UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

Tema:

DETERMINACIÓN DE BRUCELOSIS BOVINA *(Brucella abortus)* POR MEDIO DE LA TÉCNICA PCR EN LA PARROQUIA SALINAS

Proyecto de investigación previo a obtención del título de Médico Veterinario otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria.

Autoras:

Kerly Lizbeth Gaibor Naranjo

Gabriela Estefanía Miguez Fogacho

Tutor:

Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor, PhD.

Guaranda – Ecuador

2024

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

DETERMINACIÓN DE BRUCELOSIS BOVINA *(Brucella abortus)* POR MEDIO DE LA TÉCNICA PCR EN LA PARROQUIA SALINAS.

REVISADO Y APROBADO POR:

Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor. PhD.

TUTOR

Dr. Edison Riveliño Ramón Curay. MSc.

PAR LECTOR

Dr. Isidro Favián Bayas Morejón. PhD.

PAR LECTOR

CERTIFICADO DE AUTORIA

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, (Gaibor Naranjo Kerly Lizbeth), con CI (0202263935) y (Miguez Fogacho Gabriela Estefania), con CI (0202347894), declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Kerly Lizbeth Gaibor Naranjo

AUTOR

CI: 0202263935

Gabriela Estefania Miguez Fogacho

AUTOR

CI: 0202347894

Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor. PhD.

TUTOR

CI: 0200713485

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

NOTARIA 4

AB. GALO GERMAN MONAR GAVILANES
Notario Cuarto Suplente del Cantón Guaranda.

ESCRITURA N° 20240201004P00207

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGAN:
KERLY LIZBETH GAIBOR NARANJO Y
GABRIELA ESTEFANIA MIGUEZ FOGACHO
CUANTÍA: INDETERMINADA
Di 2 COPIA

P.A.

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy lunes a los veinticinco días del mes de marzo del año dos mil veinticuatro, ante mi **ABOGADO GALO GERMAN MONAR GAVILANES, NOTARIO CUARTO SUPLENTE DEL CANTÓN GUARANDA,** comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, las señoritas **KERLY LIZBETH GAIBOR NARANJO**, de estado civil soltera y **GABRIELA ESTEFANIA MIGUEZ FOGACHO**, de estado civil soltera, ambas por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Las comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatorianos, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliados, en la parroquia San Miguel cantón San Miguel, Provincia Bolívar y de paso por este cantón de Guaranda, la primera con número celular cero nueve ocho seis cuatro uno tres cinco uno siete; y, con correo electrónico lizgaibor@gmail.com; y, la segúnda, domiciliada en la parroquia San Lorenzo, cantón Guaranda, provincia Bolívar, con número celular cero nueve siete nueve cuatro cinco uno nueve siete nueve , y, con correo electrónico gabymiguez1999@gmail.com, hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mi, agrego a esta escritura, a petición de la compareciente se adjunta sus documentos personales como es la cedula y de votación, como documentos habilitantes. Advertidas las comparecientes por mi la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinadas que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidos por mi de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidos sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada. Nosotros: **GABRIELA ESTEFANIA MIGUEZ FOGACHO,** de estado civil soltera y **KERLY LIZBETH GAIBOR NARANJO**, de estado civil soltera, declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoría, titulado **DETERMINACIÓN DE BRUCELOSIS BOVINA** (*Brucella aborna*) **POR MEDIO DE LA TÉCNICA PCR EN LA PARROQUIA SALINAS,** previo a la obtención del título de Médico Veterinario, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recurso Naturales y del Ambiente, carrera de Medicina Veterinaria.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad - Para su otorgamiento se observaron los preceptos de ley y leída que les fue a las comparecientes íntegramente por mi la Notaria, aquellas se afirman y ratifican en la aceptación de su total contenido y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo lo cual doy Fe.----------

SRTA. GABRIELA ESTEFANIA MIGUEZ FOGACHO.
C.C. 0202347189-4

SRTA. KERLY LIZBETH GAIBOR NARANJO.
C.C. 0202263935

ABOGADO GALO GERMAN MONAR GAVILANES.
NOTARIO CUARTO SUPLENTE DEL CANTÓN GUARANDA

NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA

NOMBRE DEL TRABAJO

Tesis Final Kerly Gaby.pdf

AUTOR

Kerly Lizbeth, Gabriela Estefa Gaibor Naranjo, Miguez Fogacho

RECUENTO DE PALABRAS

12605 Words

RECUENTO DE CARACTERES

68968 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

76 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.2MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 6, 2024 11:00 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 6, 2024 11:01 AM GMT-5

7% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 7% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados

Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Bloques de texto excluidos manualmente



DEDICATORIA

En primer lugar, quiero dedicar la presente tesis a Dios por regalarme la vida y seguir adelante con el proyecto de investigación para poder obtener mi título de Médico Veterinario.

