y en adelante cada cinco años y en el caso del ingreso de hembras de cualquier edad de zonas provenientes de libres de brucelosis bovinas y en delante de acuerdo al protocolo anterior (ICA, 2017).

Seropositividad de brucelosis en Colombia

Un predio es considerado infectado cuando al menos uno de sus animales de las especies susceptibles es seropositivo a pruebas serológicas al diagnóstico en serie propuesto por la autoridad sanitaria del país (ICA, 2017). Luego de este momento el predio entra en saneamiento, buscando prevenir la trasmisión y difusión de la enfermedad, eliminando fuentes de infección.

En el país no se conoce la prevalencia real de la enfermedad debido a que los muestreos serológicos se han efectuado atendiendo la necesidad de ganaderos que venden leche y que al ser libres de la enfermedad tiene una bonificación al momento del pago del

producto, así como de ganaderías que crían ganados puros. Al momento no existe la política pública de hacer el muestreo en el país con el fin de identificar zonas o áreas con mayor o menor incidencia. Se han hecho esfuerzos para atender ganaderos afectados por la ola invernal de los años 2011 y 2012, donde se tomaron 890.294 muestras en 16.603 predios y se obtuvo la positividad del 1,6% logrando el sacrificio de 13.249 animales (ICA,2012). Es de aclarar que este proceso de muestreo se llevó a cabo en 345 municipios de 22 departamentos, en los cuales no se incluyó el departamento de Putumayo.

Para el año 2018 la red de laboratorios de diagnóstico veterinario del ICA reportó el ingreso de 799.233 muestras para el diagnóstico de rosa de bengala, de las cuales 19.024 fueron positivas (2%); ELISA indirecta 2.858 muestras y 224 positivas (11%); Fluorescencia polarizada 111.889 muestras, 3085 positivas (3%) y 3.515 muestras analizadas con la técnica ELISA competitiva siendo 1884 positivas (54%).

Metodología

La investigación que se desarrolló fue un estudio de casos y controles. Que utilizó como uno de sus insumos la base los datos proporcionados de la red de laboratorios de diagnóstico veterinario del ICA desde el año 2011 hasta 2018, donde se informa sobre los municipios donde se han diagnosticados bovinos seropositivos a la enfermedad confirmada con ELISA competitiva.

Para esta investigación se definió como casos los predios con historial de bovinos seropositivos a *B. abortus,* controles las producciones que tienen certificado de hato libre brucelosis y un tercer grupo que consiste en predios que nunca han efectuado muestreo serológico en sus predios. La investigación se desarrolló diseñando el instrumento de recolección de datos, tipo encuesta para someterlo a validación y verificación de su viabilidad (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

Una vez validado el instrumento este es aplicado a los propietarios de los predios de los tres grupos en los municipios seleccionados en el periodo de estudio. La información se capturó digitalmente en el software EpiInfo cuando las condiciones climáticas lo permitían, en el caso contrario se consignaba la información en medio físico, ver en el anexo, que luego se ingresaba a este programa.

Finalmente, se realizó un muestreo serológico en los bovinos de los predios anteriormente mencionados, con el fin de conocer la frecuencia de anticuerpos anti-*Brucella* en los animales de este estudio y los resultados se van a comparar con los datos retrospectivos de estos predios.

Pruebas diagnósticas

Las pruebas diagnósticas utilizadas son aquellas que avala el ICA en el territorio nacional, de conformidad con lo anterior en los predios con animales positivos se utiliza Fluorescencia Polarizada FPA, y los demás con rosa de bengala. Todos los animales sospechosos o positivos con FPA se confirmaron con ELISA competitiva y los positivos a rosa de bengala se hizo lo propio con PFA.

Localización

Área de estudio

El departamento del Putumayo está localizado al sur occidente del país, está dividido en tres zonas así: alto Putumayo compuesto por los municipios de Santiago, San Francisco, Colón y Sibundoy, paisaje de cordillera de los andes con altitud promedio de 2055 msnm. El medio Putumayo está conformado por Mocoa, Villa Garzón, Puerto Guzmán y Puerto Caicedo con altitud promedio de 350 msnm y con geografía de pie de monte e inicio de la llanura amazónica y el bajo Putumayo compuesto por el municipio de Puerto Asís, Orito, Valle del Guamuez, Puerto Leguizamo y San Miguel. Zona con altitud promedio de 300 msnm y geografía de llanura amazónica (Corpoamazonia, 2011).

Según datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la población de humanos es de 357.100 habitantes, distribuidos en 13 municipios del departaento (DANE, 2018).

De acuerdo a los criteros de inclusion para este estudio, se van a seleccionar los municipios de Valle del Guamuez, Orito, Puerto Asís, Puerto Caicedo, San Francisco, Colón y Sibundoy (Figura 2). Los municipios restantes no se tienen en cuenta, debido a que no han tenido reportes de bovinos con positividad a *B. abortus* en el periodo de estudio propuesto.

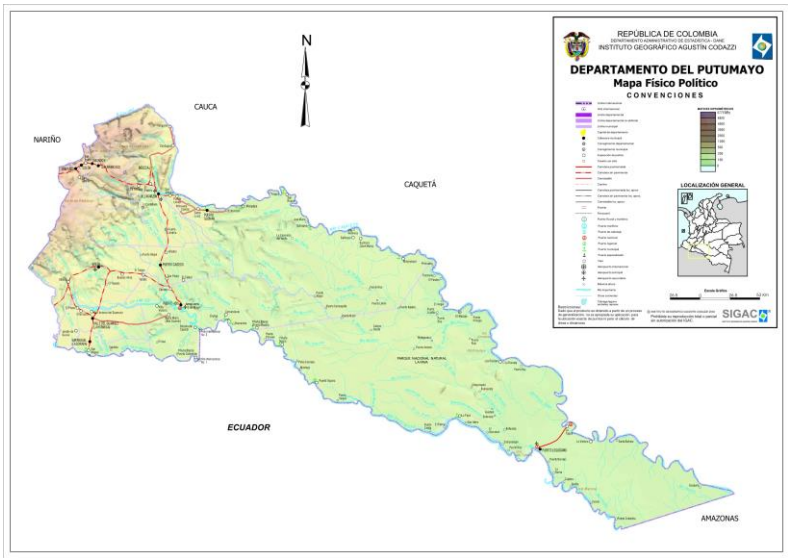


Figura 2. Mapa Físico Político del Departamento de Putumayo.

(IGAC, 2018)

Población y muestra

Se tomaron 30 predios con antecedentes de bovinos diagnosticados como positivos a *B. abortus* con la prueba de ELISA competitiva (Tabla 8), por parte del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, desde el mes de enero de 2011 hasta diciembre de 2018 en el departamento de Putumayo. Esta información fue tomada de las bases de datos de los reportes de la red de laboratorios del ICA de procesos de certificación de hatos libres y muestreos previos a movilización de bovinos.

Para analizar los datos anteriores se tomaron 30 (Tabla 9.) predios con características productivas y de manejo similares en los mismos municipios, pero sin animales seropositivos a *B. abortus*, así como otros 30 que no han realizado nunca algún chequeo serológico para el diagnóstico de la enfermedad.

Tabla 8. *Seropositividad a Brucella abortus en bovinos y en el departamento del Putumayo desde enero de 2011 hasta abril de 2019*

Municipio	Animales positivos en el predio	Animales a muestrear	Predios Infectados
Valle del Guamuez	15	33	11
Orito	1	3	1
Puerto Asís	25	39	13
San Francisco	1	3	1
Colon	13	9	3
Sibundoy	1	3	1
Total	56	90	30

Tabla 9. *Animales a muestrear en predios que no han tenido hay historial de seropositividad.*

Municipio	Animales a muestrear
Valle del Guamuez	33
Orito	3
Puerto Asís	39
San Francisco	3
Colon	9

Sibundoy	3
Total	90

Muestra

Por observación directa en campo se estima que en cada predio hay mínimo 3 bovinos en edad para muestreos serológico para el diagnóstico a *Brucella abortus* (Hembras bovinas y bufalinas mayores de 24 meses de edad y machos mayores de 8 meses) que han tenido algún tipo de contacto directo e indirecto con los animales positivos a *B. abortus*. En este orden de ideas, se van muestrear el mínimo 3 bovinos por predio logrando así obtener 90 muestras de predios con historial de animales seropositivos y 90 sin ellos y 90 en predios que nunca han efectuado ningún muestreo serológico para el diagnóstico de la enfermedad.

Criterios de inclusión

La unidad de interés es el predio y se consideraron como casos, (predios con animales seropositivos) los predios que tuvieron al menos un bovino en etapa reproductiva seropositivo a la prueba de ELISA competitiva. Los controles (predios con animales seronegativos) fueron los predios que tuvieron bovinos en etapa reproductiva seronegativos a la de rosa de bengala, tienen o han tenido el estatus sanitario de hato libre de brucelosis, certificado por él ICA y en el tercer grupo son predios que nunca han efectuado ningún chequeo serológico para el diagnóstico de la enfermedad y que quieran hacer parte de ese estudio. En los tres casos, únicamente se incluyeron ganaderías que tenían como finalidad zootécnica el pie de cría, el ciclo completo o lechería especializada.

Criterios de exclusión

Se van a excluir ganaderías que hayan cambiado de propietario y de animales, las producciones que se dedican a la ceba de novillos, así mismo como los que no quieran hacer parte de la investigación.

Muestreo

Se va a realizar un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Variables

- Tamaño del hato.
- Contacto de los animales con animales de predios colindantes.
- Presencia de otras especies susceptibles en el predio.
- Manejo reproductivo.
- Vacunación de las hembras.
- Aptitud de la ganadería.
- Asesoría técnica en el predio.
- El agua de los animales es compartida por otros predios.
- Recibe aguas residuales de otros predios.
- Compra animales de predios con estatus sanitario desconocido.
- Cuál es el destino de los restos placentarios.
- Los caninos tienen acceso a los fetos y restos placentarios al parto o aborto.
- Conoce que es la brucelosis bovina.
- Que vacunas utiliza como prevención.

Análisis de datos

La información obtenida a partir de las encuestas epidemiológicas y la entregada por el ICA se analizaron en los programas estadísticos SPSS versión 25, @Risk, Easy Fit, Best Fit, Stat Fit, Xls tat, Stat graphics versión 16, Ncss y Excel. Se realizó un análisis univariado con la prueba de Chí cuadrado y las variables con un valor p (asociación significativa) ≤ 0.05 efectuando el análisis multivariado mediante análisis de correspondencias múltiples para establecer los factores de riesgo de animales positivos a *B. abortus*, por medio de una encuesta epidemiológica.

Métodos y procedimientos

Análisis retrospectivo la frecuencia de anticuerpos anti-*Brucella* en bovinos expuestos y no expuestos a *B. abortus* de Putumayo, Colombia, desde el 2011 hasta el 2018

Se va a realizar un estudio epidemiológico retrospectivo de los resultados serológico de brucelosis en el periodo de 2011 hasta 2018 en el departamento de Putumayo, utilizando la información de la base de datos de la red de laboratorios del ICA.

Los datos serán analizados considerando las variables: Años, municipios y sexos.

Los datos obtenidos se organizaron empleando el programa Microsoft Excel los resultados serán mostrados en tablas y gráficos, para su análisis estadístico utilizará el programa de SPSS versión 25.

Con la información de la seropositividad a *B. abortus* en el periodo informado se desarrolló un mapa epidemiológico por año y otro que consolide toda la información, utilizando el software libre QGIS.

Análisis de la frecuencia de predios expuestos y no expuestos a *Brucella abortus* desde 2011 hasta 2018 en Putumayo Colombia, atreves de la prueba de rosa de bengala.

Identificados los tres grupos de ganaderos se va a efectuar muestreo serológico a bovinos por predio con el fin de conocer la frecuencia de anticuerpos anti-*Brucella.*

A cada bovino se le va tomar la muestra de sangre de la vena coccígea del animal previo a la desinfección del área ventral de la cola, donde se toman 10 ml de sangre en tubos vacutaner sin anticoagulante como se ilustra en la figura 3, luego son trasportados al laboratorio con el fin de centrifugar a 5000 rpm durante 5 minutos. Se extrae 1 ml de suero sanguíneo que se empaca en un tubo eppendorf a -20°C hasta su procesamiento en el Laboratorio de Diagnostico Veterinario del ICA Florencia. La técnica a utilizar es rosa de bengala como prueba tamiz y como primera estrategia confirmatoria la FPA y ELISA competitiva como prueba confirmación.

Figura 3. Muestreo serológico en predios seleccionados

El análisis de los datos se va a efectuar teniendo en cuenta la frecuencia de anticuerpos anti-*Brucella* mediante la relación porcentual entre el número de animales que resultaron positivos y el número de animales evaluados en cada uno de los predios de los tres grupos. Para evaluar la asociación entre la frecuencia y el tipo de predios, se va a emplear el Chí

cuadrado de independencia para un nivel de confianza del 95% con el uso del paquete SPSS versión 25, @Risk, Easy Fit, Best Fit, Stat Fit, Xls tat, Stat graphics versión 16, Ncss y Excel. En la figura No 3 se puede observar la relación de predios expuestos y no expuestos que se van a estudiar en esta investigación, detallando cantidad de predios y animales a muestrear.

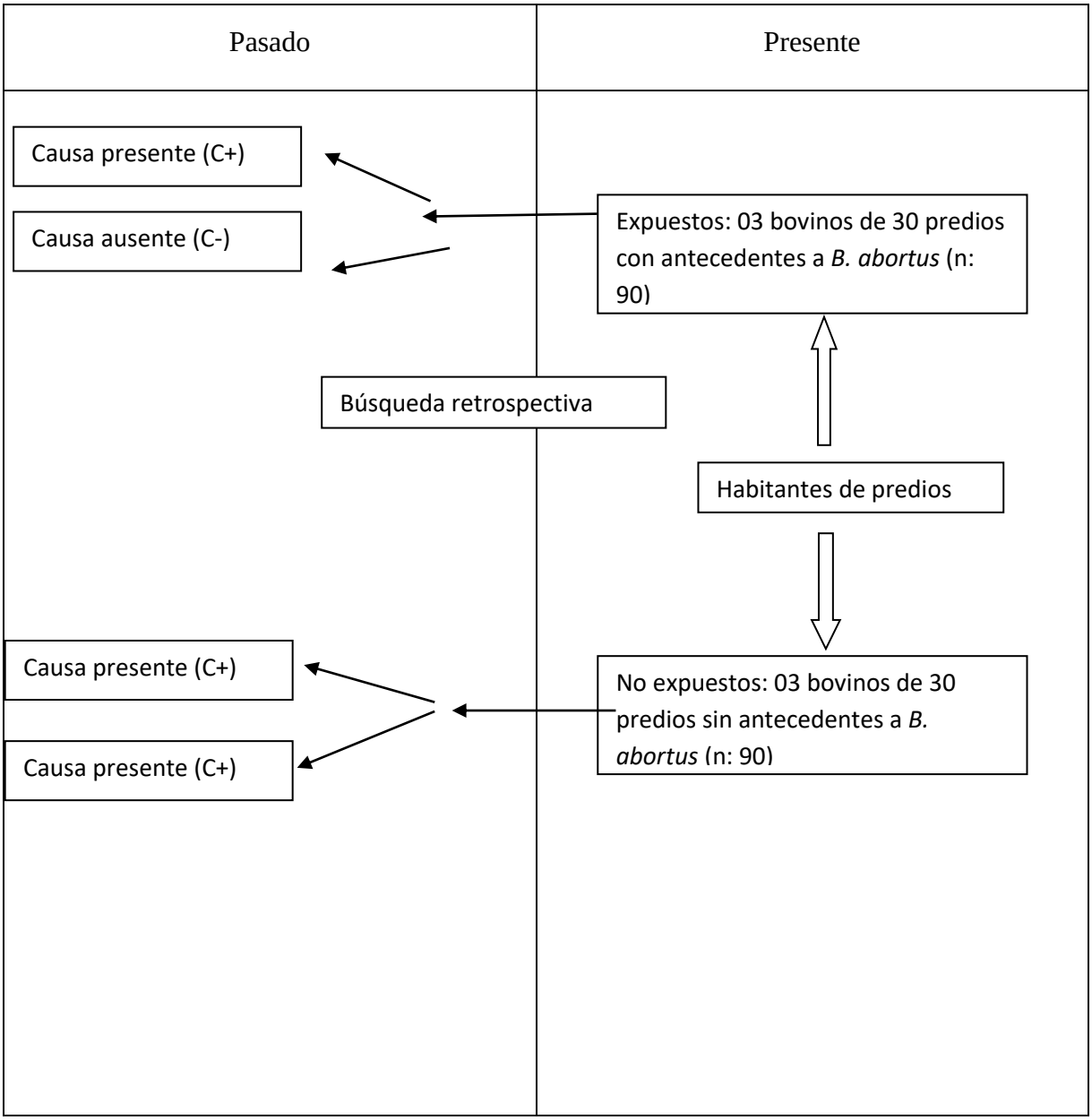


Figura 3. Representación de los grupos expuestos y no expuestos

Resultados

Análisis retrospectivo de la seropositividad de anticuerpos anti-*Brucella*.

Para realizar el análisis de la seropositividad a *B. abortus* en el departamento se debe conocer la dinámica de la población ganadera; por tanto se efectúa un breve análisis estadístico de la base de datos de vacunación, la cual está en el anexo 1, donde se observa que existen muchos sitios de vacunación entre los años 2015 a 2018, en los cuales se identificaron 62,835 predios para ser vacunados; y se vacunaron de estos 57,370 ello implica que no todos los predios identificados se vacunaron en cada ciclo.

El total de bovinos registrados en esos predios y momentos sumaron inventario de 1.832.456 animales; se observa que para el primer ciclo 2015 existían 197,556 animales que para el segundo período 2018 se identificaban 279,361 bovinos; por lo cual se identifican crecimiento sistemático en el inventario promedio de bovinos. El total de bovinos vacunados ha sido de 1.786.629.

Las anteriores cifras indican entonces que el promedio de predios vacunados respecto al promedio de predios identificados es del 91%; el promedio total de los vacunados respecto a los bovinos identificados es del 97%; el promedio de bovinos totales sobre predios totales se incrementado 26.64 bovinos por predio a inicios de 2015 hasta un promedio de 34.23 bovinos en cada predio con una media global de 29.16 animales por cada predio para el período. Se ha identificado usando la ley de Little que el número de ciclos promedio que espera un bovino hacer vacunado es de 1.026 esto es un poco más de un ciclo para obtener la vacuna total de bovinos.

El anexo 2 contiene las estadísticas descriptivas de cada una de las columnas de la anterior tabla con lo que se puede obtener el promedio de cada una de las variables contenía en la anterior tabla los valores máximo y mínimo la desviación estándar y la caracterización respecto los coeficientes de variación, todos, asimetría y el coeficiente correlación de cada una de las variables con la variable tiempo allí se encuentra que en general todas las variables tienen un incremento a medida que transcurre más tiempo después los valores del coeficiente determinación explican en cualquier caso al menos del 26% del comportamiento de cada variable.

El anexo 3 describe el historial de vacunaciones y los agrega para cada uno de los municipios del departamento del Putumayo. Esto puede verse que el total de predios en ambas tablas es la misma, así como los demás totales de cada columna considerada. De otro lado el anexo 4 incluye las estadísticas descriptivas del comportamiento entre cada uno de los municipios. Las tablas que contienen los aspectos estadísticos son útiles para tomar como punto de referencia y presentar información a los lectores y usuarios con el propósito de hacer meta análisis de datos o estudios comparativos de ser necesario.

El anexo 5 también se basa en la base de datos del censo de vacunación contiene el total de bovinos y los agrupa según la cantidad de fincas que contienen cada uno de los bovinos. Así, por ejemplo, para el municipio de Colón se identificaron 3801 bovinos y de estos 299 finca en población entre uno a 50 bovinos; 6 fincas tenían entre 51 hasta bien bovinos; dos fincas tenían entre 101 a 500 animales bovinos para ese municipio, en la finca y a 501 o más bovinos. Todas las fincas sumadas totalizan 307 registros. Así el total de bovinos identificar de 300.510. Y estos se ubican entre 10.411 predios que fueron visitadas entre 2015 a 2018.

La tabla 10 muestra la estimación de la edad promedio de los bovinos en el departamento del Putumayo basados en los datos del inventario ganadero de 2018. Dado que para cada uno los municipios se dispone la clasificación de hembras y machos por edades, sea reemplazado el promedio de la edad en cada rango de clase y sea ponderado por la cantidad de bovinos para obtener el valor promedio de edad por cada género y también la edad promedio en cada municipio. Así promedio bovina es de 2.49 años en todo el departamento es de 2.83 para las hembras y de 1.89 años para los machos

En la misma tabla usando la ley de Little nuevamente, se hace una estimación simple, esto es no ponderada del número de nacimientos anuales, o crías para el año 2018 y 2019 en cada uno los municipios del departamento de Putumayo. Se estima que en total serán 120.600 las crías, de los cuales 77.543 serán hembras siendo Puerto Guzmán el municipio con mayor cantidad nacimientos. Estos cálculos y procedimientos se incluyen para disponer de un panorama aproximado de la población bovina en el departamento de Putumayo.

Tabla 10. Edad bovina promedio en años a partir de los registros de vacunación, 2018 de brucelosis en Putumayo Colombia por municipio y variables; n=104. (Fuente ICA. Cálculos Propios).

Municipio	Edad promedio			Nacimientos anuales		
	Total	Hembras	Machos	Total	Hembras	Machos
Colón	2.61	2.95	1.40	1,455	1,135	597
Mocoa	2.48	2.91	1.95	2,898	1,618	1,633
Orito	2.46	2.80	1.85	5,745	3,682	2,740
Puerto asís	2.52	2.80	1.90	16,700	11,471	6,938
Puerto Caicedo	2.51	2.81	1.95	6,721	4,400	2,998

Puerto Guzmán	2.44	2.80	1.88	39,068	23,650	19,997
Puerto Leguízamo	2.57	2.86	1.99	24,759	16,268	10,938
San Francisco	2.46	2.84	1.66	2,543	1,729	1,206
San Miguel p	2.54	2.87	1.89	3,988	2,659	1,787
Santiago p	2.55	2.91	1.43	1,409	1,070	606
Sibundoy	2.49	2.87	1.40	1,502	1,115	689
Valle del Guamuez	2.45	2.83	1.75	11,053	7,100	5,510
Villagarzón	2.47	2.80	1.97	2,760	1,647	1,393
Total	2.49	2.83	1.89	120,600	77,543	57,033

El anexo 6 contiene los niveles de significancia para tres coeficientes de correlación: Pearson, Kendall y Spearman. En este caso se toman 104 registros de la tabla de censos vacunación entre los años 2015 a 2018 y entre cada uno de los años para los dos periodos entre las nueve variables que identifican la cantidad de bovinos vacunados los predios afectados y sus respectivos totales. La tabla muestra los niveles de significación para los coeficientes de correlación significativos al 99%. Esto es, por ejemplo, que la intervención de la columna o los vacunados contra predios vacunados aparece tres veces la misma intersección. La primera presenta el coeficiente correlación de Pearson con un valor significativo ya que la pluralidad de equivocarse es inferior a 0,01 en este caso es de 0,000; entonces se repite el procedimiento con cada uno de los otros coeficientes de correlación. Los espacios vacíos implican que el respectivo coeficiente no se considera estadísticamente significativo con ninguno de los tres tipos de pruebas.

Aunque no puede definirse la direccionalidad causal con la dirección de la relación entre las variables si se puede identificar que una asociación desde el punto de vista empírico y desde el punto de vista estadístico referente a alguna de estas cantidades entre las que destacan:

A más bovinas vacunados entonces: más bovinos vacunados son en cada predio; más predios vacunados; mayor total de bovinos; mayor total de bovinos por cada predio; relaciones todas significativas desde el punto de vista estadístico.

La tabla 11 presenta la conformación de inventario ganadero en los municipios del departamento de Putumayo para un ciclo de vacunación en el año 2018. Allí también se clasifica el número de fincas que poseen un rango definido de bovinos. La suma de estas fincas entrega el total de fincas con bovinos para ese año. Así se identifican 10.411 predios y 300.510 animales de ganado bovino.

Tabla 11. *Clasificación de las fincas por número de bovinos por municipio para el departamento de Putumayo en 2018. (Fuente ICA. Cálculos Propios).*

Municipio	Total bovinos – 2018	No de predios 1a 50	No de predios 51 a 100	No de predios 101 a 500	No de predios 501 o más	Total predios con bovinos – 2018
Colón	3,801	299	6	2	0	307
Mocoa	7,191	565	3	0	0	568
Orito	14,131	1,103	34	10	0	1,147
Puerto asís	42,091	1,401	147	51	1	1,600

Puerto Caicedo	16,897	673	51	16	0	740
Puerto Guzmán	95,319	932	368	262	4	1,566
Puerto Leguízamo	63,512	427	128	149	19	723
San Francisco	6,256	563	19	7	0	589
San Miguel p	10,149	616	8	0	0	624
Santiago p	3,597	344	2	1	0	347
Sibundoy	3,736	385	4	0	0	389
Valle del Guamuez	27,027	1,090	85	21	0	1,196
Villagarzón	6,803	549	47	19	0	615
Total	300,510	8,947	902	538	24	10,411

De otro lado usando el valor de marca de clase para cada uno de las agrupaciones de tamaño finca se estima el número total de ganado bovino al departamento de Putumayo dentro de cada municipio, obteniendo 465.525 bovinos. Para ello en la primera agrupación de fincas se toma como valor de clase 25,5 bovinos; para la segunda 75,5 bovinos para la tercera el promedio es 300; y la cuarta se toman 600 bovinos. Posterior a ello se multiplica número de predios por el valor de la marca de clase y los resultados se presentan en la tabla 12.

Tabla 12. *Clasificación de las fincas por número de bovinos por municipio para el departamento de putumayo en 2018. (Fuente ICA. Cálculos Propios).*

municipio	No de predios 1 a 50	No de predios 51 a 100	No de predios 101 a 500	No de predios 501 o mas	Total bovinos estimados-2018	Promedio original	Promedio estimado	diferencia porcentual promedio
Colón	7475	450	600	0	8525	12.38	27.77	124.28
Mocoa	14125	225	0	0	14350			

						12.66	25.26	99.55
Orito	27575	2550	3000	0	33125			
						12.32	28.88	134.41
Puerto asís	35025	11025	15300	550	61900			
						26.31	38.69	47.06
Puerto Caicedo	16825	3825	4800	0	25450			
						22.83	34.39	50.62
Puerto Guzmán	23300	27600	78600	2200	131700			
						60.87	84.10	38.17
Puerto Leguízamo	10675	9600	44700	10450	75425			
						87.85	104.32	18.76
San Francisco	14075	1425	2100	0	17600			
						10.62	29.88	181.33
San Miguelp	15400	600	0	0	16000			
						16.26	25.64	57.65
Santiago p	8600	150	300	0	9050			
						10.37	26.08	151.60
Sibundoy	9625	300	0	0	9925			
						9.60	25.51	165.66
Valle del Guamuez	27250	6375	6300	0	39925			
						22.60	33.38	47.72
Villagarzón	13725	3525	5700	0	22950			
						11.06	37.32	237.35
Total	223675	67650	161400	13200	465925			
						28.86	44.75	55.04

Para cada una de las columnas de bovinos totales existentes en el departamento obtenido a través de la estimación de bovinos en cada una de las combinaciones de tamaño y municipio. Las tres columnas muestran el promedio original de bovinos por cada predio y en las tres últimas identifica el promedio estimado de bovinos en cada una de las fincas la última columna de esta tabla indica la diferencia porcentual respecto a la base original estimada. Estas estimaciones hacen basada en el teorema de límite central el cual identifica que para tamaño muestral y la suma de variables aleatorias puede reemplazarse el valor de marca de clase como valor representativo y obtener una estimación de ciertos estadísticos, en especial

de la media muestral y en este caso se obtiene tal media muestral como medio para obtener la suma de los valores de la población bovina basada tanto en el teorema como en los datos disponibles y registrados.

Análisis muestreo serológico retrospectivo 2011-2018

La tabla 13. Contiene las funciones de distribución de probabilidad que tratan de ajustar a los datos de la base de datos de Pruebas de 2011 a 2018 en 4 pruebas a brucelosis en predios de municipios de Putumayo, Colombia. En ésta se observan valores a las pruebas de ajuste Chi Cuadrado con valores superiores al nivel crítico para un nivel de confianza de 95% con valores p indicativos de una diferencie estadística entre la función de distribución de probabilidad propuesta y los datos disponibles. Por lo tanto, ninguna de las funciones de distribución de probabilidad se ajusta a los valores respectivos de los datos originales.

Tabla 13. Funciones de distribución de probabilidad para el Total de examinados con las cuatro pruebas bovinos del putumayo Colombia 2011 a 2018, n=2656. (Fuente ICA. Cálculos propios).

Variable	Mejor ajuste (clasificado por Chi-cuad)	Chi-cuad				Moda		
			Mínimo	Máximo	Media		Mediana	Desviación est.
Total expuestos	Lognorm (221,59;5716,7)	1,017.00	-	+Infinito	221.59	0.01	8.58	5,716.66
Machos	Uniform (0;6,01)							

examinados		7,775.38	-	6.01	3.01	-	3.01	1.74
hembras	Rayleigh (2,50)							
examinadas		4,387.98	-	+Infinito	3.14	2.51	2.95	1.64
Total	Pert (0;0;57,5)							
examinados		4,747.25	-	57.52	9.59	-	7.45	8.10
machos	Expon (0,003)							
positivos		10,706.34	-	+Infinito	0.00	-	0.00	0.00
Hembras	Uniform (0;9,01)							
positivas		8,124.12	-	9.02	4.51	-	4.51	2.60
Total	Uniform (0;9,01)							
positivos		8,090.57	-	9.02	4.51	-	4.51	2.60

Dada esta circunstancia se procedió a buscar una función de distribución de probabilidad diferente para cada uno de las combinaciones específicas de tipo de prueba municipio y variable. Sin embargo, de aquí se obtienen que de los 2656 registros no se dispone de todo tipo de pruebas para todos los municipios, por lo tanto, se seleccionan las combinaciones de la tabla 14.

Tabla 14. Funciones de distribución de probabilidad a identificar para el 94% el Total de examinados con las cuatro pruebas bovinos del putumayo Colombia 2011 a 2018. (Fuente ICA. Cálculos propios).

Municipio	Tipo de prueba realizada	Total
Colón	ELISA indirecta	117
Colón	Rosa de bengala	175
No reporta	ELISA competitiva	46
No reporta	ELISA indirecta	37
Orito	Fluorescencia polarizada	20
Orito	Rosa de bengala	101
Puerto Asís	ELISA competitiva	56
Puerto Asís	Fluorescencia polarizada	66
Puerto Asís	Rosa de bengala	104
San Francisco	ELISA competitiva	37
San Francisco	ELISA indirecta	116
San Francisco	Rosa de bengala	218

Santiago	ELISA indirecta	91
Santiago	Rosa de bengala	158
Sibundoy	ELISA indirecta	136
Sibundoy	Rosa de bengala	187
Valle del Guamuez	ELISA competitiva	135
Valle del Guamuez	ELISA indirecta	164
Valle del Guamuez	Fluorescencia polarizada	200
Valle del Guamuez	Rosa de bengala	180
Villagarzón	ELISA competitiva	49
Villagarzón	Fluorescencia polarizada	77
Villagarzón	Rosa de bengala	45

Al obtener funciones de distribución de probabilidad resume en el anexo 10. En esta se observa en resaltado las funciones que son estadísticamente significativas e identificables de los datos y de ella puede observarse la ausencia de la adecuación del uso de la función de distribución de probabilidad normal.

Dado que se tienen 13 municipios, 5 variables y 4 pruebas las combinaciones teóricas totales son 280; de estas se eligen 138 combinaciones con datos suficientes para la estimación de las funciones de distribución probabilidad, al menos 20 registros, esto es el 49% y a su vez de este 49% se identifican 52 de 138 funciones de distribuciones probabilidad es decir el 18% de las combinaciones totales y el 62% de las que poseen datos. Lo cual presente indicios claros de alejamiento a la función de distribución normal a otras. Detalle no menor en los procesos de contraste de hipótesis en las pruebas estadísticas respectivas que asumen la normalidad. Tabla 15.

Tabla 15. Combinaciones selectas para la identificación de funciones de distribución de probabilidad para cada tipo de prueba, municipio y variable. (Fuente ICA. Cálculos propios).

Registros a incluir para FDP	Registros

Municipio	ELISA competitiva	ELISA indirecta	Fluorescencia polarizada	Rosa de bengala	Total de cuentas machos positivos
Colon	9	117		175	301
Mocoa	2		5	8	15
No reporta	46	37	4		87
Orito	5	5	20	101	131
Puerto Asís	56	15	66	104	241
Puerto Caicedo	4	1	3	3	11
Puerto Guzmán	1		2	5	8
Puerto Leguizamo	2	1	2	5	10
San Francisco	37	116	4	218	375
San Miguel	2	2	4	5	13
Santiago	13	91	1	158	263
Sibundoy	16	136	1	187	340
Valle del Guamuez	135	164	200	180	679
Villagarzón	49	7	77	45	178
N= 2257	377	692	389	1194	

Para las variables consignadas en el anexo 11, el modelo lineal general utiliza 2652 registros. La prueba de Igualdad de Box de matrices de covarianzas indica diferencias entre ellas, por lo que los resultados de inferencia estadística han de leerse con precaución. Dada la naturaleza de las variables se hace deseable para la normalización del término de error el uso de la transformación de Box Cox para obtener matrices homocedásticas. Sin embargo, esta transformación en las variables de respuesta dificultaría la lectura por parte de los usuarios más comunes de los resultados, bien sea el personal técnico y el campesinado en general. Tampoco es significativo el contraste de Levene con lo que se retiene la diferencia en las matrices de covarianza del error entre los diferentes grupos.

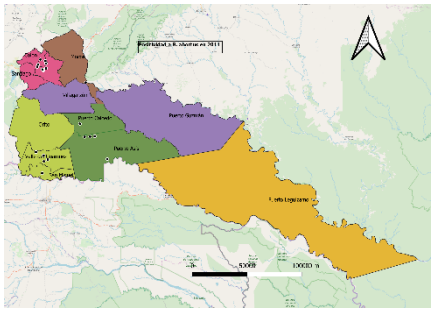
El anexo 12 presenta la significancia de los factores en el modelo lineal general. En él se encuentra que el término intersección no es significativo y si lo son la cantidad de hembras

examinadas y la cantidad de machos examinados en el resultado de los machos positivos y de las hembras positivas. No se encuentra significativa en todos los estadísticos la prueba, el municipio; más si es relevan ante la interacción de año y prueba, así como la de año prueba y municipio.

En las figuras del 5 hasta el 11 se presentan los mapas epidemiológicos desarrollados con software de información geográfica QGIS, desde el año 2011 hasta el 2018. En los siguientes mapas de observan los puntos geográficos aproximados donde se han presentado focos de *Brucella abortus* en el periodo informado. La aproximación se da debido a que en la información entregada por la DTSA del ICA no se relacionaban datos personales de productores y/ o predios, por tanto, fue necesario ubicar la coordenada en un punto de la vereda donde se presentó el evento sanitario.

Los mapas dan cuenta de que en el año 2016 no se presentó ningún animal seropositivo y en los años 2011 y 2018 se han presentado el mayor número de casos, esto se debe a que en esta época se han desarrollados proyectos subsidiados por los entes territoriales encaminados al muestreo serológico para el diagnóstico de *Brucella abortus.*

Figuras 5 y 6. Positividad a Brucella abortus en el año 2011 y 2012



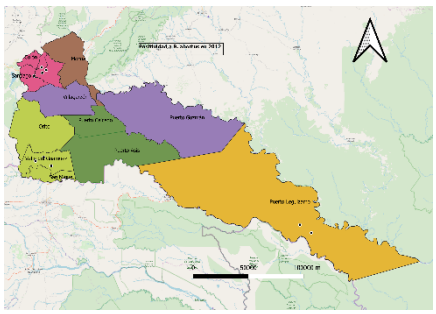
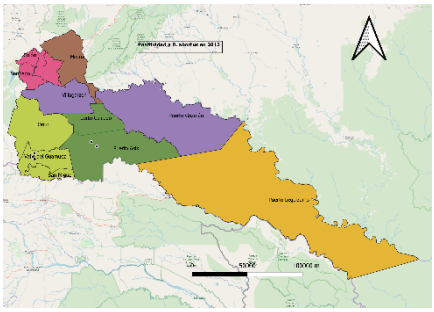


Figura 7 y 8. Positividad a Brucella abortus en el año 2013 y 2014



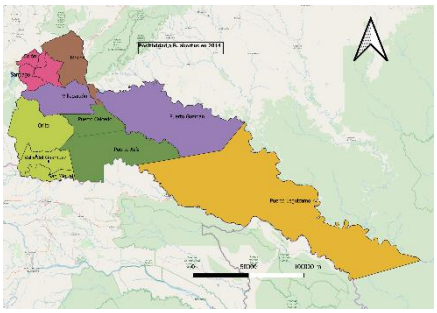
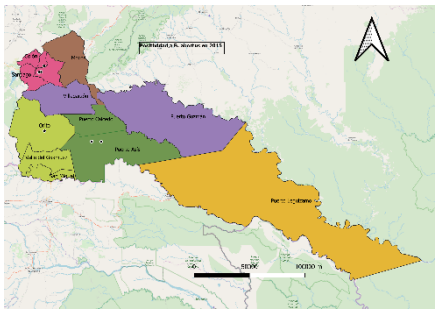


Figura 9 y 10. Positividad a Brucella abortus en el año 2015 y 2017



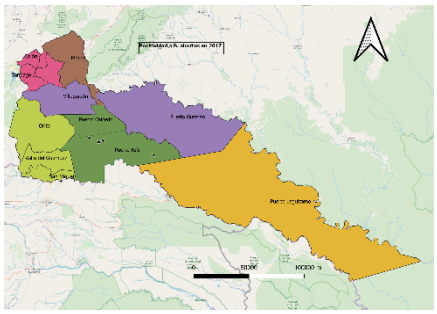
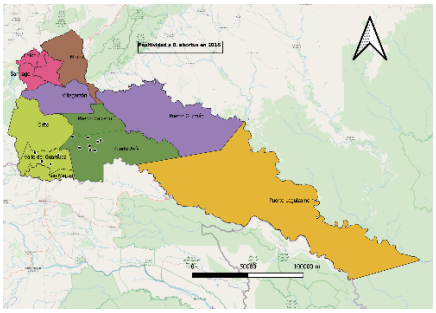


Figura 11. Positividad a Brucella abortus en el año 2018



Seropositividad de predios expuestos y no expuestos a *Brucella abortus*.

Para el cumplimiento de este objetivo específico se efectuó muestreo serológico en los tres grupos, en los cuales se analizaron 1380 sueros sanguíneos de bovinos, de los cuales 582

corresponden a predios con historial de positividad a brucelosis, 546 a predios libres y 252 a predios con estatus desconocido.

De acuerdo a la Tabla 16 muestra que se confirmaron 7 bovinos positivos a *B. abortus* que corresponden al 1,2% de la población muestreada y estos hacen parte del grupo con historial de positividad, en los demás grupos no se pudo confirmar la seropositividad, pese a que se presentó reacción en la prueba rosa de bengala y fluorescencia polarizada.