A mis padres Jorge Gaibor y Margoth Naranjo que, gracias a sus consejos, esfuerzos y apoyo absoluto me alentaron a seguir adelante, crecer profesionalmente y nunca renunciar, de ante mano extiendo esta dedicatoria a mis hermanos que me ayudaron para hacer realidad esta meta. Que Dios los proteja y bendiga siempre.

A mi amiga y compañera Gaby que conocí en todo este tiempo de estudio que ha sido un soporte fundamental y por el apoyo mutuamente que siempre nos hemos brindado para culminar este proyecto de investigación.

Kerly Lizbeth Gaibor Naranjo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a la Universidad Estatal de Bolívar de manera muy especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente Carrera de Medicina Veterinaria que me dio la oportunidad de haberme formado en esta profesión.

Agradecer a mi tutor de tesis, el Dr. Joscelito Solano, quien con sus recomendaciones aportó y ayudó a mejorar mi trabajo de titulación.

Al GAP Parroquial de Salinas de Guaranda lo cual me permitió el ingreso a sus comunidades para realizar el trabajo de campo.

A los propietarios de las distintas comunidades, quienes permitieron con gusto colaborar en este trabajo de investigación y realizar la toma de muestras para detectar *(Brucella abortus)* lo que benefició a cada uno de ellos y de igual forma al Laboratorio REDLAV que me ayudó con la ejecución de los resultados de las pruebas.

Kerly Lizbeth Gaibor Naranjo

DEDICATORIA

Mi trabajo de investigación está dedicado a mis padres Milton Miguez y Luz Fogacho quienes han sido mi pilar fundamental para poder alcanzar mis metas ya que sin su ayuda no hubiera sido posible culminar mis estudios.

A mis hermanos, por brindarme su apoyo incondicional y cariño durante el transcurso de todo este proceso, por acompañarme en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, recomendaciones y palabras de aliento formaron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Para todas las personas por haber guiado mi camino y haberme llenado de sabiduría y fortaleza ante cualquier adversidad.

Gabriela Estefanía Miguez Fogacho

AGRADECIMIENTO

Valoro la confianza y el apoyo infinito que siempre me brindan mis queridos padres y mis hermanos por creer en mí y ser mi motivación para lograr mis sueños.

Agradezco a mi tutor Dr. Joscelito Solano que con su experiencia, conocimientos y paciencia supo guiarme para obtener un resultado beneficioso de esta investigación, Dios le pague por todo su apoyo.

A la Universidad estatal de bolívar, a la facultad de ciencias agropecuarias, recursos naturales y del ambiente a todos sus docentes que durante toda mi carrera me han encaminado y compartido sus conocimientos siendo de gran ayuda para mi formación.

A la gente de la parroquia Salinas por su apertura que nos brindaron para realizar mi trabajo de investigación, también al presidente del GAD Parroquial el Lic. Edgar Punina y todo su personal por haberme abierto sus puertas ayudando en el transcurso de mi tesis, infinitas gracias por su valioso apoyo.

A mi amiga y compañera Kerly Gaibor gracias por esos momentos llenos de alegría, tristeza, desesperación y frustración que compartimos en cada etapa de nuestro trabajo, siempre le llevaré en mi corazón, gracias por ser mi apoyo y no dejarme caer durante todo este proceso.