Tabla 16. *Positividad a Brucella abortus en animales de los tres grupos*

Estatus sanitario	No Animales muestreados	No Animales positivos a RB	% Positividad a RB	No Animales positivos a FPA	% Positividad a FPA	No Animales positivos a EC	% Positividad a EC
Historial positividad	582	23	3,9	10	1,7%	7	1,2
Predio libre	546	4	0,7	0	0	0	0
Desconocido	252	6	2,3	2	0,7	0	0

RB: Rosa de bengala
FPA: Fluorescencia polozarizada
EC: ELISA competitiva

En la Tabla 17 se puede observar la seropositividad de la enfermedad en los predios muestreados, donde se evidencia que el 13,3% de los predios con historial de positividad presiste la enfermedad.

Tabla 17. *Positividad a Brucella abortus en predios de los tres grupos*

Estatus sanitario	No Animales muestreados	No Predios positivos a RB	% positividad a RB	No Predios positivos a FPA	% positividad a FPA	No predios positivos a EC	% positividad a EC
Historial positividad	30	13	43,3	7	23,3	4	13,3
Predio libre	30	3	10	0	0	0	0
Desconocido	30	4	13,3	2	6,6	0	0

RB: Rosa de bengala
FPA: Fluorescencia polozarizada
EC: ELISA competitiva

En la tabla 18 de resultados de muestreo en predios con historial de seropositividad por municipio se observa en Puerto Asís hay 2 predios infectados, seguido por Orito y Valle del Guamuez con 1 predio.

Tabla 18. *Resultado del muestreo en predios con historial de seropositividad por municipio*

Municipio	No Animales muestreados	% Animales positivos (EC)	No Predios positivos
Colon	9	0	0
Orito	57	1,75	1
Puerto Asís	170	2,9	2
Puerto Caicedo	2	0	0
San Francisco	6	0	0
Valle del Guamuez	338	0,29	1

En la Tabla 19 de resultados del muestreo en predios libres de brucelosis se puede observar que en el municipio de Villa garzón fue donde se tomó el mayor número de muestras con 267, seguido por Valle del Guamuez con 121, y pese a esto no resultó ningún animal positivo.

Tabla 19. *Resultados del muestreo en predios libres de Brucelosis*

Municipio	No Animales muestreados	% Animales positivos (EC)	No Predios positivos
Sibundoy	43	0	0
Orito	71	0	0
Puerto Asís	31	0	0
San Francisco	13	0	0
Valle del Guamuez	121	0	0
Villa garzón	267	0	0

En la tabla 20. Se muestran el número de animales muestreados en el grupo de predios sin historial de muestreo serológico para el diagnóstico de *B. abortus,* el mayor número de muestras tomadas fueron en el Valle del Guamuez con 108, seguido por orito y San francisco. Es de resaltar que en este grupo no se evidenció animales positivos a *B. abortus.*

Tabla 20. Resultados del muestreo en predios sin historial de muestreo serológico

Municipio	No Animales muestreados	% Animales positivos (EC)	No Predios positivos
Mocoa	13	0	0
Orito	48	0	0
Puerto Asís	3	0	0
San Miguel	37	0	0
Valle del Guamuez	108	0	0
Villa garzón	3	0	0
San Francisco	45	0	0

Factores de riesgo

Las definiciones de las variables aquí usadas están en el anexo en el anexo 13. Una clasificación de las preguntas en dos ejes o aspectos está en la tabla 21. El Primer aspecto es del tipo de objeto de el que se identifica la variable: Agua, Bioseguridad, Condición, Detritos,

Reproducción, Externa Operación, Praderas, Presencia, Reemplazo, Sistema Productivo. El segundo aspecto es el tipo de acción que representa la pregunta: Clasificación, Conocimiento, Elementos Externa, Homogenización, Monitoreo, Práctica, Resultado.

Tabla 21. *Clasificación de las variables de la encuesta*.

Aspecto 1	Clasificación	Conocimiento	Elementos	Externa	Homogenización	Monitoreo	Práctica	Resultado	Total general
Agua							4		4
Bioseguridad	1	5	5			7	12	6	36
Condición			10		1				11
Detritos							5		5
Reproducción							3		3
Externa							3		3
Operación					3		3		6
Praderas					2		2		4
Presencia							4		4
Reemplazo				5					5
Sistema Productivo	1						4	2	7
Total general	2	5	15	5	6	7	40	8	88

La actividad de clasificación es la definición de pertenencia a un conjunto especifico, en este caso el tipo de sistema productivo: doble propósito, cría, leche; y de otro lado el estado de bioseguridad: identificado como positivo a brucelosis, no positivo, de historia desconocida. La actividad de conocimiento se refiere a la posesión de un conocimiento específico sobre el efecto prevención o tratamiento y transmisión de la brucelosis. Por elementos se identifica la existencia de objetos específicos; el aspecto de practica es la caracterización, e identificación de ejecución de labores como son en el sitio; por aspecto externo se referencia las labores fuera del predico asociados a la ganadería; la homogenización se refiere a la transformaciones o cambios algebraicos en las variables del modelo para facilitar la inferencia de los resultados; por monitoreo es la adquisición de

conocimiento o registro de datos que caracterizan a la población bovina; el aspecto de resultado indica que las variables hacen referencia a una medición, indicador o índice de resultados de una etapa o del proceso relevante a el presente estudio.

El segundo eje de aspectos define los tipos de objeto que se pretenden describir: Agua, bioseguridad, condición, detritos, reproducción, externa operación, praderas, presencia, reemplazo, sistema productivo. Un número en la intersección identifica la cantidad de preguntas identificadas para tratar la combinación de ambos aspectos.

Por lo anterior se dispone dos pregunta de clasificación: una para el estado de bioseguridad y otra para el sistema productivo; existen cinco para el conocimiento de la bioseguridad; de las 15 preguntas referentes a los elementos existentes en la finca cinco son para elementos del bioseguridad y 10 son para las condiciones de la finca; cinco preguntas se refieren a reemplazo externo de animales; seis columnas o variables se crean para obtener nuevas variables basadas en la información de variables existentes que faciliten los cálculos y las inferencias en los modelos numéricos y estadísticos aquí propuestos; siete variables a preguntas se refieren a las activas de monitoreo de la bioseguridad.

Existen 40 preguntas se refieren a las prácticas ejecutadas en la finca ganadera: respecto al agua, bioseguridad, detritos, reproducción, operación, manejo de la pradera y el sistema productivo. Ocho preguntas se refieren a los resultados de la bioseguridad y el sistema productivo.

De otra perspectiva por los tipos de elementos, cuatro preguntas hacen referencia al agua, 36 a bioseguridad 11 a las condiciones de operación de la granja, cinco a los detritos tres a la reproducción, tres a la adquisición externa de animales, seis a las operaciones, cuatro las praderas, cinco reemplazo y siete al sistema productivo por un total de 88 columnas.

Dado que las variables de interés hacen referencia a los resultados de la bioseguridad es de anotar que estas variables son del conteo de individuos positivos a una o más pruebas a brucelosis. Por ello se puede utilizar varios tipos de modelos estadísticos para representar tratar designa el efecto de los factores de riesgo en la positividad en esos predios: el modelo estadístico de regresión lineal, el análisis de varianza múltiple, el modelo estadístico de regresión de Poisson.

Cada uno de los modelos seleccionados usa diferentes supuestos y condiciones de operación para inferir los resultados y representar la validez de las conclusiones obtenidas con los mismos. A este. Cabe recordar que resultado de los procedimientos de las secciones anteriores se tiene que: la información de la identificación de vacunación a brucelosis no es suficiente para identificar los múltiples aspectos factores de riesgo que se presentan en la práctica cotidiana de los ganaderos; de otro lado las funciones de distribución de probabilidad que representan las variables que caracterizan a los predios vacunados y con al menos una de las cuatro pruebas para la identificación de brucelosis tales funciones de distribución de probabilidad no se comportan como una variable aleatoria normal, por lo que los resultados pueden tomarse con precaución.

En el anexo 14 se resumen los hallazgos del intento de identificar con funciones de distribución de probabilidad 20 de las 88 variables numéricas disponible en la base datos de caracterización de los predios. Allí se encuentra que tan sólo cuatro variables se pueden describir por las funciones de distribución encontrada. Los 16 restantes no son sujeto descripción, por lo que puede pensarse que se distribuyen una forma más irregular que no comúnmente supuesto en la utilización de modelos estadísticos. En general se identifica que estas variables no se distribuyen de una forma similar a la función de distribución de

probabilidad normal, más bien se parecen a las funciones de distribución de probrobalidad exponencial negativa y combinaciones de esta.

Por lo anterior, se pueden tomar con precaución los resultados estadísticos derivados del presente estudio puesto que es frecuente suponer para múltiples técnicas la presencia descripción de variables aleatorias ya sea en la variable escritora con el término de error como funciones de distribución normal. Esta la razón por la cual se proponen cinco variables nuevas, a partir de la transformación de los datos originales de la encuesta, con el propósito de homogeneizar la varianza o variación en los resultados de los análisis.

Sin embargo, el uso de modelos complicados aleja a estos modelos del uso para las poblaciones campesinas y de tecnólogos que practican sus labores en los predios bovinos. Por lo tanto, se preferirá utilizar modelos relativamente sencillos respecto a su formulación interpretación y uso.

Tabla 22. *Características de los modelos utilizados para caracterizar los factores de riesgo en la identificación de brucelosis.*

Aspecto	Lineal	Lineal general	Poisson
Respuesta Gaussiana	Si		
V Nominales		Si	Si
Error Gaussiano	Si	Si	Si
Variables de Conteo	Si	Si	Si
Función Exponencial			Si
Introduce o Saca Variables	Si		Si
Pruebas estadísticas	Si	Si	
Multivariado		Si	

La tablaTabla 22 identifica las características y uso potencial y restricciones de los tres modelos básicos para la estimación de los factores de riesgo en la identificación de brucelosis basado en los registros de visitas a 90 fincas en Putumayo.

Los tres modelos son: el modelo estadístico lineal, el modelo lineal general y la regresión de Poisson. El modelo estadístico lineal pretende modelar una variable de respuesta de comportamiento de Gaussiano, esto es que esta variable aleatoria comporte una función de distribución normal, y su valor promedio dependa de las variables modelado incluidas, usa variables de escala y nominales para identificar el efecto de estas variables en la variable respuesta, estos modelos pueden incluir una o múltiples respuestas de forma simultánea.

El modelo estadístico lineal general pretende representar y unir múltiples modelos, conocidos como modelo de la familia exponencial, en modelos del tipo lineal, con diferencia que no se presume comportamiento normal de la variable de respuesta, sino se presume un comportamiento homogéneo entre grupos de variables en la cual se incluyen variables categóricas son nominales. El modelo de Poisson presume una expresión exponencial para representar la variable respuesta en función de las variables explicativas. En especial el modelo lineal no utiliza a la intención de variables nominales, mientras que los modelos están más adaptados a este comportamiento.

Dentro de su marco de condiciones pueden hacerse conclusiones válidas del punto de vista estadístico para cada tipo de modelo cuando así corresponda. El alejamiento de tales condiciones afecta la calidad de las conclusiones. Así por ejemplo la regresión de Poisson por su misma naturaleza no permite conclusiones estadísticas del tipo inferencial.

Modelo lineal general para los factores de riesgo en la estrategia de identificación de brucelosis.

La tabla 23 ilustra los coeficientes de correlación y determinación para el modelo lineal general considera de forma simultánea cuatro variables de respuesta para identificar los factores de riesgo que las generan. El coeficiente de determinación representa la proporción

de información explicada por el modelo propuesto respecto a la información total que contiene modelo. El coeficiente de determinación corregido actualiza coeficiente determinación en función del número de datos y variables incluidas. Se presentan los dos estadísticos para comparaciones.

De esta tabla científica que 62.4% de la información referente a los bovinos identificados como positivos a tres pruebas esta explicado por las variables del modelo. Esta de las variables son explicadas al 36.9% de la información referente a los positivos a la prueba fluorescencia. Y las mismas variables e identifican el 49.2% de la información del número de positivos a la prueba de Rosa Bengala. El 38.0 % de la información referente a brucelosis es explicada. Cabe notar que aun cuando los cuatro modelos tienen como variables de entrada las mismas variables no en todos los casos son significativas esto es una misma variable de entrada puede no tener efecto en la variable respuesta.

Dado que se utiliza el procedimiento del modelo lineal general con este se obtienen los coeficientes del efecto de las variables de entrada en la variable respuesta y por lo tanto el coeficiente estimado indica un número que frecuentemente representar la dimensión del efecto de la variable; de otro lado este modelo permite identificar el coeficiente el efecto del valor del nivel de una variable categórica entrada en la variable de respuesta respectiva. Esto es no sólo identificar factores de riesgo sino más bien implica la magnitud del efecto de la variable de entrada en la variable respuesta.

Tabla 23. *Coeficiente de correlación y determinación para los modelos lineales generales en la identificación de brucelosis bovina*.

Variable	C. Determinación	C. Determinación Corregido
Numero de positivos a RB y FPA Confirmados con ELISA		

competitiva	0.890	0.624
N Positivos a FPA	0.816	0.369
N Positivos a Rosa de bengala	0.852	0.492
N Muestreados brucelosis	0.819	0.380

La tabla 24 resume el efecto de las diferentes variables para explicar el número muestreados por brucelosis. Este modelo tiene un coeficiente determinación de 81.9% y una vez corregido este coeficiente es de 38.0%. Se encuentra con cinco variables explicativas todas con un nivel de significancia inferior a 0,05. Las variables son: el logaritmo natural de producción promedio diaria de leche en litros para el predio, la presencia de porcinos, el conocimiento del efecto de la brucelosis en la inflamación testicular bovina, la ejecución de muestreo compra animales libres de brucelosis, la práctica de efectuar la prueba de florescencia en animales cuando abortan.

La tabla 24 Resume *el efecto de las diferentes variables para explicar el número muestreados por brucelosis*

N Muestreados brucelosis	B	Error típ.	t	Sig.
Ln Producción diaria	-20.73	9.815	-2.112	0.044
[Presencia Porcinos=,0]	26.929	11.359	2.371	0.025
[Sabe si la brucelosis produce Inflamación testicular=,0]	170.281	79.48	2.142	0.042
[compra animales de predios libres de brucelosis o hace muestreo=,0]	-24.647	10.612	-2.323	0.028
[Prueba en animales abortaron FPA=,0]	-149.523	72.294	-2.068	0.049

Desde este modelo se atribuye un coeficiente de -20.73 por el logaritmo natural de la producción diaria promedio en litros de leche; en el Putumayo efectúan muestreos serológicos en mayor cantidad los ganaderos con animales con promedio de producción diaria más bajos.

Respecto a la presencia porcinos existen coeficiente de +26.92 cuando el predio no tiene porcinos, y este coeficiente será cero cuando existen porcinos en el predio, esto tal vez deba a la presencia de un mayor número de bovinos en ausencia de especímenes porcinos. Quienes reportan no conocer acerca las inflamaciones testiculares en presencia de brucelosis tienen un coeficiente de 170 animales más, esto puede causarse ya qué quienes no identifican la presencia de brucelosis por el síntoma de la inflamación testicular consideran que los animales no son sospechosos.

Quiénes no compran animales en predios libres de brucelosis tienen -24.64 animales para ser muestreados por brucelosis. Esto quienes compran los bovinos en predios que no son libres de brucelosis efectúan una menor cantidad de muestreo entre los bovinos. Quienes no realizan prueba de florescencia polarizada en los animales que abortaron tienen una menor cantidad de animales muestreados con un coeficiente -149.7

La tabla 25. Estadísticos referentes al modelaje del número de bovinos positivos para la prueba Rosa de bengala.

N Positivos a Rosa de bengala	B	Error típ.	t	Sig.
Entierra las placentas=,0	1.257	0.431	2.918	0.007
Sabe si la brucelosis produce Inflamación testicular=,0	9.079	3.536	2.568	0.016
EstatusSanitarioabrucelosis1hi=2,0	-1.17	0.535	-2.188	0.038
Frecuencia limpieza corral ordeño=1,0	-1.666	0.76	-2.192	0.038
Compra animales de predios libres de brucelosis o hace muestreo=,0]	-1.425	0.472	-3.018	0.006
Vacuna contra brucelosis=1,0	5.154	2.094	2.461	0.021
Prueba en animales abortaron FPA=,0	-6.835	3.216	-2.125	0.043
Prueba en animales abortaron ELISA competitiva=,0	10.30	3.638	2.833	0.00

	8	9

La tabla 25. Contiene los estadísticos referentes al modelaje del número de bovinos positivos para la prueba Rosa de bengala. Que no entierran la placenta tienen un coeficiente de +1,25 positivos a esta prueba. Quienes no saben que la brucelosis produce inflamación testicular tiene un coeficiente de +9,08 positivos en esta prueba. Quienes tienen como estatus sanitario de ser libre de brucelosis tienen un coeficiente de -1,17 especímenes menos en la prueba de Rosa de bengala. Quienes no compran animales y libres de brucelosis o no hacen uso de muestreo obtienen menos-1,42 animales positivos a la prueba de Rosa de bengala; los predios que efectivamente vacunan contra la brucelosis tienen en promedio +5,15 animales en la prueba Rosa de bengala; los predios en los cuales no efectuarán la prueba de fluorescencia se obtiene un número menor de positivos a la prueba Rosa de bengala en una magnitud de -6.83 animales. Quienes no tomaron la prueba Elisa competitiva en animales que abortaron tienen un mayor número de positivos en Rosa de bengala con +10.38.

La tabla indica la inferencia sobre el número de positivos a la prueba de fluorescencia. Los predios que no saben si la brucelosis aumenta el IEP aumentan su número de positivos a la prueba en +1,70. Los predios sin ingreso de animales de reemplazo aumentan el número de positivos en +5.78. Las fincas que no usan animales de reemplazo del vecino disminuyen el número positivos a esta prueba en -5.89. Quienes no usan animales de reemplazo de subasta disminuyen los positivos a la prueba en -5.96.

Tabla 26. Indica la inferencia sobre el número de positivos a la prueba de fluorescencia

N Positivos a FPA	B	Error típ.	t	Sig.
Sabe si la brucelosis incrementa el IEP=,0	1.707	0.596	2.863	0.008
Ingreso de animales de remplazo=,0	5.78	2.751	2.101	0.046
Animales de remplazo son del vecino=,0	-5.895	2.781	-2.12	0.044
Animales de remplazo de subasta=,0	-5.967	2.713	-2.199	0.037

Quién vacuna=1,0	4.94	2.302	2.146	0.041

La tabla 27. Estimar los parámetros para identificar el número de positivos confirmados con Elisa competitiva. Estos aumentan en 0.58 por el logaritmo natural de la población de bovinos del predio. La no presencia de equinos, esto es la ausencia de equinos, disminuye el número de positivos en -0.43. El no saber que la brucelosis produce inflamación testicular aumenta los positivos en 4.09. El no saber que la brucelosis incrementa el IEP aumenta los positivos en 0,86.

Las fincas que no efectúan examen de calidad del agua incrementan los positivos en +1.07. Los predios que no efectúan monta natural aumentan los positivos en +1.56 y el no ingresar animales de reemplazo aumenta los positivos en +5.05

Los predios que no ingresan animales del vecino disminuyen los positivos en -5.27. Los ganaderos que no usan animales de reemplazo de subasta disminuyen los positivos en -5,7. El no uso de animales de reemplazo de feria ganadera de positivos en -5.07.

Los predios que si han tenido vacuna contra brucelosis aumentan los positivos a Elisa competitiva en +2.35 animales. Quienes no efectúan la prueba Rosa bengala y que abortaron aumentan en 4.39 los positivos.

La tabla 27.**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** *Estimación de los parámetros para identificar el número de positivos confirmados con Elisa competitiva.*

Numero de positivos a RB y FPA Confirmados con ELISA competitiva	B	Error típ.	t	Sig.
Ln Población de bovinos	0.582	0.176	3.3	0.003
Presencia de Equinos=,0	-0.434	0.148	-2.926	0.007
Sabe si la brucelosis produce Inflamación testicular=,0	4.089	1.169	3.498	0.002
Sabe si la brucelosis incrementa el IEP=,0	0.861	0.371	2.322	0.028
Efectúa examen de calidad de agua=,0	1.073	0.407	2.638	0.014
Monta natural=,0	1.563	0.674	2.32	0.028
Ingreso de animales de remplazo=,0	5.045	1.711	2.948	0.007
Animales de remplazo son del vecino=,0	-5.257	1.73	-3.039	0.005
Animales de reemplazo de subasta=,0	-5.7	1.687	-3.378	0.002
Animales de reemplazo en feria ganadera=,0	-5.057	1.719	-2.941	0.007
Vacuna contra brucelosis=1,0	2.345	0.692	3.386	0.002
Prueba en animales abortaron Rosa de Bengala=,0	4.397	1.795	2.449	0.021
Prueba en animales que abortaron FPA=,0	-3.385	1.063	-3.184	0.004
Prueba en animales que abortaron ELISA competitiva=,0	3.775	1.203	3.138	0.004
Prueba en animales que abortaron=,0	-4.769	1.78	-2.68	0.013

Las fincas que no efectúan la prueba de florescencia en animales que abortaron disminuyen los positivos en -3.38 animales. De otro lado que es no efectúan la prueba Elisa competitiva en animales que abortaron aumentan el número de positivos en +3.75. Finalmente, quienes no hacen pruebas en animales que abortaron disminuyen el número de positivas confirmadas con Elisa competitiva en -4.77 animales en cada predio.

En el anexo 15 se Resume el coeficiente correlación Rho de Spearman entre todas las variables contenidas en la encuesta aplicada a los propietarios de los predios, como actividad exploratoria y descriptiva de los datos. Tales variables pueden ser numéricas u ordinales, por lo que se usa este coeficiente correlación para identificar los pares significativos respecto a las variables de interés: el número de animales muestreados a brucelosis, el número de animales positivos a Rosa bengala, el número de animales positivos la prueba de fluorescencia, los

animales positivos y confirmados por Elisa competitiva y el estatus sanitario del predio positivo a brucelosis.

Puesto que las variables incluidas dentro de los factores de riesgo son 83 respecto a las cinco variables de respuesta, entonces existen 415 combinaciones de pares de variables. A Nivel de significancia 0.05 se obtienen 31 combinaciones de pares de variables significativas esto es el 7% del total de las combinaciones. Ello implica a 22 variables de las 83 como útiles para identificar correlación con las variables de respuesta, esto es 22/83 o el 26%. En esta tabla se identifican la magnitud relativa de la correlación y el sentido positivo o negativo de tal asociación con el de la estimación de la correlación.

Dado que las combinaciones de variables implican variables categóricas y variables de escala, un aumento en la variable categórica, esto es la presencia de esta variable se asocia con un mayor o menor cantidad en la variable numérica. Por ejemplo, de las nueve variables asociadas al número animales muestreados a brucelosis ocho ellas están vinculadas a un incremento en este número de animales muestreados y una a la disminución de animales muestreados.

Así, a mayor cantidad o presencia de las siguientes variables mayor cantidad de animales muestreados a brucelosis: en predios libres de brucelosis o muestreo en los animales comprados, la cantidad de perros existentes en la finca, la distancia lineal del predio a la ciudad Mocoa en la coordenada de latitud, el logaritmo natural de litros de leche diaria producida, ejecución de pruebas serológicas en animales que abortan, el tener un sistema doble propósito, y el ser vacunados contra brucelosis. Si el sistema productivo es una lechería entonces disminuye el número de animales muestreados a brucelosis.

La asociación del coeficiente de correlación de Spearman para el número de animales positivos a la prueba Rosa de bengala indica que aumentarán a más: logaritmo natural de vacas de ordeño, el predio identificado como positivos a brucelosis, se efectúa la prueba FPA en animales con aborto, se conoce que la brucelosis produce inflamación testicular, y ordeña un mayor número de vacas.

De forma contraria a mayor cantidad de placentas enterradas por los ganaderos y a mayor número de predios que utilizan la monta natural como método reproductivo de sus bovinos es menor el número de animales positivos a esta prueba. El coeficiente correlación para animales positivos a la prueba FPA aumenta con una mayor cantidad de predios donde se utiliza la inseminación artificial como método reproductivo, registros sanitarios en el predio y número de vacas en ordeño. Este coeficiente disminuye con una mayor cantidad animales de monta natural.

El número de animales positivos a la prueba Elisa competitiva en los predios aumenta cuando aumentan los siguientes factores: el número animales en reemplazo que se obtienen por subasta, cuando los caninos tienen acceso las placentas de los bovinos, inseminación artificial, logaritmo natural de los litros de leche diaria producida, la cantidad de vacas de ordeño, los litros de leche diaria producida y la existencia registros productivos y reproductivos en el predio.

La condición del predio positivo a brucelosis aumenta en presencia de: la cantidad población bovina, los días de ocupación de las praderas, los litros diarios de producción de leche, y la cantidad de vacas en ordeño.

Posteriormente, la tabla 28*Tabla* presenta los coeficientes de correlación significativos entre el par de variables de respuesta. De allí se identifica que a mayor número de animales muestreados a brucelosis se obtiene un mayor número de positivos a las pruebas Rosa

bengala, FPA y Elisa competitiva. Un mayor número de positivos a la prueba Rosa de bengala se asocia con un mayor número de la prueba FPA. De la misma forma una mayor cantidad de positivos a Elisa competitiva se asocia a una mayor cantidad positivos en las pruebas Rosa bengala y FPA. Finalmente, los predios positivos a brucelosis se asocian a mayores cantidades de positivos en la prueba FPA y Elisa competitiva.

Tabla 28. *Correlación Rho de Spearman éntrelas variables de respuesta en la encuesta.*

Etiqueta de filas	No Muestreados a brucelosis	No Muestreados a rosa de bengala	No Muestreados a FPA	No Muestreados a RB, FPA y EC	Predios positivos a brucelosis
No Muestreados a brucelosis		0,325			
No Muestreados a rosa de bengala			0,359	0,243	
No Muestreados a FPA	0,322			0,756	0,238
No Muestreados a RB, FPA y EC	0,306				0,305

Es de anotar que los dos modelos tienen forma adecuación diferente, el modelo lineal entrega un coeficiente directo de relación o efecto entre las variables independientes y la variable respuesta; el modelo exponencial interpone una función exponencial para vincular los diferentes niveles de realización de las variables y su efecto en el conteo de datos. De otro lado el modelo de Poisson entrega coeficientes para los valores de los niveles de las variables nominales de forma directa, y la razón de momios como medida de afectación de la variable, mientras que el modelo lineal permite la lectura del efecto directo del coeficiente de regresión en términos de cantidad a unidades que son afectadas por la variable incluida

Dos formas son utilizadas como modelo: el modelo de ecuación lineal aditivo con todos los datos u otro modelo sin un punto extremo; el modelo de ecuación exponencial, o modelo de Poisson, tiene dos versiones: con todas las variables en una sola etapa o con el conjunto de variables preseleccionadas.

Tabla 29. *Proporción de determinación sin corrección para cuatro modelos estadísticos.*

Variable	Lineal	Poisson		
	Sin extremo	Todos	Selectas	Una etapa
N Muestreados brucelosis	0,75	0,20	0,79	0,82
N Positivos a Rosa de bengala	0,49	0,43	0,53	0,85
N Positivos a FPA	0,11	0,27	0,50	0,82
N Positivos a RB y FPA y a ELISA Competitiva	0,33	0,40	0,79	0,89

La tabla 29 contiene la proporción de información modelada para cuatro modelos diferentes respecto a las cuatro variables de respuesta. Esto ya que como puede verse la tabla inmediatamente anterior las relaciones entre variables son múltiples y puede explorarse bien sea por los modelos lineales o los modelos de Poisson. La diferencia fundamental está en la expresión o fórmula que ha de ser usada para representar las variables.

La tabla 30. Contienen los coeficientes de información explicada corregidos por el número de variables y datos disponibles en cada modelo, equivalente al coeficiente correlación R cuadrado corregido para los dos modelos en las cuatro situaciones.

Puede notarse que el número de muestras por brucelosis se puede explicar en un 72% en el modelo lineal sin un dato extremo. Tienes modelo exponencial se puede explicar en un 77% con la interacción original de un modelo que parte de las variables preseleccionadas.

Tabla 30. *Proporción de determinación con corrección para cuatro modelos estadísticos.*

Variable	Lineal	Poisson		
	Sin extremo	Todos	Selectas	Una etapa
N Muestreados brucelosis	0,72	0,17	0,77	0,38
N Positivos a Rosa de bengala	0,46	0,38	0,48	0,49
N Positivos a FPA	0,09	0,23	0,41	0,37
N Positivos a RB y FPA y a ELISA Competitiva	0,30	0,36	0,66	0,62

Para el número de positivos a Rosa bengala el modelo lineal explica el 46% sin del dato extremo, la función exponencial el 48% con las variables preseleccionadas. Para el número de animales positivos a la prueba FPA el modelo exponencial con variables selectas explica 41% de información y el modelo exponencial que incluye todas las variables en una sola etapa explican 37%. Finalmente, el número de positivos a Elisa competitiva se explica en el 36% con el modelo lineal con todos los datos, y en un 66% con el modelo exponencial.

La tabla 31. Contiene los coeficientes del modelo de regresión lineal múltiple respecto a todos los datos disponibles para cada una de las cuatro variables de respuesta. Así para el número de animales muestreados a brucelosis: como condición inicial, asociado a la constante, cada predio disminuye -3.36 animales; y el número de animales aumenta en 3.87 por el incremento en una unidad en la escala de días de descanso la pradera; se aumenta en 15.64 animales si se detecta que la fuente de agua es un aljibe; Y en 39.19 si se detectan animales con aborto y FPA.

El número de positivos a Rosa bengala se describe como: una condición inicial para cada predio de 2.28 animales; se incrementa en 1.37 animales cuando se obtienen animales remplazados en las subastas; al incremento en las categorías de día de descanso de la pradera

se incrementa en 0.17; también se incrementa cuando si se usa como elemento de bioseguridad en la atención de partos las mangas en 0.56 animales por cada predio; respecto al uso de overol para la atención del parto se identifica que lo disminuye en -0.97 animales en cada finca; el entierro de las placentas disminuye en -0. 95 animales positivos; la monta natural disminuye en -2.0 48 animales y el sistema producción de crías disminuye en -1.98 animales en cada predio.

El número animales positivos a la prueba de fluorescencia polarizada tiene como condición inicial 1.02 animales en cada finca; se incrementa el 0.16 animales cuando se almacena estiércol en el corral; disminuye en -0.34 bovinos cuando se atiende el parto con guantes; también disminuyen cuando la monta natural en -1.046 bovinos en cada predio; al usar el sistema doble propósito se incrementa en 0.34 bovinos.

El número de bovinos a Elisa competitiva parte con la condición inicial de 0.46 bovinos en cada predio; disminuyen en - 0.21 cuando las animales del reemplazo son del mismo predio; aumenta en 0.10 por cada aumento en la escala de descanso de la pradera; disminuye en -0.28 animales cuando se entierran las placentas; también disminuyen en -1.33 animales en cada predio cuando la monta se reporta natural; y el sistema productivo de doble propósito lo aumenta en 0.97 animales en predio, así como se identifica un aumento por el sistema productivo de producción láctea en 0,66 animales en cada predio.

Tabla 31. *Coeficientes de regresión lineal múltiple de los factores de riesgo en las variables de pruebas a brucelosis*.

Variable	No muestreados a brucelosis	No positivos a RB	No positivos a FPA	No positivos a RB, FPA y EC
Constante	-3,366	2,288	1,027	0,465
Almacena estiércol en el corral			0,26	

Animales de reemplazo son del predio					-0,211
Animales de reemplazo son de subasta			1,369		
Días de descanso de las praderas		3,876	0,171		0,103
Elementos de bioseguridad en el parto guantes				-0,34	
Elementos de bioseguridad en el parto mangas			0,567		
Elementos de bioseguridad en el parto overol			-0,973		
Entierra placentas			-0,951		-0,279
Fuentes agua aljibe		15,641			
Monta natural			-2,048	-1,046	-1,339
Prueba animales que abortan FPA	39,19				
Sist. Prod. Cría			-1,975		
Sist. Prod. Doble propósito				0,314	0,979
Sis. Prod. Leche					0,658

Tabla 32. Coeficientes de regresión lineal múltiple de los factores de riesgo en las variables de pruebas a brucelosis

Variable	No muestreados a brucelosis	No positivos a RB	No positivos a FPA	No positivos a RB, FPA y EC
Constante				
Almacena estiércol en el corral			0,21	
Animales de reemplazo son del predio				-0,211
Animales de reemplazo son de subasta		0,311		
Días de descanso de las praderas	0,202	0,181		0,285
Elementos de bioseguridad en el parto guantes			-0,288	
Elementos de bioseguridad en el parto mangas		0,229		
Elementos de bioseguridad en el parto overol		-0,221		
Entierra placentas		-0,342		0,261
Fuentes agua aljibe	0,289			
Monta natural		-0,385	-0,384	-0,609
Prueba animales que abortan FPA	0,294			
Sist. Prod. Cría		-0,247		
Sist. Prod. Doble propósito			0,219	0,846
Sis. Prod. Leche				0,542

La tabla 32. Contienen los coeficientes estandarizados de la tabla 33. Esto es, muestra la importancia relativa porcentual de cada una de las variables en la determinación,

explicación, o peso respecto a la variable modelada. Así por ejemplo los dos factores con mayor peso para estimar el número animales muestreados a brucelosis son: el identificar animales abortar antes con prueba FPA, con un coeficiente de 0.29 y la toma agua de aljibe con un coeficiente de 0.29; para número animales positivos a Rosa bengala el coeficiente que más incrementa estos positivos es el número animales en su hasta con 0.31, el coeficiente que más participa la disminución de los positivos a Rosa bengala es la monta natural o -0.358. Para los positivos a la fluorescencia, estos aumentan un sistema doble propósito en 0.22, y disminuyen en -0.38 por el incremento de monta natural; en la prueba de Elisa competitiva el factor que más aumenta es el sistema doble propósito con 0.846 y el que más disminuye en la monta natural con -0.609.

De esta forma, y a partir de estos coeficientes estandarizados puede proponer un método o un sistema de gestión para la mejora los predios en términos de identificación de positivos, según las condiciones y factor de cada uno de las fincas, basado en estos pesos relativos. Cabe recordar que todos estos coeficientes son significativos al 0.05

En el anexo 16 se identifica para cada una de las variables, y por lo tanto pruebas, el coeficiente respectivo de cada variable en cada nivel para el modelo exponencial y la razón de momios para cada una de estas variables. Para la obtención de estos modelos, primero se corrieron modelos seleccionados con tan sólo una parte de las variables cualitativas y cuantitativas puesto que el número de combinaciones no pueden ser obtenidas con una sola combinación del modelo. Así, para cada una de las 3 pruebas para identificación de brucelosis y de la variable número de animales muestreados se corrieron 3 modelos, cada uno con un conjunto distinto de variables. Después con todas las variables consideradas como relevantes

para los 12 modelos se usaron estas variables como entrada para representar cada una de las cuatro variables.

Para el número de animales muestreados a brucelosis se identificaron 20 variables significativas desde el punto de vista estadístico con una significancia del 0.05; estas 20 variables contienen 26 niveles con valores significativos afectando el número muestreados a brucelosis. Los coeficientes, B, son parte de la columna la tabla. Y la razón de momios de cada uno de estos niveles están en la última columna la misma.

Así, por ejemplo, cuando no se reemplazan los animales de la finca con animales de feria este término entra la ecuación exponencial y es 30,70 veces más probable que tengan efecto en el número de muestreados a brucelosis. Así mismo en la finca donde no se sabe que la brucelosis genera crías débiles se tiene que el coeficiente de 2.06 entra la razón de momios y tiene 7,83 veces más efecto en el número muestreados a brucelosis que un factor aleatorio; otro factor relevante es cuando los sistemas de producción de lechería presentan coeficiente de 1,21, con una razón de momios de 1,7 veces respecto a un factor aleatorio.

De otro lado, el coeficiente, la columna marcada con "B", identifica el sentido en el cual se da al efecto. Valores positivos incrementan el número de positivos a las pruebas, valores negativos disminuyen el número positivos a las pruebas, según el punto de la escala en que se encuentren. Basadas en las variables presentadas en esta tabla se generan nuevos modelos para las cuatro variables y por lo tanto se encuentran tanto los coeficientes como las razones de momios respectivas.

En el anexo 17 se identifican las variables significativas para modelar: el número de animales muestreados a brucelosis, el número animales positivos a Rosa bengala, El número de animales positivos a fluorescencia polarizada y finalmente el número de positivos a Elisa

competitiva. La razón de momios en cualquier caso es significativa desde el punto de vista estadístico en un valor de significancia de 0.05 provistos en la prueba Chi cuadrado del software Statgraphics.

La tabla 33 dispone de coeficientes o efecto de las variables que se utilizarán para representar las variables de respuesta para la identificación de factores de riesgo a brucelosis, tanto para identificación del tamaño de la muestra, como para la obtención de resultados positivos a cada una de las tres pruebas a brucelosis. Todo esto basado en las nuevas variables seleccionadas a partir de la etapa anterior.

En este sentido la misma tabla muestra los coeficientes dentro el modelo exponencial de Poisson. Así como su direccionalidad.

Para el número muestreados a brucelosis estos se incrementan cuando: no almacena estiércol en el corral, no posee animales de reemplazo de feria, no usan animales de reemplazo del vecino, no usa el overol en el parto, no usa tapabocas en el parto, el predio ha sido previamente identificado como positivo a brucelosis, el predio ha sido previamente identificado como negativo a brucelosis, Aumenta con la frecuencia de limpieza del corral de ordeño, con la presencia de perros en el predio, cuando el productor no sabe que la brucelosis genera crías débiles, cuando no sabe que la brucelosis produce inflamación testicular, cuando sistema de producción no es cría, cuando no tiene estercolero y cuando el predio no es de varios propietarios.

Respecto a las variables cuantitativas, aumenta con la cantidad de días de descanso de las praderas, la participación anual en ferias, la población bovina, el número de vacas de ordeño.

Los aspectos por los que disminuye el número de animales muestreados a brucelosis son: cuando no se registran abortos, cuando no se reemplazan animales del predio, cuando los caninos no tienen acceso a las placentas, cuando no se compran animales en predios libres de brucelosis, cuando no se usan guantes o mangas en el parto, cuando no usa estiércol para abono de pasturas, con ciertas frecuencia de limpieza el corral de ordeño, cuando la fuente agua no es del aljibe, acueducto, compartida, o de rio, Cuando inseminación no es artificial, cuando no hay presencia de equinos en el predio, al no llevar registros productivos, cuando no conoce que la brucelosis produce aborto cuando se vacuna contra brucelosis.