Gabriela Estefanía Miguez Fogacho

ÍNDICE DE CONTENIDO

N°	Detalle	Pag.
CAPÍTULO I		1
1.1. INTRODUCCIÓN		1
1.2. PROBLEMA		3
1.3. OBJETIVOS		4
1.3.1. Objetivo general		4
1.3.2. Objetivos específicos		4
1.4. HIPÓTESIS		5
CAPÍTULO II		6
2. MARCO TEÓRICO		6
2.1. Brucelosis bovina		6
2.2. Etiología		6
2.3. Resistencia		7
2.4. Periodo de incubación		8
2.5. Epidemiología molecular de brucelosis spp		8
2.6. Transmisión		8
2.7. Taxonomía		9
2.8. Patogenia		10
2.9. Signos clínicos		11
2.10. Diagnóstico		12
2.10.1. Diagnóstico directo		12
2.10.2. Diagnóstico indirecto		13
2.11. PCR		14
2.12. Prevención		15
2.12.1. Vacuna con cepa S19 (Brucella abortus)		15
2.12.2. Vacuna con cepa RB51 (Brucella abortus)		16

2.13. Control 16
2.14. Biotipos 16
2.15. Razas de bovinos 17
2.15.1. Holstein 17
2.15.2. Jersey 18
2.15.3. Brown Swiss 20
2.16. Brucelosis bovina como zoonosis 21
2.17. Medidas de prevención y control en humanos 21
2.18. Cuadro clínico en humanos 22
2.19. Diagnóstico en humanos 22
CAPITULO III 24
3. MARCO METODOLÓGICO 24
3.1. Ubicación y características de la investigación 24
Localización del experimento 24
Situación geográfica y climática 24
Zona de vida 24
3.2. Metodología 24
3.2.1. Material experimental 24
3.2.2. Factores de estudio 25
3.2.3. Tipo de diseño experimental o estadístico 25
3.2.4. Manejo del experimento 25
3.2.5. Métodos de evaluación y datos a tomarse 25
3.2.6. Análisis estadístico 27
CAPITULO IV 28
4. RESULTADOS Y DISCUCIÓN 28
4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 28
4.1.1. Identificación del patógeno en la comunidad Yacubiana 28

4.1.2. Identificación del patógeno en la comunidad Mercedes de Pumin 30
4.1.3. Identificación del patógeno en la comunidad Verdepamba 32
4.1.4. Identificación del patógeno en la comunidad Apahua 34
4.1.5. Identificación del patógeno en la comunidad San Vicente de Plancha ... 36
4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS 38
CAPITULO V 39
5.1. CONCLUSIONES 39
5.2. RECOMENDACIONES 40
BIBLIOGRAFÍA 41

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1.	Supervivencia de *Brucella* en el medio ambiente.	7
2.	Clasificación taxonómica de la *(Brucella abortus)*.	9
3.	Clasificación de *Brucella*	10
4.	Datos adquiridos en la comunidad Yacubiana.	28
5.	Datos adquiridos en la comunidad Mercedes de Pumin.	30
6.	Datos adquiridos en la comunidad Verdepamba.	32
7.	Datos adquiridos en la comunidad Apahua.	34
8.	Datos adquiridos en la comunidad San Vicente de Plancha.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