Respecto a los factores cuantitativos disminuye el número de animales muestreados, a más días de ocupación del predio, a mayor distancia lineal de Mocoa, a mayor distancia en coordenadas de longitud

Tabla 33. *Coeficientes de regresión lineal múltiple de los factores de riesgo en las variables de pruebas a brucelosis.*

X	No Muestreados a Brucelosis	No Positivos a Rosa de bengala	No Positivos a FPA	No Positivos a RB y FPA y a ELISA
k Abortaron=0	-0.30			
k Almacena estiércol en corral=0	0.79			
k Animal Remplazo del Predio=0	-1.20			
k Animales Remplazo de Feria G=0	1.33			
k Animales Remplazo de Subasta=0		-1.86	-2.29	
k Animales Remplazo son del Veci=0	0.50			
k Caninos Accede a Placentas=0	-0.23			-36.10
k Compra Animales Predios Libres=0	-0.59			
k Elemento Bios Parto Guante=0	-0.26		2.36	
k Elemento Bios Parto Mangas=0	-0.47	-1.34		

k Elemento Bios Parto Overol=0	2.44			
k Elemento Bios Parto Tapa Boca=0	0.78			
k Estatus Sanitario Brucelosis 1P=1	1.18	2.51	1.60	
k Estatus Sanitario Brucelosis 1P=2	0.66	-0.08	-15.40	
k Estiércol para Abono Pastura=0	-0.78	-3.44		
k Frecuencia limpia coral ordeño=0	0.14	-1.88	-14.80	16.90
k Frecuencia limpia coral ordeño=1	-0.15	-3.07	1.60	35.40
k Frecuencia limpia coral ordeño=2	0.19	-1.59	2.60	19.20
k Frecuencia limpia coral ordeño=3	0.35	0.25	0.71	17.00
k Frecuencia limpia coral ordeño=4	-0.13	-1.31	2.49	36.10
k Fuente de Agua Acueducto=0	-0.40			
k Fuente de Agua Aljibe=0	-0.54			
k Fuente de Agua Compartida=0	-0.23			
k Fuente de Agua Examinada=0	-0.76			
k Fuente de Agua Quebrada Rio=0	-0.83			
k Inseminación Artificial=0	-1.29			
k Lleva Animal a Ferias=0				18.60
k Monta Natural=0				3.36
k Presencia Canina=0	0.48			
k Presencia Equina=0	-0.28			
k Registra=0	-0.30			
k Sabe Brucelosis hace Cría Débil=0	1.38			
k Sabe Brucelosis hace Aborto=0	-0.24			
k Sabe Brucelosis hace Inflama=0	0.94			
k SisProd Lechería=0	1.16	17.00		
k Tiene Estercolero=0	1.62	17.90		
k Vacuna contra Brucelosis=1	-2.43			

k Varios Propietarios=0	0.45			
q Área Predio Ha			0.02	0.02
q D descanso	0.01	0.09		
q D Ocupa	-0.02			
q D0	-3.81			
q D2	-2.20	-4.53		
q Lt Leche Diaria	-0.01			
q Participa Ferias Anual	0.12	-0.64		
q Población Bovina	0.01			
q Vacas Ordeño	0.04	0.05		

La tabla 33 Indica los factores de riesgo que disminuyen el número de positivos a Rosa bengala: cuando no se obtiene animales de reemplazo de subasta, cuando no se usan mangas para la atención del parto, cuando el predio históricamente ha sido identificado como libre de brucelosis, cuando no usa el estiércol para abonar pasturas, Con cierta frecuencia de limpieza y aseo del corral, A mayor distancia, del Centro poblado de Mocoa y cuando la a ferias es anual.

De otro lado, los factores que aumentan el número de positivos a la prueba Rosa de bengala son: la identificación del predio como positivo a brucelosis, alguna frecuencia de limpieza de ordeño, El no disponer de sistemas producción de lechería, el no disponer de estercolero, a mayor cantidad de días de descanso en las praderas y una mayor cantidad de vacas de ordeño.

Respecto al número de positivos en la prueba de fluorescencia, se obtiene que los factores que disminuyen el riesgo de positivos a esta prueba son: cuando no se usan animales de reemplazo provienen del vecino, cuando el predio previamente no ha sido positivo y cuando la limpieza del corral de ordeño de da con frecuencia.

De otro lado el número de positivos a la prueba de fluorescencia aumenta con: el uso en el parto de guantes, cuando el predio se ha identificado como positiva brucelosis, con alguna frecuencia de limpieza el corral de ordeño y con el tamaño el predio. El número de positivos a Elisa competitiva disminuye con un mayor acceso de los caninos a las placentas. Este número de positivos a Elisa competitiva aumenta con la frecuencia en que se hace el aseo del corral de ordeño, cuando no se llevan animales a ferias, cuando el método de reproducción de los bovinos no es monta natural y a un mayor tamaño del predio de la finca.

Dada la importancia en el aumento del número de positivos a brucelosis se procede a identificar la relación funcional entre los coeficientes para aumento de riesgo causados por la frecuencia de aseo del corral. Para ello se toman, el número aproximado es que en un año se hace al corral para cada una de las frecuencias, frente al coeficiente obtenido la función de Poisson. Allí se obtiene una gráfica que se ajusta a un polinomio de grado dos para relacionar al coeficiente en función del número de veces que se limpia el corral de ordeño, en la tabla 34 y la figura 12. Allí puede verse que el valor mínimo de coeficiente para incrementar el número de positivos a Elisa competitiva está en el medio entre 150 a 200 veces de limpieza del corral de ordeño al año, alrededor de 180 veces. Esto es de 3,5 veces por semana o de cada 50 horas calendario, o aproximadamente un día intermedio entre limpiezas consecutivas del corral de ordeño, Además promueva la monta natural

Tabla 34.2 *Coeficientes calculados para la función de Poisson según el número de veces que asea el corral de ordeño.*

Aseo al corral Veces al año	Coeficiente
360	35.4
100	19.2
50	17
12	36.1

F*igura 12.* Coeficientes calculados para la función de Poisson según el número de veces que asea el corral de ordeño.

Discusión

El presente estudio se describió el perfil epidemiológico de la brucelosis bovina en el departamento de Putumayo en el periodo comprendido entre el año 2011 hasta el 2018. Para conocer este fenómeno y su relación con los principales factores de riesgo que predisponen a que se presente la enfermedad en los animales del predio se analizaron los reportes de laboratorio de la DTSA – ICA, junto con una encuesta epidemiológica aplicada a productores de los tres grupos. Un tercer estudio se encaminó a conocer la seropositividad a B. *abortus* en los grupos estudiados, mediante análisis serológico.

En el departamento de Putumayo no existen reportes científicos publicados que den cuenta del comportamiento epidemiológico de la enfermedad, ni sus principales factores de riesgo asociados a la positividad en predio, los datos obtenidos permitieron determinar el patrón que sigue la enfermedad a través del periodo de estudio y conocer que a pesar de la baja seropositividad encontrada, aun el productor desconoce muchos temas relacionados con la brucelosis que pueden llegar a convertirse en un factor determinante para el ingreso del agente al predio.

La estimación de la edad promedio de los bovinos en el departamento del Putumayo basados en los datos del inventario ganadero de 2018 es de 2.49 años en todo el departamento, siendo de 2.83 para las hembras y de 1.89 años para los machos, estos datos muestran la información colectada en campo por los operarios en cada predio, sin embargo estos datos son un aproximado, debido solo el 50% ganaderos de la región llevan registro del nacimiento de la cría y quizá le fecha de monta, y de estos productores solo el 10% guardan la mayoría la información generada en la producción, entre esta las edades de sus animales.

Se estima que el número de nacimientos anuales, o crías para los años 2018 y 2019 en cada uno los municipios del departamento de Putumayo serán 120.600 los crías, de los cuales 77.543 serán hembras, siendo Puerto Guzmán el municipio con mayor cantidad nacimientos. Estos cálculos y procedimientos se incluyen para disponer de un panorama aproximado de la población bovina en el departamento de Putumayo.

De otro lado usando el valor de marca de clase para cada uno de las agrupaciones de tamaño finca se estima el número total de ganado bovino al departamento de Putumayo dentro de cada municipio, obteniendo 465.525 bovinos. Esta inferencia estadística sé da tomando en la primera agrupación de fincas como valor de clase 25,5 bovinos; para la segunda 75,5 bovinos para la tercera el promedio es 300; y la cuarta se toman 600 bovinos. Posterior a ello se multiplica número de predios por el valor de la marca de clase, resultando el valor aproximado de bovinos para el departamento para el año 2019, lo cual contrasta con lo reportado por el ICA para el mismo año, con una diferencia de 158.607 bovinos por vacunar e identificar los predios en los cuales estos están (ICA, 2019).

En relación a las pruebas utilizadas se tiene en cuenta los datos de sensibilidad y especificidad proporcionados por la literatura científica, lo cual presenta un sesgo sin mayor relevancia, por esto las muestras fueron analizadas preliminarmente con la técnica rosa de bengala, seguido por fluorescencia polarizada y cerrando el diagnostico en serie con ELISA competitiva, teniendo en cuenta el diagnostico en serie propuesto en la normatividad sanitaria expedida por el ICA en la resolución 7231 de 2017.

La positividad encontrada en bovinos en el departamento de Putumayo entre los años 2011 hasta 2018 fluctuó a través del periodo de estudio desde el 0.20% al 1.7%, lo cual no concordó con lo reportado por Ávila-Granados et al., 2019, quienes analizaron el evento en el

Colombia en el periodo de 2006 hasta 2016, mostrando resultados de 2.8% a 6.1%. En el departamento de Caquetá se obtuvieron resultados similares a los hallados en este estudio, encontrando prevalencias del 1 al 2.1% en ganaderías bovinas y del 16.3% en producciones mixtas (Bovinas-Bubalinas) (Motta, Waltero & Abaledo, 2014). Así mismo Oviedo-Pastrana, Brunal-Tachac, Doria-Ramos & Oviedo-Socarras (2017) hicieron lo propio en la región de la costa atlántica colombiana y el departamento de Antioquia, encontrando que la positivada de estas regiones está en 5.8% y Arenas et al., 2017 reportaron 4.2 % de prevalencia en la región de Sumapaz.

En el departamento de Nariño en el periodo de septiembre de 2014 a febrero de 2015 el LDV - ICA Pasto proceso 24018 sueros sanguíneos, mediante la prueba tamiz, FPA y los positivos se confirmaron con ELISA competitiva. Encontrando resultados en el sur del departamento de 0.19% que se relacionan estrechamente con los resultados de este estudio (Bolaños, 2015)

Así mismo, investigaciones realizadas en el departamento del Huila muestran concordancia con este estudio, encontrando prevalencia que oscilan desde el 2,69% en el norte seguido por la zona occidental (1,90%), el centro (1,90%) y el sur (0,18%) (Embus, Castañeda & Bautista, 2012).

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Aznar, Samartino, Humblet & Saegerman (2012) quienes señalan que la prevalencia en Argentina es 2,1% y de los países limítrofes es de 0,04% en Uruguay, 0,06% en el sur de Brasil, 0,2 en Chile, 3.15 en Paraguay y 2,27 en Bolivia. Ello es acorde a los resultados hallados en este análisis retrospectivo.

En contraste a los anterior Souza, Brasil, Parentoni, Azevedo, Alve & Azevedo, (2012) en su estudio reportan seropositividad a *B. abortus* del 27,5% en predios en el estado de Roraima en el norte de Brasil, asi como del 16,7% en el Ecuador (Carbonero et al., 2018),

Por otro la dos, la positividad de *B. abortus* en el departamento de Putumayo es menor en relación a los reportes en las demás zonas del país y otros países latinoamericanos, evento que puede corresponder a que la vacunación con la cepa 19 ha tenido éxito en la región y los controles realizados por el servicio veterinario han sido efectivos, además queda pendiente conocer si los flujos de movilizaciones desde los departamentos donde se presenta la mayor prevalencia de la enfermedad han podido ingresar animales infectados.

En el estudio se encontró que el 98% de los casos positivos a *B. abortus* correspondía bovinos hembras y el 2% restante a machos; en su estudio Motta-Delgado et al., 2018 da cuenta de la seroprevalencia del 0% en machos y del 5,81% en hembras. Al mismo tiempo, la prevalencia por predio de la enfermedad en el Putumayo es mucho menor (1% en promedio) a la reportada por este autor en el municipio de San Vicente del Caguán que fue del 40%.

En Ruanda, África se analizaron los factores de riesgo y la seropositividad a *B. abortus* en bovinos encontrando que el 57.5% de los encuestados desconocía la enfermedad y sus síntomas en sus animales, el 62,5% reportó haber alimentado los perros con las membranas fetales y la prevalencia para este estudio fue del 19.1% con la prueba rosa de bengala; por lo tanto, se deben confirmar los positivos a rosa de bengala con la serológica confirmatoria recomendada por la OIE. Para este estudio, todos los casos se confirmaron con Elisa competitiva (Ndazigaruye, et al., 2018).

En relación a la positividad en otras especies, para el departamento de Putumayo en el periodo de estudio no hubo reporte de tales eventos, en contraste a otros lugares del territorio nacional donde se logró identificar anticuerpos anti *B. abortus* en ovejas, cabras, cerdos y búfalos. Esto se debe quizás a que el número de muestras tomadas no fue representativo en comparación con las de bovinos que corresponde al 97%. Otro factor que pudo haber influido en el bajo número de sueros tomados en otras especies susceptibles a *B. abortus* es que solo hasta que se publicó la resolución 7231 de 2017, (control y erradicación de la brucelosis en Colombia) se da la obligatoriedad de muestrear estas especies en el proceso de certificación de predios libres, saneamiento e ingreso a eventos feriales.

Los mapas epidemiológicos muestran que la enfermedad se encuentra distribuida en 11 de los 13 municipios del departamento, sin embargo es necesario tomar con cautela este resultado, debido a que los municipios donde se encuentran los mayores inventarios ganaderos, como lo son Puerto Guzmán y Puerto Leguizamo, donde no se ha detectado seroconversión, adicionalmente a esto la menor cantidad de animales muestreados para el diagnóstico de brucelosis bovina son estos mismo territorios. Lo cual puede llevarnos a indicar que la prevalencia de la enfermedad en estos municipios es desconocida.

Al analizar las diferentes variables se obtiene que el número de animales positivos a la prueba Elisa competitiva en los predios aumenta cuando aumentan los siguientes factores: cuando los animales de reemplazo se obtienen por subasta, cuando los caninos tienen acceso las placentas de los bovinos, cuando el método de reproducción es la inseminación artificial, la cantidad de vacas de ordeño, los litros de leche diaria producida y la existencia registros productivos y reproductivos en el predio.

Souza, et al (2012). Confirman en su estudio que los principales factores de riesgo para el contagio de la enfermedad son predios con más de 51 animales (odds ratio = 1.87; p = 0.015), así como el alquiler de pasturas en la alimentación del ganado (odds ratio = 2.20; p = 0.003). Recomiendan la vacunación de la totalidad de terneras en la zona con el fin de controlar el avance de la enfermedad.

Chaka, Aboset, Garoma, Gumi & Thys (2018) Realizaron encuesta epidemiológica a productores en el parque nacional de nechisar en Etiopía. En el documento se le indaga al ganadero acerca del conocimiento de la brucelosis y su potencial zoonótico; así mismo, se muestrearon 268 bovinos y 246 cabras. Las pruebas fueron sometidas preliminarmente a rosa de bengala, seguido por ELISA y las reacciones positivas se confirmaron con fijación de complemento. Los resultados mostraron que el 12,8% de los bovinos fueron positivos y el 32% en las cabras. Se evidenció como factor de riesgo el desconocimiento de la enfermedad y el riesgo a la salud pública por el consumo de productos lácteos crudos.

El número de bovinos a Elisa competitiva parte con la condición inicial de 0.46 bovinos en cada predio; disminuyen en - 0.21 cuando las animales del reemplazo son del mismo predio; aumenta en 0.10 por cada aumento en la escala de descanso de la pradera; disminuye en -0.28 animales cuando se entierran las placentas; también disminuyen en -1.33 animales en cada predio cuando la monta se reporta natural; y el sistema productivo de doble propósito lo aumenta en 0.97 animales en predio, así como se identifica un aumento por el sistema productivo de lechería especializada en 0,66 animales en cada predio.

Al relacionar el concepto de una salud con los datos obtenidos, se debe reconocer que existe un riesgo en la salud pública de los consumidores de leche en el departamento, puesto que los animales identificados como positivos a *B. abortus* fueron productores de leche para

el consumo humano, la cual se consume cruda, debido a que en Putumayo no existe ninguna planta pasteurizadora de leche que higienice la materia prima. Además, la mayoría de productores que viven en la zona no son conscientes del riesgo al que están expuestos y la única forma de mitigarlo es mediante la vacunación con la cepa 19, esto en concordancia con Chaka, Aboset, Garoma, Gumi & Thys (2018). Por otro lado la asistencia técnica profesional o de los entres encargados es mínima, los ganaderos en su mayoría atiende partos empíricamente y muy regularmente utiliza elementos de bioseguridad para protegerse.

Sin embargo, en Costa Rica se efectúa muestreo serológico para conocer la prevalencia de la enfermedad en la ganaderos de la región de Cartago, se analizaron 714 sueros sanguíneos de la población mediante la prueba de rosa de bengala encontrando la prevalencia en 0,87% y luego de la prueba diagnóstica ninguno demostró seroconversión. Pese a que el 74% manifestó consumir leche cruda (Chanto, et al., 2007). En este sentido, y teniendo en cuenta el riesgo zoonótico que presenta la enfermedad, es necesario actualizar e implementar un programa de erradicación y control de la brucelosis en todas las especies susceptibles, incluyendo a los humanos; Esto debido a que el Ministerio de salud Colombiano no tiene la capacidad técnica para efectuar un análisis serológico, ni presta atención a este problema en la salud pública, orientando sus esfuerzos solo a efectuar una encuesta epidemiológica en algunos predios donde el servicio sanitario ha identificado el foco, sin que se haga un examen clínico y/o serológico a las personas que entran en contacto con la bacteria en predio; pues, según Moreno (2014) la infección por *Brucella sp* es fácilmente trasmisible presentando un proceso febril ondulante acompañado de 34 síntomas adicionales y cuando llega a la cronicidad puede afectar el sistema musculo esquelético, nervioso y cardiovascular.

En relación a los resultados de la seropositividad en los tres grupos analizados, se pudo establecer que solo se presentaron animales confirmados con ELISA competitiva en el grupo de predios con historial de la enfermedad en el hato, en los demás no se presentó el evento.

Los predios con historial de positividad a *B. abortus* presentaron siete animales positivos en cuatro predios esto se debe a que aún hay reservorios de la bacteria en la zona, que son fuente de infección para que otros animales. Este fenómeno de prevalencia en estos predios se puede explicar asumiendo que en los muestreos de saneamiento no se tomaron muestras serológicas al 100% de las especies susceptibles presentes en la producción, las estrategias para erradicar la enfermedad en la granja no han tenido los resultados esperados o el ingreso de la brucelosis se dio con el uso de reproductores de granjas con estatus desconocido sin los chequeos serológicos utilizados en estos (Cárdenas et al., 2019).

Para este estudio se identifica como factor que aumenta la cantidad de resultados positivos con ELISA competitiva en bovinos está la característica del sistema doble propósito. Para este departamento y todo el país este sistema se desarrolla en el trópico medio y bajo, mediante el uso del mestizaje de vacas *indicus* cruzadas con *cebuínas*. Realizando ordeño una vez al día, por lo general en la mañana, con el ternero para que estimule el descenso de la leche (Carulla & Ortega, 2016). Este dato es de suma importancia por la significancia que tiene, puesto que 9 de los 13 municipios este sistema productivo es altamente difundido entre los ganaderos.

Por otro lado, este estudio concuerda parcialmente con los resultado obtenidos por Zambrano, Pérez & Rodríguez (2016), quienes efectuaron una investigación de casos y controles encontrando que la mayor seroconversión se da en ganaderías de producción de

leche, pero el ingresar animales sin los monitores serológicos adecuados se constituye en un factor de riesgo para la ganadería en concordación a esta investigación

Acha & Szyfres (2003) informa que la brucelosis se puede trasmitir por medio de la inseminación de las vacas con semen infectado. Los toros se infectan y la bacteria se multiplica en los testículos y glándulas accesorias produciendo inflamación testicular, adherencias, fibrosis, disminución en la libido, higromas y artritis, pero no se refiere al contagio de la enfermedad luego de la monta natural. Este reporte concuerda con este estudio donde se establece que el número de animales positivos a ELISA competitiva disminuye si se usa este medio de reproducción en el predio.

Conclusiones

Al determinar el perfil de *B. abortus* en el departamento de Putumayo en el periodo de estudio, mediante el análisis de la información generada y consolidada por el ICA se concluyó que se diagnosticaron 100 bovinos positivos a la enfermedad, confirmado por Elisa competitiva. Se debe informar que en una base inicial entregada por la DTSA-ICA se reportan el mismo número de bovinos positivos, pero de ellos 98 eran hembras y 02 machos. Al solicitar mayor información a esta dependencia se hace entrega del consolidado de todas las pruebas diagnósticas practicadas en esta seccional en el periodo de 2011 hasta 2018, en la cual se reportan 99 hembras y 01 macho seropositivo, motivo por el cual se tomaron los datos entregados preliminarmente, asumiendo que hubo error de digitación al momento en la segunda entrega.

En el departamento no existían reportes científicos de la seropositividad de la enfermedad, con este estudio se da a conocer la edad promedio de en años de los bovinos que es de 2.49 años, siendo 2.83 años para las hebras y 1,89 para los machos, así mismo se calcula el número en promedio de bovinos que nacieron en el departamento, de los cuales se prevé que 77.543 sean hembras y 43.057 macho para un total de 120.600 crías, el municipio de Puerto Guzmán el que albergue la mayor cantidad de nacimientos.

Mediante la aplicación ley de Little se logra estimar el número total de bovinos en el departamento, esto se da con la multiplicación del número de predios y el valor de marca de clase, logrando hacer inferencia estadística, estimando para el departamento 465.525 bovinos.

Para este estudio el número de animales positivos fue de 07 bovinos hembra, dispersas en 04 predios, lo cual es aparentemente bajo, sin embargo, al analizar el número de positivos

en el periodo de 2011 hasta 2018 se examinaron 26.740 animales, de los cuales fueron positivos 100, esto corresponde al 0.37% y 0,5 para el estudio.

Según el efecto de las diferentes variables para explicar el número muestreados por brucelosis, se tiene que los ganaderos que producen menos leche son los que más hacen muestrear sus animales, hecho que no debería corresponder, puesto que el riesgo en la salud pública está más acentuado en las producciones de ganadería de lechería especializada y doble propósito.

A pesar que en el presente estudio ningún bovino macho se pudo identificar como seropositivo a *B. abortus* y en el análisis retrospectivo desde 2011 hasta 2018, solo se diagnosticaron 02, uno de los principales signos en el macho entero es lo inflamación testicular, lo cual se configura como un factor importante en la identificación de la enfermedad, sin embargo, la mayoría de productores no asocian este signo con la enfermedad en sus animales.

El ingreso al predio de animales del vecino y ferias ganaderas y los que no utilizan como medio de reproducción la monta natural tienen menor probabilidad de tener animales positivos en el predio.

Por el contrario, los predios que han vacunado sus animales contra brucelosis aumentan el número de animales infectados, así como los que han tenido abortos en el predio y no ha realizado la prueba de rosa de bengala o Elisa competitiva.

Se identifica como factor que aumenta los resultados positivos a Elisa competitiva cuando los animales son adquiridos por subastas, cuando los perros tienen acceso a las placentas luego del aborto o el parto natural, cuando se tiene como método de reproducción la

inseminación artificial, la población de bovinos en el predio, los días de ocupación de las praderas, el número de vacas en ordeño y contar registros productivos y reproductivos.

Recomendaciones

La principal limitante para este estudio fue que no se encontró reportes académicos ni del servicio veterinario en su página web de la prevalencia de la brucelosis para el departamento de Putumayo. Los datos analizados corresponden a vigilancia pasiva; datos recolectados de los muestreos serológicos para el diagnóstico de la enfermedad con el fin de movilizar, certificar predios y en menor proporción en conocer la presencia de la enfermedad en predio. Esto quiere decir que hasta el momento no se ha publicado información relacionada al estudio epidemiológico de la enfermedad en el departamento. Pese a lo anterior, se analizaron los reportes de seropositividad por cada año de los cuales se obtuvo información como indicador de la enfermedad.

Se espera que los resultados de este estudio aporten al conocimiento del comportamiento de la enfermedad en el departamento, además de permitir conocer una panorámica epidemiológica de la enfermedad entre la población ganadera de la región y los principales factores de riesgo que predisponen el ingreso de la patología al predio. Se espera estos datos sean insumo para el replanteamiento de las políticas sanitarias enfocadas al departamento, tanto en medicina veterinaria como en salud pública.

Al final del estudio se plantean preguntas que pueden alimentar la información científica relacionada con este tema de investigación y pensamos que los próximos estudios se deben orientar hacia los siguientes tópicos:

Evaluación de la conservación de la cadena y método de aplicación de la vacuna en predio.

Evaluación de la eficacia en campo de la vacuna cepa 19 y RB 51.

Conocer el manejo que se le da a la vacuna cepa 19 y RB 51 desde la entrega del laboratorio productor hasta la inmunización de las hembras.

Evaluación del conocimiento de la importancia de la brucelosis como agente que afecta la salud publica en el país.

Conocer la prevalencia de *B. abortus* en humanos.

Referencias

Ashford, D. A., di Pietra, J., Lingappa, J., Woods, C., Noll, H., Neville, B., ... & Perkins, B. A. (2004). Adverse events in humans associated with accidental exposure to the livestock brucellosis vaccine RB51. Vaccine, 22(25-26), 3435-3439.

Acha, P. N. & Szyfres, B., (2003). Zoonoses and Communicable Diseases Common to Man and Animals: Parasitic Zoonoses(Vol. 580). Pan American Health Org.

Ahmad, K. (2005). Control of animal diseases caused by bacteria: Principles and approaches. *Pakistan Veterinary Journal*, 25(4), 200.

Arimi, S. M., Koroti, E., Kang'ethe, E. K., Omore, A. O., & McDermott, J. J. (2005). Risk of infection with *Brucella abortus* and *Escherichia coli* O157: H7 associated with marketing of unpasteurized milk in Kenya. *Acta tropica*, 96(1), 1-8.

Aznar, M. N., Samartino, L. E., Humblet, M. F., & Saegerman, C. (2014). Bovine brucellosis in Argentina and bordering countries: update. Transboundary and emerging diseases, 61(2), 121-133.

Barquero-Calvo, E., Mora-Cartín, R., Arce-Gorvel, V., Juana, L., Chacón-Díaz, C., Chaves-Olarte, E., ... & Moreno, E. (2015). Brucella abortus induces the premature death of human neutrophils through the action of its lipopolysaccharide. PLoS pathogens, 11(5), e1004853.

Bolaños, O. J (2015) *Análisis de la seropositividad de brucelosis bovina mediante ELISA comparativa y fluorescencia polarizada, entre el 1 de septiembre de 2014 hasta el 13 de febrero 2015 en el laboratorio de diagnóstico veterinario del Instituto Colombiano*

Agropecuario ICA seccional Nariño.(tesis de pregrado) Universidad de Nariño, Pasto Colombia.

Borba, M. R., Stevenson, M. A., Gonçalves, V. S. P., Neto, J. F., Ferreira, F., Amaku, M., ... & Figueiredo, V. C. F. (2013). Prevalence and risk-mapping of bovine brucellosis in Maranhão State, Brazil. Preventive veterinary medicine, 110(2), 169-176.

Cárdenas, L., Melo, O., & Casal, J. (2018). Evolution of bovine brucellosis in Colombia over a 7-year period (2006–2012). Tropical animal health and production, 50(1), 19-27.

Cárdenas, Z. L. (2018). *La Brucelosis bovina y sus factores de riesgo: evaluación a nivel mundial y en Colombia* (Tésis Doctoral). Universidad autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

Cárdenas, L., Awada, L., Tizzani, P., Cáceres, P., & Casal, J. (2019). Characterization and evolution of countries affected by bovine brucellosis (1996–2014). Transboundary and emerging diseases.

Cárdenas, L., Cañas-Álvarez, J. J., Vázquez, A., Boixadera, E., & Casal, J. (2019). Analysis of domestic animal movements in Colombia (2006–2014) and their possible influence on the bovine brucellosis spread. Tropical animal health and production, 51(2), 383-388.

Cárdenas, L., Peña, M., Melo, O., & Casal, J. (2019). Risk factors for new bovine brucellosis infections in Colombian herds. BMC veterinary research, 15(1), 81.

Carulla, J. E., & Ortega, E. (2016). Sistemas de producción lechera en Colombia: retos y oportunidades. Arch. Latinoam. Prod. Anim, 24(2), 83-87.

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.

Carbonero, A., Guzmán, L. T., García-Bocanegra, I., Borge, C., Adaszek, L., Arenas, A., & Saa, L. R. (2018). Seroprevalence and risk factors associated with Brucella seropositivity in dairy and mixed cattle herds from Ecuador. Tropical animal health and production, 50(1), 197-203.

Castro, H. A., González, S. R., & Prat, M. I. (2005). Brucelosis: una revisión práctica. Acta bioquímica clínica latinoamericana, 39(2), 203-216.

Corbel, M. J. (2006). Diagnosis. Brucellosis in humans and animals. World Health Organization.(pp. 22-27).

Chanto, G., Rojas, N., Ching, A., Zúñiga, R., Castro, E., Chaverri, S., ... & Campo, E. (2007). Prevalencia de anticuerpos séricos contra la bacteria Brucella sp. en una población humana tropical. Revista de biología tropical, 55(2), 385-391.

Chaka, H., Aboset, G., Garoma, A., Gumi, B. y Thys, E. (2018). Estudio transversal de brucelosis y factores de riesgo asociados en el área de interfaz ganado-vida silvestre del Parque Nacional Nechisar, Etiopía. Salud y producción de animales tropicales , 50 (5), 1041-1049.

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía, Corpoamazonía. (2011). Departamento del Putumayo-Corpoamazonía. Recuperado de http://www.corpoamazonia.gov.co/region/Putumayo/Cartografia/Ptyo_General.html

Collazos, D. V., Torres, M. F., Gónzalez, F., Sambony, N. L., & Muñoz, C. O. (2008). Prevalencia de brucelosis en la leche cruda de bovinos expendida en el municipio de Popayán Cauca septiembre-diciembre 2006. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 6(2), 76-85.

D'Pool, G., Rivera, P.S., Torres, T., Pérez, M., García, A., Castejón, O. Prevalencia de brucelosis bovina mediante ELISA competitivo en el municipio la cañada de urdaneta, estado Zulia, Venezuela Revista Científica, 2004; XIV suppl 2:168-176

Dadar, M., Shahali, Y., & Whatmore, A. M. (2018). Human brucellosis caused by raw dairy products: A review on the occurrence, major risk factors and prevention. International journal of food microbiology.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE. (2018). Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Retrieved from https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_octubre_2012.pdf

Diaz-Aparicio, E. (2013). Epidemiología de la brucelosis causada por Brucella melitensis, Brucella suis y Brucella abortus en animales domésticos. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*, 32(1), 43-51.

Dobson, A., & Meagher, M. (1996). The population dynamics of brucellosis in the Yellowstone National Park. *Ecology*, *77*(4), 1026-1036.

Dubie, T., Adugna, M., Sisay, T., & Mukitar, Y. (2014). The economic and public health significance of brucellosis. *Global Research Journal of Public Health and Epidemiology*, *1*(7), 054-64.

Embus, R. C. D., Castañeda, M. A., & Bautista, E. H. D. (2012). Seroprevalencia de Brucella abortus en bovinos del departamento de Huila-Colombia. *Momentos de Ciencia*, 9(2).

Federación Colombiana de Colombia. (2015) FEDEGAN. Recuperado el 11/04/2019. Disponible en https://www.fedegan.org.co/estadisticas/inventario-ganadero

Givens, M. D. (2018). Risks of disease transmission through semen in cattle. Animal, 12(s1), s165-s171.

Nielsen, K., Lin, M., Gall, D., & Jolley, M. (2000). Fluorescence polarization immunoassay: detection of antibody to Brucella abortus. Methods, 22(1), 71-76.

Gall, D., & Nielsen, K. (2004). Serological diagnosis of bovine brucellosis: a review of test performance and cost comparison.*Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*, (3), 989-1002.

Gálvez Vargas, R., García Martín, M., & Guillén Solvas, J. (2003). Epidemiología general de las zoonosis. Brucelosis y rabia. *Medicina preventiva y salud pública*, *10*, 589-600.

Gestal, G., Cortina, P., & Delgado, M. (1998). Vacunas de aplicación no sistemática de uso poco frecuente. Vacunaciones preventivas. Principio y aplicaciones. Barcelona: Masson, 491-506.)

Glynn, M., Kathleen, & Tracey, V. (2008). Brucellosis. *Vet Med Today: Zoonosis Update*, 900-908.

Godfroid, J., Scholz, H. C., Barbier, T., Nicolas, C., Wattiau, P., Fretin, D., ... & Saegerman, C. (2011). Brucellosis at the animal/ecosystem/human interface at the beginning of the 21st century. *Preventive veterinary medicine*, 102(2), 118-131.

Guzmán, L. T. G. (2017). *Seroprevalencia y factores de riesgo de la infección por agentes reproductivos del ganado bovino (Brucella spp, Coxiella bumetii, Leptospira interrogans serovar hardjo y Neospora canium) en explotaciones lecheras y de doble propósito de Ecuador* (Doctoral dissertation, Universidad de Córdoba).

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (Vol. 3). México: McGraw-Hill.

Hénaux, V., & Calavas, D. (2017). Evaluation of the cost-effectiveness of bovine brucellosis surveillance in a disease-free country using stochastic scenario tree modelling. PloS one, 12(8), e0183037.

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. (2014). Informe de gestión 2012. Recuperado el 08 de mayo de 2019, de https://www.ica.gov.co/getattachment/5bd7ca9b-a3fc-4652-ac4f-393d821edb03/Informe-2011.aspx

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. (2014). Instituto Colombiano Agropecuario. Recuperado el 15 de 11 de 2017, de https://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Bol/Epi/Boletines-Anuales.aspx

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. (2017). Resolucion 7231 de 2017 "Por medio de la cual se establecen las medidas sanitarias para la prevención, control y erradicación de la brucelosis bovina en las especies bovina,bufalina, ovina, caprina, equina y porcina en Colombia". Bogotá, Colombia.

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA (2018a) Resultado de analisis laboratorio de animlaes muestreados en la seccional Putumayo 2011-2018

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA (2018b) Zonas autodeclaradas libres de brucelosis bovina en Colombia, 2018. Disponible en https://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Enfermedades-Animales/Brucelosis-Bovina-1/Avance-Erradicacion-de-Brucelosis.aspx

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA (2019 II ciclo vacunación 2017 predios**.** Disponible en https://www.ica.gov.co/getdoc/471e32cc-537f-44c2-935c-317cf8f9fa2e/fiebre-aftosa-(1).aspx.

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. (2019) Censo pecuario nacional. Disponible en https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.

Instituto Geografico Agustín Codazzi , IGAC. (2018). Mapas/Putumayo. Obtenido de http://www2.igac.gov.co/ninos/UserFiles/Image/Mapas/putumayo.pdf

Jaramillo Arango, C. J., & Martínez Maya, J. (2010). Epidemiología veterinaria. Editorial El Manual Moderno.

Lemos, T. S., Cequinel, J. C., Costa, T. P., Navarro, A. B., Sprada, A., Shibata, F. K., ... & Tuon, F. F. (2018). Outbreak of human brucellosis in Southern Brazil and historical review of data from 2009 to 2018. PLoS neglected tropical diseases, 12(9), e0006770.

López, C. A. V., Andraca, R. A., & Weber, F. L. R. (2008). Brucelosis. Una infección vigente. *Acta médica grupo ángeles*, 6(4), 158-165.

McDermott, J., Grace, D., & Zinsstag, J. (2013). Economics of brucellosis impact and control in low-income countries. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*, 32(1), 249-61.

Motta-Delgado, P. A., Herrera-Valencia, W., Londoño, M., Rojas-Vargas, E. P., & Rivera-Calderón, L. G. (2018). del Cambio Climático. Florencia, Colombia. 2 Doutorado Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária (Patologia Animal), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. São Paulo, Brasil.

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. Revista de Salud Animal, 36(2), 80-89.

Miranda, K. L., Poester, F. P., Dorneles, E. M. S., Resende, T. M., Vaz, A. K., Ferraz, S. M., & Lage, A. P. (2016). Brucella abortus RB51 in milk of vaccinated adult cattle. Acta tropica, 160, 58-61.

Moreno, E. (2014). Retrospective and prospective perspectives on zoonotic brucellosis. *Frontiers in microbiology*, 5, 213.

Neta, A. V. C., Mol, J. P., Xavier, M. N., Paixão, T. A., Lage, A. P., & Santos, R. L. (2010). Pathogenesis of bovine brucellosis. *The Veterinary Journal*, 184(2), 146-155.

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. Journal of the South African Veterinary Association, 89.

Negrón ME, Kharod GA, WA Bower, Walke H. Notas de campo: Human Brucella abortus Infecciones RB51 causada por el consumo de lácteos no pasteurizados productos domésticos - Estados Unidos, 2017-2019. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2019; 68: 185. DOI: http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6807a6

Nicoletti, P. (1980). The epidemiology of bovine brucellosis. Advances in veterinary science and comparative medicine, 24, 69.

Olinto, F.A., Azevedo, S.S., & Júnior, J.R. (2012). Estudo retrospectivo da brucelose bovina na microrregião de Pau Dos Ferros, estado do rio grande do norte, Brasil.

Olsen, S., & Tatum, F. (2010). Bovine brucellosis. Veterinary Clinics: Food Animal Practice, 26(1), 15-27.

Organización Mundial de Sanidad Animal, (OIE) 2016. Brucelosis (Brucella abortus,Brucella melitensis y Brucella suis). En: Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres. 7ª ed. Vol 1, Cap 2.1.4. Paris: OIE. [Internet]. Disponible en:http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/2.01.04_BOVINE_BRUCELL.pdf

Oviedo-Pastrana, M., Brunal-Tachack, E., Doria-Ramos, M., & Oviedo-Socarras, T. (2017). Análisis de indicadores epidemiológicos: Brucelosis bovina en la Costa Atlántica y Antioquia-Colombia, 2005-2013. *Revista MVZ Córdoba*, 6034-6043.

Pappas, G., Papadimitriou, P., Akritidis, N., Christou, L., & Tsianos, E. V. (2006). The new global map of human brucellosis. *The Lancet infectious diseases*, 6(2), 91-99.

Pappas, G. (2010). The changing Brucella ecology: novel reservoirs, new threats. International journal of antimicrobial agents, 36, S8-S11.

Paulin LM. 2003. Brucelose. *Arquivos do Instituto Biológico.*70, 239-249.

Radostits, O. M., Gay, C. C., Blood, D. C., Hinchcliff, K. W., Arundel, J. H., Jacobs, D. E., ... & Alvarez Baleriola, I. (2002). Medicina veterinaria: tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino.

Rodriguez, Z, M & Santos, J. S. (2014). Brucelosis. *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 11(52), 3045-3053.

Seleem, M. N., Boyle, S. M., & Sriranganathan, N. (2010). Brucellosis: a re-emerging zoonosis. *Veterinary microbiology*, 140(3-4), 392-398.

Souza, L. P. A., Brasil, A. W. L., Parentoni, R. N., Azevedo, E. O., Alves, C. J., & Azevedo, S. S. (2012). Brucelose bovina no Estado de Roraima: estudo retrospectivo. Arquivos do Instituto Biológico, 79(3), 319-325.

Schumaker, B. (2013). Risks of Brucella abortus spillover in the Greater Yellowstone area. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*, 32(1), 71-7.