N° **Detalle** **Pag.**

1. qPCR a tiempo real de 14 muestras de material genético 28

2. qPCR a tiempo real de 11 muestras de material genético 30

3. qPCR a tiempo real de 11 muestras de material genético 33

4. qPCR a tiempo real de 6 muestras de material genético 34

5. qPCR a tiempo real de 8 muestras de material genético 35

ÍNDICE DE ANEXOS

N° **Detalle**

1. Mapa de ubicación de la investigación

2. Recolección de datos en la comunidad Yacubiana

3. Recolección de datos en la comunidad Mercedes de Pumin

4. Recolección de datos en la comunidad Verdepamba

5. Recolección de datos en la comunidad Apahua

6. Recolección de datos en la comunidad San Vicente de Plancha

7. Resultados del laboratorio del primer lote

8. Resultados del laboratorio del segundo lote

9. Resultados del laboratorio del tercer lote

10. Toma de muestras en la comunidad de Yacubiana

11. Toma de muestras en la comunidad Mercedes de Pumin

12. Toma de muestras en la comunidad de Apahua

13. Visita de campo

14. Toma de muestras en la comunidad de Verdepamba

15. Toma de muestras en la comunidad de San Vicente de Plancha

16. Envío de muestras al laboratorio

17. Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El Proyecto de investigación se tituló "Determinación de Brucelosis bovina *(Brucella abortus)* por medio de la técnica PCR en la parroquia Salinas". La enfermedad conocida como Brucelosis bovina que es causada por una bacteria *(Brucella abortus)* que es de índice zoonótico lo cual se ha presentado a nivel de todo el mundo, como en el Ecuador la región sierra presentó una prevalencia de 1.97 a 10.62%; región costa entre el 4.2 y el 10.62%; región oriental aquí existe una baja prevalencia. Los objetivos se basan en caracterizar la incidencia de *(Brucella abortus)* de la incidencia de en ganaderías de dicha parroquia, establecer la prevalencia de esta enfermedad. El principal problema surge ante la falta de conocimiento de los moradores sobre esta epizootia lo que causa un gran impacto en la ganadería ya que es una enfermedad infectocontagiosa que afecta al sistema económico de las familias, así también al sistema reproductivo tanto para machos y hembras, de esta manera dicha enfermedad se convierte en un riesgo para la salud pública. La investigación se realizó en 5 comunidades (Yakubiana, Mercedes de Pumin, Apahua, San Vicente de Plancha y Verdepamba) en la parroquia Salinas perteneciente a la provincia Bolívar con una altitud de 3500 m.s.n.m con 10°C de temperatura máxima y 6°C de temperatura mínima, el sitio corresponde a la formación Montano o zona templada fría. En esta investigación se utilizó como material experimental cincuenta bovinos en etapa reproductiva tomados al azar, el factor de estudio son las muestras de sangre entera con un tipo de diseño experimental denominada estadística descriptiva. En los resultados obtenidos luego de enviar al laboratorio se obtuvo dos animales que resultaron positivos lo que indica un 4% en su totalidad, la bacteria en sangre dura de 1 a 7 días.

Palabras clave: *Brucella abortus*, Brucelosis, Cebadores, qPCR, Elisa, Rosa de bengala, Bacteriemia, Prevalencia, Zoonótica, Termociclador, Ganglios.

SUMMARY

The research project was titled "Determination of bovine Brucellosis *(Brucella abortus*) by means of the PCR technique in the Salinas parish." The disease known as bovine brucellosis, which is caused by the bacterium *(Brucella abortus)* that has a zoonotic index, has occurred throughout the world, such as in Ecuador, the mountain region presented a prevalence of 1.97 to 10.62%; coastal region between 4.2 and 10.62%; eastern region here there is a low prevalence. The objectives are based on characterizing the incidence of *(Brucella abortus)* in livestock farms in said parish, establishing the prevalence of this disease. The main problem arises from the lack of knowledge of the residents about this epizootic, which causes a great impact on livestock farming since it is an infectious and contagious disease that affects the economic system of families, as well as the reproductive system for both males and females. In this way, this disease becomes a risk to public health. The research was carried out in 5 communities (Yakubiana, Mercedes de Pumin, Apahua, San Vicente de Plancha and Verdepamba) in the Salinas parish belonging to the Bolivar province with an altitude of 3500 meters above sea level with 10°C maximum temperature and 6°C minimum temperature, the site corresponds to the Montano formation or cold temperate zone. In this research, it was used as experimental material fifty cattle in the reproductive stage taken at random, the study factor is whole blood samples with a type of experimental design called descriptive statistics. In the results obtained after sending to the laboratory, two animals were obtained that were positive, which indicates a total of 4%, the bacteria in the blood lasts from 1 to 7 days.

Key words: *Brucella abortus*, Brucellosis, Primers, qPCR, Elisa, Rose Bengal, Bacteremia, Prevalence, zoonotic, Thermocycler, Nodes.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La enfermedad conocida como Brucelosis bovina que es causada por la bacteria *(Brucella abortus)*, es de índice zoonótico lo cual se ha presentado a nivel de todo el mundo. Los continentes que presenta un alto porcentaje son los siguientes: Las Américas con un 60.89% que equivale a 561.990 casos, le sigue Europa con el 20.60% (190.124 casos), Asia con 17.24% con 159.130 casos y en África se reportaron el 1.27% con un aproximado de 11.727 casos en el mismo periodo de tiempo. Con un registro total de 922.971 casos de brucelosis bovina ocasionada por *(Brucella abortus)*, con un 100% (Román & Luna, 2017).

Los países que conforman Latinoamérica y parte del caribe, la organización panamericana de la salud, registró y abordó la zoonosis como la Rabia, Tuberculosis y Brucelosis en un inconveniente para la sociedad tanto sanitario como económico. Los mismos que han implementado programas para la prevención, el control y eliminación de dichas enfermedades. Sin embargo, en América del Sur prexisten cifras alarmantes de Brucelosis bovina: Argentina, entre 10 y 14%; Venezuela, del 10.5%; Bolivia, 8.5%; Paraguay, 7.5%; Brasil, 4.7%; Colombia, 4.7%; Chile, entre 3 y 15%; Ecuador, 6% y, en Uruguay 0.5% (Mainato, 2017).