Schurig, G. G., Sriranganathan, N., & Corbel, M. J. (2002). Brucellosis vaccines: past, present and future. Veterinary microbiology, 90(1-4), 479-496.

Souza, L. P. A., Brasil, A. W. L., Parentoni, R. N., Azevedo, E. O., Alves, C. J., & Azevedo, S. S. (2012). Brucelose bovina no estado de Roraima: estudo retrospectivo. Arquivos do Instituto Biológico, 79(3), 319-325.

Tique, V., Daza, E., Álvarez, J., & Mattar, S. (2010). Seroprevalencia a Brucella abortus y ocurrencia de Brucella melitensis en caprinos y en ovinos de cesar y sucre. revista udca actualidad & divulgación científica, 13(2), 133-139.

Truong, Q. L., Cho, Y., Park, S., Park, B. K., & Hahn, T. W. (2016). Brucella abortus mutants lacking ATP-binding cassette transporter proteins are highly attenuated in virulence and confer protective immunity against virulent B. abortus challenge in BALB/c mice. Microbial pathogenesis, 95, 175-185

Tizard, I. (2002). Inmunología veterinaria. Tr. Palacios, R. 6ª Ed. México, D. F.

McGraw-Hill Interamericana. pp. 274-288.

Zambrano Aguayo, M. D., Pérez Ruano, M., & Rodríguez Villafuerte, X. (2016). Brucelosis Bovina en la Provincia Manabí, Ecuador: Estudio de los Factores de Riesgo. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 27(3), 607-617.

Zambrano, A., & Pérez, R. (2015). Seroprevalencia de brucelosis en ganado bovino y en humanos vinculados a la ganadería bovina en las zonas norte y centro de la provincia Manabí, Ecuador. *Revista de Salud Animal*, 37(3), 164-172.

ANEXOS

Anexo 1. *Predios y ganado bovino vacunado en el departamento de Putumayo, Colombia. anual y ciclo. (Fuente ICA. Cálculos Propios)*

año	ciclo	Total de predios	Predios vacunados	Total bovinos	bovinos vacunados	% Predios Vacunados	% Bovinos Vacunados	Bovinos / Total	Bovinos / Vacunados	Ciclos Promedio de vacunación
2015	1	7,417	6,649	197,556	179,079	90	91	26.64	26.93	1.103
	2	7,116	6,466	203,048	183,855	91	91	28.53	28.43	1.104
2016	1	7,252	6,663	209,006	188,973	92	90	28.82	28.36	1.106
	2	8,659	6,718	210,086	200,223	78	95	24.26	29.80	1.049
2017	1	8,659	7,613	210,086	246,837	88	117	24.26	32.42	0.851
	2	7,657	7,503	253,287	248,400	98	98	33.08	33.11	1.020
2018	1	7,913	7,771	270,026	265,157	98	98	34.12	34.12	1.018
	2	8,162	7,987	279,361	274,105	98	98	34.23	34.32	1.019
Total		62,835	57,370	1,832,456	1,786,629	91	97	29.16	31.14	1.026

Anexo 2. *Estadísticos descriptivos de los predios y ganado bovino vacunado en el departamento de Putumayo Colombia. anual y ciclo. Fuente ICA. Cálculos propios*.

Estadístico	Total de predios	Predios vacunados	Total bovinos	Bovinos vacunados	% Predios Vacunados	% Bovinos Vacunados	Bovinos / Total	Bovinos / Vacunados	Ciclos Promedio de vacunación
Suma	62,835	57,370	1,832,456	1,786,629	91	97	29	31	1
Máximo									

Promedio	8,659.00	7,987.00	279,361.00	274,105.00	98.21	117.49	34.23	34.32	1.11
Mínimo	7,854.38	7,171.25	229,057.00	223,328.63	91.49	97.35	29.24	30.94	1.03
Desviación Estándar	7,417.00	6,649.00	197,556.00	179,079.00	89.65	90.65	26.64	26.93	1.10
C. Variación	601.33	605.24	32,921.26	39,168.95	6.95	8.87	4.15	2.90	0.08
C. Curtosis	0.08	0.08	0.14	0.18	0.08	0.09	0.14	0.09	0.08
C. Asimetría	(1.45)	(2.21)	(1.56)	(2.23)	1.43	4.57	(1.80)	(1.96)	3.34
C. Correlación, con ciclo	0.31	0.14	0.75	0.10	(1.08)	1.97	0.08	(0.11)	(1.63)
C. Determinación, con ciclo	0.51	0.93	0.92	0.97	0.52	0.45	0.66	0.98	(0.51)
	0.26	0.87	0.85	0.93	0.27	0.20	0.44	0.95	0.26

Anexo 3 *Agregados por municipio del ganado bovino vacunado en el departamento de Putumayo Colombia. 8 ciclos de 2015 a2018. Fuente ICA. Cálculos propios*.

Municipio	Total de predios	Predios vacunados	Total bovinos	Bovinos vacunados	% Predios Vacunados	% Bovinos Vacunados	Bovinos / Total	Bovinos / Vacunados	Ciclos Promedio de vacunación
Colón	1,938	1,78	26,55	26,10	92.00	98.31	1,370.18	14.64	1.017
Mocoa	3,484	3,19	45,76	45,02	91.73	98.40	1,313.49	14.09	1.016
Orito	7,040	6,15	107,66	105,33	87.41	97.84	1,529.26	17.12	1.022

Puerto Asís	9,436	8,40	259,41	250,39	89.03	96.52	2,749.18	29.81	1.036
Puerto Caicedo	4,572	4,07	103,08	101,88	89.22	98.83	2,254.68	24.98	1.012
Puerto Guzmán	8,352	7,59	489,31	462,79	90.88	94.58	5,858.61	60.97	1.057
Puerto Leguízamo	3,686	3,51	362,79	363,65	95.23	100.24	9,842.62	103.61	0.998
san francisco	3,870	3,54	42,60	41,28	91.71	96.90	1,100.85	11.63	1.032
san miguel	4,000	3,67	68,70	66,74	91.88	97.15	1,717.53	18.16	1.029
Santiago	2,305	2,24	24,53	24,29	97.57	99.03	1,064.47	10.80	1.010
Sibundoy	2,266	2,13	25,39	24,82	94.00	97.76	1,120.70	11.66	1.023
Valle del Guamuez	7,924	7,30	182,77	179,82	92.13	98.39	2,306.57	24.63	1.016
Villagarzón	3,962	3,75	93,86	94,46	94.75	100.63	2,369.13	25.16	0.994
Total general	62,835	57,37	1,832,45	1,786,629	91.30	97.50	2,916.30	31.14	1.026

Anexo 4. Estadísticos descriptivos de agregados por municipio del ganado bovino vacunado en el departamento de Putumayo Colombia. 8 ciclos de 2015 a2018. (Fuente ICA. Cálculos propios).

Estadístico	Total de predios	Predios vacunados	Total bovinos	Bovinos vacunados	% Predios Vacunados	% Bovinos Vacunados	Bovinos / Total	Bovinos / Vacunados	Ciclos Promedio de vacunación
Suma	62,83	57,37	1,832,45	1,786,62	91.30	97.50	2,916	31	1.026

Máximo	9,43	8,40	489,31	462,793	97.57	100.63	9,842.62	103.61	1.06
Promedio	4,83	4,41	140,95	137,43	92.12	98.04	2,661.33	28.25	1.02
Mínimo	1,93	1,78	24,53	24,29	87.41	94.58	1,064.47	10.80	0.99
Desviación Estándar	2,49	2,20	145,79	140,35	2.77	1.58	2,503.21	26.22	0.02
C. Variación	0.52	0.50	1.03	1.02	0.03	0.02	0.94	0.93	0.02
C. Curtosis	(0.82)	(0.81)	1.59	1.28	0.05	0.96	5.87	5.91	1.13
C. Asimetría	0.74	0.74	1.52	1.46	0.27	(0.45)	2.41	2.41	0.55

Anexo 5. Agregados por municipio del ganado bovino por tamaño de finca en el departamento de Putumayo Colombia. por cantidad de bovinos en 2018. (Fuente ICA. Cálculos propios).

Municipio	Total bovinos – 2018	No de predios 1 a 50	No de predios 51 a 100	No de predios 101 a 500	No de predios 501 o más	Total fincas con bovinos - 2018
Colón	3,801	299	6	2	0	307
Mocoa	7,191	565	3	0	0	568
Orito	14,131	1,103	34	10	0	1,147
Puerto Asís	42,091	1,401	147	51	1	1,600
Puerto Caicedo	16,897	673	51	16	0	740
Puerto Guzmán	95,319	932	368	262	4	1,566
Puerto Leguízamo	63,512	427	128	149	19	723

san francisco	6,256	563	19	7	0	589
san miguel	10,149	616	8	0	0	624
Santiago	3,597	344	2	1	0	347
Sibundoy	3,736	385	4	0	0	389
Valle del Guamuez	27,027	1,090	85	21	0	1,196
Villagarzón	6,803	549	47	19	0	615
Total general	300,510	8,947	902	538	24	10,411

Anexo 9 coeficiente de Correlación de Pearson, Spearman y Kendall y significancias inferiores a 0,05, para Registro de 8 ciclos de vacunación, 2015 a 2018 de brucelosis en Putumayo Colombia por municipio y variables; n=104. (Fuente ICA. Cálculos Propios).

Valores	V1	Bovinos vacunados	Bovinos vacunados %	Bovinos vacunados predios	Periodo	Predios vacunados	Predios vacunados %	Total bovinos	Total bovinos total predio	Total de predios
Pearson	bovinos vacunados			0.000		0.000		0.000	0.000	0.000
	Bovinos Vacunados %				0.000		0.001			
	Bovinos Vacunados Predios Vacunados	0.000				0.021		0.000	0.000	0.033
	Periodo		0.000				0.001			
	Predios vacunados	0.000		0.021				0.000	0.017	0.000
	Predios Vacunados %		0.001		0.001					0.007
	Total bovinos	0.000		0.000		0.000			0.000	0.000
	Total Bovinos Total Predio	0.000		0.000		0.017		0.000		0.039
	Total de predios	0.000		0.033		0.000	0.007	0.000	0.039	
Tau	Bovinos vacunados			0.000		0.000		0.000	0.000	0.000
	Bovinos Vacunados %				0.000		0.000			
	Bovinos Vacunados Predios Vacunados	0.000				0.000		0.000	0.000	0.000
	Periodo		0.000				0.000			
	Predios vacunados	0.000		0.000				0.000	0.000	0.000
	Predios Vacunados %		0.000		0.000					0.000
	Total bovinos	0.000		0.000		0.000			0.000	0.000

	Total Bovinos Total Predio	0.000		0.000		0.000		0.000	0.000
	Total de predios	0.000		0.000		0.000	0.000	0.000	
Rho	Bovinos vacunados			0.000		0.000		0.000	0.000	0.000
	Bovinos Vacunados %				0.000		0.000			
	Bovinos Vacunados Predios Vacunados	0.000				0.000		0.000	0.000	0.000
	Periodo		0.000				0.000			
	Predios vacunados	0.000		0.000				0.000	0.000	0.000
	Predios Vacunados %		0.000		0.000					0.000
	Total bovinos	0.000		0.000		0.000			0.000	0.000
	Total Bovinos Total Predio	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000
	Total de predios	0.000		0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	
Suma de Sig. (bilateral) 1	Bovinos vacunados			0.000		0.000		0.000	0.000	0.000
	Bovinos Vacunados %				0.000		0.001			
	Bovinos Vacunados Predios Vacunados	0.000				0.021		0.000	0.000	0.033
	Periodo		0.000				0.001			
	Predios vacunados	0.000		0.021				0.000	0.017	0.000
	Predios Vacunados %		0.001		0.001					0.007
	Total bovinos	0.000		0.000		0.000			0.000	0.000
	Total Bovinos Total Predio	0.000		0.000		0.017		0.000		0.039
	Total predios	0.000		0.033		0.000	0.007	0.000	0.039	
Cuenta de Sig. (bilateral) 2	Bovinos vacunados			1.000		1.000		1.000	1.000	1.000
	Bovinos Vacunados %				1.000		1.000			
	Bovinos Vacunados Predios Vacunados	1.000				1.000		1.000	1.000	1.000
	Periodo		1.000				1.000			
	Predios vacunados	1.000		1.000				1.000	1.000	1.000
	Predios Vacunados %		1.000		1.000					1.000
	Total bovinos	1.000		1.000		1.000			1.000	1.000
	Total Bovinos Total Predio	1.000		1.000		1.000		1.000		1.000
	Total predios	1.000		1.000		1.000	1.000	1.000	1.000	
Cuenta de Sig. (bilateral) 3	Bovinos vacunados			1.000		1.000		1.000	1.000	1.000
	Bovinos Vacunados %				1.000		1.000			
	Bovinos Vacunados Predios Vacunados	1.000				1.000		1.000	1.000	1.000
	Periodo		1.000				1.000			
	Predios vacunados	1.000		1.000				1.000	1.000	1.000
	Predios Vacunados %		1.000		1.000					1.000
	Total bovinos	1.000		1.000		1.000			1.000	1.000
	Total Bovinos Total Predio	1.000		1.000		1.000		1.000		1.000
	Total predios	1.000		1.000		1.000	1.000	1.000	1.000	

Anexo 10. Significancia de las Pruebas de ajustes a funciones de distribución de probabilidad para las combinaciones de municipio, prueba y variable. (Fuente ICA. Cálculos propios).

	Beta4	Binomial	Binomial negativa (1)	Binomial negativa (2)	Chi-cuadrado	Erlang	Exponencial	Fisher-Tippett (1)	Fisher-Tippett (2)	Gamma (1)	Gamma (2)	GEV	Gumbel	Logística	Log-normal	Normal	Normal (estándar)	Poisson	Student	Weibull (1)	Weibull (2)	Weibull (3)	Representaciones
121	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,6	0,0	-	-	-	-	0,1	0,3	3
122	-	-	0,1	0,7	-	-	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0		0,0	-	-	-			0,0	2
123	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,7	0,0	-	-	-	-	0,0	0,1	2
141	-	-	-	0,1	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,1	0,0	-	0,0	0,4	0,0	-	-	-	-	0,1	0,2	5
142	-	-	0,0	0,2	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-		0,0	-	0,0	-			-	1
143	-	-	-	0,4	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,3	0,0	-	-	-	-	0,1	0,1	4
144	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-			-	0
211	-	-	-	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,1	-	0,0	0,2	0,0	-	-	-	-	0,3	0,1	7
212	-	-	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	-	0,0			0,0	2
213	-	-	-	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1		0,0	-	-	-			0,1	9
221	-	-	-	0,1	0,0	0,3	0,3	0,0	0,1	-	0,3	0,1	-	0,0	0,9	0,0	-	-	-	-	0,4	0,5	9
222	0,0	0,4	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,9	0,0			0,0	2
223	-	-	-	0,1	0,0	0,3	0,4	0,0	0,1	-	0,3	0,1	-	0,0	0,8	0,0	-	-	-	-	0,2	0,5	9
331	0,0	-	-	0,4	0,0	0,6	0,2	0,0	0,7	0,0	0,9	0,7	0,0	0,3	0,9	0,4	0,0	-	0,0	0,0	0,8	0,7	11
332	0,0	-	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	-	0,0			0,0	2
333	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	2
341	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-	0,0	0,0	-	0,1	0,8	0,0	-	-	-	-	0,0	0,1	4
342	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	-	0,0	-			0,0	0
343	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,2	-	0,4	0,2	-	0,0	0,5	0,0	-	-	-	-	0,2	0,3	6
346	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	-		-	-	-	-			-	0
411	-	-	-	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,5	0,0	-	0,0	0,4	0,0	-	-	-	-	0,1	0,3	5
412	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	-	0,0			0,0	0
413	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	0,0		0,0	-	-	-			0,0	0
414	-	0,1	0,0	0,6	-	-	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,6	0,0			0,0	3
431	-	-	-	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	-	0,2	0,0	-	0,0	0,1	0,0	-	-	-	-	0,5	0,5	6
432	-	0,0	-	0,1	-	-	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	-	0,0			0,0	1
433	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,1	0,0	-	0,0		0,0	-	-	-			0,0	1
441	-	-	-	0,0	-	0,0	0,6	0,0	0,0	-	0,1	0,0	-	0,0	1,0	0,0	-	-	-	-	0,8	0,5	5
442	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	-	-	-			0,0	0
443	-	-	-	0,4	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0	-	0,7	0,0	-	0,0		0,0	-	-	-			0,5	5
444	-	-	0,0	0,2	-	-	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0		0,0	-	-	-			-	1
446	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	-		-	-	-	-			-	0
511	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
521	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-	0,1	0,0	-	0,0	0,2	0,0	-	-	-	-	0,2	0,3	5
522	-	-	-	0,1	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0		0,0	-	-	-			-	1
523	-	-	-	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-	0,1	0,1	-	0,0		0,0	-	-	-			0,1	5
524	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	0,0	-			-	0
541	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0
542	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0		-	-	-	-			-	0
543	-	-	-	0,2	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,2	0,0	-	0,0		0,0	-	-	-			0,1	3
544	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-			-	1
621	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-	0,4	0,1	-	0,0	0,6	0,0	-	-	-	-	0,4	0,2	6
622	-	-	0,0	0,7	-	-	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0		0,0	-	-	-			0,0	1
623	-	-	-	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-	0,3	0,1	-	0,0	0,2	0,0	-	-	-	-	0,2	0,4	7
641	-	-	-	0,2	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,1	0,0	-	0,0	0,5	0,0	-	-	-	-	0,0	0,1	4
642	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0		0,0	-	-	-			0,0	0
643	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0		0,0	-	-	-			0,0	0
644	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-			-	1
721	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,1	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	1
722	-	-	-	0,3	-	-	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0		0,0	-	-	-			0,0	1
724	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0		0,0	-	-	-			0,0	0
741	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,3	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	1
742	-	-	-	0,4	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	0,0		0,0	-	-	-			-	1
743	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0		0,0	-	-	-			0,0	0
744	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	0,1	-			-	1
811	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0
812	-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	0,0	-			-	0
813	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-		0,0	-	-	-			0,0	0
814	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-			-	1
821	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,7	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	1
822	-	-	0,0	-	-	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,0		0,0	-	-	-			0,0	0
823	-	-	-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,2	0,0	-	0,0		0,0	-	-	-			0,1	2
824	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	0,0	-			-	1
832	-	-	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0		0,0	-	-	-			-	0
833	-	-	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-	-	-	-	0,0		-	-	-	-			-	0
841	-	-	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	-	0,0	0,0	-	0,0	0,5	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	1

Anexo 11. Variables para el modelo Lineal General de los registros de pruebas. (Fuente ICA. Cálculos propios).

Factores Inter sujetos	Valores	N
Año	2011	143
	2012	107
	2013	273
	2014	319
	2015	1044
	2016	274
	2017	93
	2018	399
Prueba realizada	ELISA competitiva	377
	ELISA indirecta	692
	Fluorescencia polarizada	389
	Rosa de bengala	1194
Municipio	Colón	301
	Mocoa	15
	No reporta	87
	Orito	131
	Puerto Asís	241
	Puerto Caicedo	11
	Puerto Guzmán	8
	Puerto Leguízamo	10
	San Francisco	375
	San Miguel	13
	Santiago	263
	Sibundoy	340
	Valle del Guamuez	679
	Villagarzón	178

Anexo 12 *Significancia de los valores en el modelo Multivariado de pruebas a Brucelosis. En Putumayo 2011 a 2018. (Fuente ICA. Cálculos propios).*

Efecto	Estadístico	Valor	F	Sig.	*
Intersección	Traza de Pillai	0.00	0.057	0.95	
	Lambda de Wilks	1.00	0.057	0.95	
	Traza de Hotelling	0.00	0.057	0.95	

	Raíz mayor de Roy	0.00	0.057	0.95	
Macho examinado	Traza de Pillai	0.01	10.647	0.00	si
	Lambda de Wilks	0.99	10.647	0.00	si
	Traza de Hotelling	0.01	10.647	0.00	si
	Raíz mayor de Roy	0.01	10.647	0.00	si
Hembra examinada	Traza de Pillai	0.13	180.717	0.00	si
	Lambda de Wilks	0.87	180.717	0.00	si
	Traza de Hotelling	0.15	180.717	0.00	si
	Raíz mayor de Roy	0.15	180.717	0.00	si
Año	Traza de Pillai	0.01	1.646	0.06	
	Lambda de Wilks	0.99	1.649	0.06	
	Traza de Hotelling	0.01	1.651	0.06	
	Raíz mayor de Roy	0.01	3.215	0.00	si
Prueba realizada	Traza de Pillai	0.00	1.733	0.11	
	Lambda de Wilks	1.00	1.734	0.11	
	Traza de Hotelling	0.00	1.734	0.11	
	Raíz mayor de Roy	0.00	3.19	0.02	si
Municipio	Traza de Pillai	0.01	0.71	0.86	
	Lambda de Wilks	0.99	0.71	0.86	
	Traza de Hotelling	0.01	0.71	0.86	
	Raíz mayor de Roy	0.01	1.064	0.39	
Año*Prueba realizada	Traza de Pillai	0.03	2.098	0.00	si
	Lambda de Wilks	0.97	2.105	0.00	si
	Traza de Hotelling	0.03	2.113	0.00	si
	Raíz mayor de Roy	0.03	3.573	0.00	si
Año*Municipio	Traza de Pillai	0.05	1.214	0.06	
	Lambda de Wilks	0.95	1.216	0.06	
	Traza de Hotelling	0.06	1.218	0.06	
	Raíz mayor de Roy	0.04	1.705	0.00	si
Prueba realizada * Municipio	Traza de Pillai	0.03	1.157	0.19	
	Lambda de Wilks	0.97	1.158	0.19	
	Traza de Hotelling	0.03	1.159	0.19	
	Raíz mayor de Roy	0.02	1.669	0.01	si
Año *Prueba realizada * Municipio	Traza de Pillai	0.04	1.799	0.00	si
	Lambda de Wilks	0.96	1.802	0.00	si
	Traza de Hotelling	0.04	1.806	0.00	si
	Raíz mayor de Roy	0.03	2.669	0.00	si

Anexo 13. Definición de Variables de encuesta.

C0	ASPECTO 1	ASPECTO 2	Nombre de la variable	Descripción	Binomial	Escala
1	Agua	Práctica	Fuente de agua acueducto		Si	
2	Agua	Práctica	Fuente de agua aljibe		Si	
3	Agua	Práctica	Fuente de agua rio o quebrada		Si	
4	Agua	Práctica	Comparte fuente de agua con otros predios		Si	
5	Bioseguridad	Monitoreo	Compra animales de predios libres de brucelosis o hace muestreo serológico		Si	
6	Bioseguridad	Práctica	Vacuna contra brucelosis		Si	
7	Bioseguridad	Práctica	Terneras sin vacunar durante el ciclo		Si	
8	Bioseguridad	Práctica	interviene en distocia		Si	
9	Bioseguridad	Práctica	Veces usa una aguja vacunación a Brucelosis		Si	
10	Bioseguridad	Resultado	Abortaron?		Si	
11	Bioseguridad	Monitoreo	Efectúa exámenes de calidad de agua		Si	
12	Bioseguridad	Práctica	Frecuencia limpieza corral ordeño		Si	
13	Bioseguridad	Monitoreo	Registra		Si	
14	Bioseguridad	Monitoreo	Prueba en animales abortaron Rosa de Bengala		Si	
15	Bioseguridad	Monitoreo	Prueba en animales abortaron FPA		Si	
16	Bioseguridad	Monitoreo	Prueba en animales abortaron ELISA		Si	

			competitiva		
17	Bioseguridad	Monitoreo	Prueba en animales abortaron	Si	
18	Bioseguridad	Práctica	Quién vacuna	Múltiple	
19	Bioseguridad	Elementos	Elementos bioseguridad en atención de parto Guantes	Si	
20	Bioseguridad	Elementos	Elementos bioseguridad en atención de parto mangas	Si	
21	Bioseguridad	Elementos	elementos bioseguridad en atención de parto Tapa Bocas	Si	
22	Bioseguridad	Elementos	Elementos bioseguridad en atención de parto Overol	Si	
23	Bioseguridad	Elementos	Elementos bioseguridad en atención de parto	Si	
24	Bioseguridad	Resultado	N Muestreados brucelosis		Si
25	Bioseguridad	Resultado	N Positivos a Rosa de bengala		Si
26	Bioseguridad	Resultado	N Positivos a FPA		Si
27	Bioseguridad	Resultado	Numero de positivos a RB y FPA Confirmados con ELISA competitiva		Si
28	Bioseguridad	Resultado	Predio positivo a brucelosis	Si	
29	Bioseguridad	Clasificación	Estatus Sanitario a brucelosis	Múltiple	
30	Bioseguridad	Conocimiento	Sabe si brucelosis produce Aborto	Si	
31	Bioseguridad	Conocimiento	Sabe si la brucelosis produce Inflamación testicular	Si	

32	Bioseguridad	Conocimiento	Sabe si la brucelosis incrementa el IEP	Si	
33	Bioseguridad	Conocimiento	Sabe si la brucelosis produce Retención de placenta	Si	
34	Bioseguridad	Conocimiento	Sabe si la brucelosis produce Crías débiles	Si	
35	Bioseguridad	Práctica	Los perros tienen acceso a las placentas	Si	
36	Bioseguridad	Práctica	Entierra las placenta	Si	
37	Bioseguridad	Práctica	Leche vacas positivas Consumo a terneros	Si	
38	Bioseguridad	Práctica	Leche vacas positivas Consumo a perros	Si	
39	Bioseguridad	Práctica	Leche vacas positivas pozo séptico	Si	
40	Bioseguridad	Práctica	Leche vacas positivas alguna opción	Si	
41	Condición	Elementos	Subregión	Si	
42	Condición	Elementos	Predio	Si	
43	Condición	Elementos	Municipio	Si	
44	Condición	Elementos	Vereda	Si	
45	Condición	Homogenización	Ln Área del predio Has		
46	Condición	Elementos	Área del predio Has		Si
47	Condición	Elementos	Longitud		Si
48	Condición	Elementos	Latitud		Si
49	Condición	Elementos	D0		Si
50	Condición	Elementos	D1		Si
51	Condición	Elementos	D2		Si
52	Detritos	Práctica	Almacena estiércol en	Si	

			corral		
53	Detritos	Práctica	Tiene Estercolero	Si	
54	Detritos	Práctica	Estiércol para Abono pasturas	Si	
55	Detritos	Práctica	Estiércol para Abono cultivos	Si	
56	Detritos	Práctica	Utiliza el estiércol en el predio	Si	
57	Gestación	Práctica	Monta natural	Si	
58	Gestación	Práctica	Inseminación artificial	Si	
59	Gestación	Práctica	Transferencia de embriones	Si	
60	Externa	Práctica	Lleva Animales a ferias	Si	
61	Externa	Práctica	veces Participación anual en ferias		Si
62	Externa	Práctica	Movilización animales otros predios para pastar	Si	
63	Operación	Homogenización	Ln Población de bov		Si
64	Operación	Homogenización	Ln Cuantas vacas or		Si
65	Operación	Homogenización	Ln Cuantos perros		Si
66	Operación	Práctica	Población de bovinos		Si
67	Operación	Práctica	Cuantas vacas ordeña		Si
68	Operación	Práctica	Cuantos perros		Si
69	Praderas	Práctica	Días de ocupación praderas 1: 1-4 días; 2:5-9 dias;3:10-14 días; 4: 15-30 días; 5:contínuo	Si	
70	Praderas	Práctica	Días de descanso praderas 1: 30-35 días; 2:35-40 dias;3: 40-50 dias;4: 50-	Si	

			60 dias;5: Mas de 60 días		
71	Praderas	Homogenización	D Ocupa		
72	Praderas	Homogenización	D descanso		
73	Presencia	Práctica	Presencia de Equinos	Si	
74	Presencia	Práctica	Presencia Porcinos	Si	
75	Presencia	Práctica	Presencia Ovinos	Si	
76	Presencia	Práctica	Presencia de perros	Si	
77	Reemplazo	Externa	Animales de remplazo son del predio	Si	
78	Reemplazo	Externa	Ingreso de animales de remplazo	Si	
79	Reemplazo	Externa	Animales de remplazo son del vecino	Si	
80	Reemplazo	Externa	Animales de remplazo de subasta	Si	
81	Reemplazo	Externa	Animales de remplazo en feria ganadera	Si	
82	Sistema Productivo	Práctica	Sistema Productivo	Múltiple	
83	Sistema Productivo	Práctica	Lechería especializada	Si	
84	Sistema Productivo	Práctica	Doble propósito	Si	
85	Sistema Productivo	Práctica	Actividad cría	Si	
86	Sistema Productivo	Clasificación	Varios Propietarios	Si	
87	Sistema Productivo	Resultado	Ln Producción diaria		Si
88	Sistema	Resultado	Producción diaria Lts		Si

Productivo

Anexo 14. *Funciones de distribución de probabilidad para las variables de escala en la encuesta a predios. Por Brucelosis en Putumayo. (Cálculos Propios).*

N	Mejor ajuste (clasificado por Chi-cuad)	Chi-cuad	Media	Moda	Mediana	Desviación est.	P
Área del predio Has	Invgauss (31,778;18,547)	15.11	31.7778	5.96	17.53	41.59	0.06
Población de bovinos	Pearson5(1,7079;30,368)	6.31	42.8958	11.21	21.86	+Infinito	0.67
Cuantas vacas ordeña	Expon (11,233)	14.86	11.2333	0	7.78	11.23	0.08
Producción diaria Lts	Expon (69,9)	5.57	69.9	0	48.45	69.9	0.79
Cuantos perros	Uniform (0;8,08)	144.17	4.0449	0	4.04	2.53	0.00
D Ocupa	Uniform (0;28,3)	251.97	14.1573	0	14.15	8.17	0.00
D descanso	ChiSq (50)	195.75	50	48	49.33	10	0.00
Longitud	Lognorm (0,20663;0,24049; Shift (-77,047))	23.17	-76.8406	-76.99	-76.91	0.24	0.00
Latitud	Pearson5(3,0614;0,96739; Shift (0,193))	40.04	0.6629	0.43	0.54	0.45	0.00
D0	Triang (-0,051858;0,77081;0,88873)	62.77	0.5359	0.77	0.57	0.20	0.00
D1	Pearson5(2,0517;0,24362; Shift (-0,43212))	12.42	-0.2005	-0.35	-0.29	1.01	0.07
D2	Pearson5(3,0614;0,96739; Shift (-0,92696))	40.04	-0.4577	-0.68	-0.57	0.45	0.00
N Muestreados brucelosis	FatigueLife (0;9,1717;1,2045)	97.24	15.8254	2.27	9.17	18.53	0.00
N Positivos a Rosa de bengala	Uniform (0;8,0899)	641.37	4.0449	0	4.04	2.33	0.00

N Positivos a FPA	Uniform (0;4,0449)	755.28	2.02 25	0	2.02	1.16	0.00
Numero de positivos a RB y FPA Confirmados con ELISA competitiva	Uniform (0;4,0449)	815.17	2.02 25	0	2.02	1.16	0.00
Predio positivo a brucelosis	Expon (0,33333)	460	0.33 33	0	0.23 1	0.33	0.00
Veces Participación anual en ferias	Uniform (0;4,0449)	432.37	2.02 25	0	2.02	1.16	0.00
Frecuencia limpieza corral ordeño	Uniform (0;5,0562)	129.51	2.52 81	0	2.52	1.45 96	0.00
Veces usa una aguja Vacunación a Brucelosis	Expon (2,0556)	236.82	2.05 56	0	1.42	2.05	0.00

Anexo 15 Correlación encuesta

Etiqueta de filas	No Muestreados a brucelosis	No Muestreados a rosa de bengala	No Muestreados a FPA	No Muestreados a RB, FPA y EC	Predios positivos a brucelosis
Población bovinos					0,146
Animales reemplazo son de subasta				0,145	
Caninos accede a placentas				0,258	
Compra animales de predios libres o muestreo	0,076				
Cuantos perros	0,021				
Días de ocupación					0,132
D1	0,239				
Entierra placentas		-0,173			
Inseminación artificial			0,15	0,09	
Ln Lt leche diaria	0,151			0,22	
Ln Vacas de ordeño		0,081		0,264	
Lt leche diaria	0,151			0,22	0,137
Monta natural		-0,085	-0,152		
predio positivo a brucelosis		0,136			
Prueba a animales que abortaron	0,244				
Prueba a animales que abortaron		0,259			

FPA					
Registra			0,209	0,216	
sabe que la brucelosis produce inflamación testicular		0,279			
Sis. Doble Propósito	0,317				
Sis. Lechería	-0,31				
Vacas de ordeño		0,081	0,234		0,156
Vacuna contra brucelosis	0,148				

Anexo 16. *Coeficientes de regresión lineal múltiple de los factores de riesgo en las variables de pruebas a brucelosis.*

Y	X	B	E. Estándar	Razón de Momios
No Muestreados a Brucelosis	Constante	-0.541	0.69	
No Muestreados a Brucelosis	q D0	-2.48	0.187	0.08
No Muestreados a Brucelosis	q ParticipaFeriasAnual	0.135	0.0252	1.14
No Muestreados a Brucelosis	q VacasOrdeño	0.0517	0.00238	1.05
No Muestreados a Brucelosis	k Almacenaestiercolencorral=0	0.316	0.114	1.37
No Muestreados a Brucelosis	k AnimalRemplazodelPredio=0	-1.4	0.152	0.25
No Muestreados a Brucelosis	k AnimalesRemplazodeFeriaG=0	3.42	0.404	30.70
No Muestreados a Brucelosis	k AnimalesRemplazodeSubasta=0	-1.15	0.227	0.32
No Muestreados a Brucelosis	k AnimalesRemplazosondelVeci=0	-0.327	0.0835	0.72
No Muestreados a Brucelosis	k ElementoBiosPartoMangas=0	0.461	0.0863	1.59
No Muestreados a Brucelosis	k ElementoBiosPartoTapaBoca=0	0.381	0.141	

				1.46
No Muestreados a Brucelosis	k EstatusSanitarioBrucelosi1P=1	0.554	0.0963	1.74
No Muestreados a Brucelosis	k EstatusSanitarioBrucelosi1P=2	0.0699	0.0989	1.07
No Muestreados a Brucelosis	k Frecuencialimpiacoralordeño=0	-0.78	0.135	0.46
No Muestreados a Brucelosis	k Frecuencialimpiacoralordeño=1	-0.203	0.144	0.82
No Muestreados a Brucelosis	k Frecuencialimpiacoralordeño=2	0.413	0.142	1.51
No Muestreados a Brucelosis	k Frecuencialimpiacoralordeño=3	-0.0889	0.146	0.92
No Muestreados a Brucelosis	k Frecuencialimpiacoralordeño=4	-0.225	0.124	0.80
No Muestreados a Brucelosis	k InseminaciónArtifical=0	-1.45	0.178	0.23
No Muestreados a Brucelosis	k MontaNatural=0	-1.01	0.24	0.36
No Muestreados a Brucelosis	k PresenciaEquina=0	0.532	0.0985	1.70
No Muestreados a Brucelosis	k SabeBrucelosihaceCríaDébil=0	2.06	0.644	7.83
No Muestreados a Brucelosis	k SabeBrucelosishaceAborto=0	-0.448	8.15E-02	0.64
No Muestreados a Brucelosis	k SabeBrucelosishaceInflama=0	-1.49	0.267	0.23
No Muestreados a Brucelosis	k SisProdLechería=0	1.21	0.176	3.36
No Muestreados a Brucelosis	k TieneEstercolero=0	0.531	0.13	1.70
No Positivos a Rosa de bengala	Constante	-15.3	446	

No Positivos a Rosa de bengala	q AreaPredioHa	0.0155	0.00252	1.02
No Positivos a Rosa de bengala	k AnimalesRemplazodeSubasta=0	-2.16	0.352	0.12
No Positivos a Rosa de bengala	k Tiene Estercolero=0	15.4	446	4,770,000.00
No Positivos a FPA	Constante	-5.82	1.16E+00	
No Positivos a FPA	q AreaPredioHa	0.0273	0.00572	1.03
No Positivos a FPA	k ElementoBiosPartoGuante=0	3.44	0.929	31.10
No Positivos a RB y FPA y a ELISA	CONSTANTE	-9.67	2.2	
No Positivos a RB y FPA y a ELISA	q Área Predio Ha	0.0448	0.0102	1.05
No Positivos a RB y FPA y a ELISA	k ElementoBiosPartoGuante=0	5.22	1.39	184.00

Anexo 17 *Coeficientes de regresión lineal múltiple de los factores de riesgo en las variables de pruebas a brucelosis*

X	No Muestreados a Brucelosis	No Positivos a Rosa de bengala	No Positivos a FPA	No Positivos a RB y FPA y a ELISA
k Abortaron=0	0,74			
k Almacena estiércol en corral=0	2,20			
k Animal Remplazo del Predio=0	0,30			
k Animales Remplazo de Feria G=0	3,77			
k Animales Remplazo de Subasta=0		0,16	0,10	
k Animales Remplazo son del Veci=0	1,65			
k Caninos Accede a Placentas=0	0,80			0,00
k Compra Animales Predios Libres=0	0,56			
k Elemento Bios Parto Guante=0	0,78		10,60	
k Elemento Bios Parto Mangas=0	0,62	0,26		
k Elemento Bios Parto Overol=0	11,50			
k Elemento Bios Parto Tapa Boca=0	2,17			

k Estatus Sanitario Brucelosis 1P=1	3,26	12,30	4,94	
k Estatus Sanitario Brucelosis 1P=2	1,94	0,92	0,00	
k Estiércol para Abono Pastura=0	0,46	0,03		
k Frecuencia limpia coral ordeño=0	1,16	0,15	0,00	21,500
k Frecuencia limpia coral ordeño=1	0,86	0,05	4,97	23,500
k Frecuencia limpia coral ordeño=2	1,21	0,20	13,40	226,000
k Frecuencia limpia coral ordeño=3	1,42	1,20	2,04	24,00
k Frecuencia limpia coral ordeño=4	0,88	0,27	12,00	4,690,000
k Fuente de Agua Acueducto=0	0,67			
k Fuente de Agua Aljibe=0	0,58			
k Fuente de Agua Compartida=0	0,80			
k Fuente de Agua Examinada=0	0,47			
k Fuente de Agua Quebrada Rio=0	0,44			
k Inseminación Artificial=0	0,28			
k Lleva Animal a Ferias=0				12,500
k Monta Natural=0				28,70
k Presencia Canina=0	1,61			
k Presencia Equina=0	0,76			
k Registra=0	0,74			
k Sabe Brucelosis hace Cría Débil=0	3,98			
k Sabe Brucelosis hace Aborto=0	0,79			
k Sabe Brucelosis hace Inflama=0	2,55			
k SisProd Lechería=0	3,20	24.3		
k Tiene Estercolero=0	5,05	57,200		
k Vacuna contra Brucelosis=1	0,09			
k Varios Propietarios=0	1,57			
q Área Predio Ha			1,02	1,02
q D descanso	1,01	1,09		
q D Ocupa	0,98			
q D0	0,02			
q D2	0,11	0,01		
q Lt Leche Diaria	0,99			
q Participa Ferias Anual	1,13	0,53		
q Población Bovina	1,01			
q Vacas Ordeño	1,04	1,05		