El departamento de AGROCALIDAD ha implementado el programa nacional de control de Brucelosis bovina en el Ecuador este país fue dividido en cinco regiones epidemiológicas. La primera región considerada de alta prevalencia con las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, y Chimborazo, va del 1.97 – 10.62% (Jáuregui, 2016).

La segunda conformada por las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, Los Ríos, El Oro y Santo Domingo de los Tsáchilas, considerada de alta prevalencia con un índice del 4.2 al 10.62% (Jáuregui, 2016).

En tercer lugar, con una baja prevalencia de 1.3 al 2.6% las provincias de Bolívar, Cañar, Azuay y Loja. (Jáuregui, 2016).

La cuarta región con baja prevalencia integradas por las provincias de la amazonia como Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe (Jáuregui, 2016).

Región cinco indemne: Dentro de las Islas Galápagos los islotes Santa Cruz, Isabela, San Cristóbal y Floreana, se considera libre de Brucelosis bovina (Jáuregui, 2016).

Con los antecedentes conocidos podemos observar que está enfermedad se encuentra presente en el Ecuador y se definió en un serio problema para la salud pública por la falta de conocimiento y por el consumo de productos no procesados como cárnicos, lácteos y quesos lo cual afecta la salud de los humanos que pueden contraer dicha patología que proceden de estos animales infectados, por otra parte afecta la economía de los productores y en la parte reproductiva provoca infertilidad, escasa producción de leche, abortos y partos prematuros recomendando la inoculación en terneras de temprana edad que va desde los 3 a 6 meses para evitar problemas de contagio.

De esta forma el actual trabajo de investigación se encamina a estudiar la incidencia de Brucelosis bovina con la técnica de PCR en la parroquia Salinas, cantón Guaranda de la provincia Bolívar para mejorar el plan de prevención y control de dicha enfermedad.

1.2. PROBLEMA

La presente investigación nace ante la falta de conocimiento de los moradores de la parroquia Salinas sobre esta epizootia como es la *(Brucella abortus)*, lo que causa un gran impacto en la ganadería, ya que es una enfermedad infectocontagiosa y afecta al sistema económico de las familias, así también al sistema reproductivo tanto para machos como para hembras, esta bacteria está formada por diferentes especies que puede afectar tanto a los animales como al ser humano. A raíz de esta problemática surge la necesidad de determinar la incidencia de *(Brucella abortus)* en el cantón Guaranda, parroquia Salinas.

La Brucelosis bovina causa una de las pérdidas más grandes en las ganaderías como la esterilidad en machos que pueden llegar a contagiarse desde el útero de la madre y mantenerse para toda su vida, en cuanto a las hembras preñadas produce abortos y si existe una posibilidad de que los neonatos nazcan estos resultarán positivos debido a la ingesta de calostro, lo que promueve perdidas tanto a los productores como a los propietarios.

En esta parroquia se dedican a la ganadería, de esta manera genera ingresos para las familias Salineras, sin embargo, estas personas están expuestas a enfermedades resultantes de estos animales con *(Brucella abortus)* ocasionando pérdidas económicas. Por esta razón esta enfermedad es un peligro para la salud pública y no solo para nosotros como futuros profesionales médicos veterinarios sino también para trabajadores del sector rural y todas sus familias.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la Brucelosis bovina *(Brucella abortus)* por medio de la técnica PCR en la parroquia Salinas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar la incidencia de *(Brucella abortus),* en ganaderías en la parroquia Salinas.
- Establecer la prevalencia de Brucelosis bovina.

1.4. HIPÓTESIS

H_0: No se determina Brucelosis bovina *(Brucella abortus)* por medio de la técnica PCR en la parroquia Salinas.

H_1: Si se determina Brucelosis bovina *(Brucella abortus)* por medio de la técnica PCR en la parroquia Salinas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Brucelosis bovina

La Brucelosis es una patología infectocontagiosa causada por biovariedades del género *Brucella* que es de origen bacteriano que afecta al ganado vacuno en la reproducción. Por lo general se muestra en hembras adultas en etapa de gestación presentando síntomas como placentitis ocasionando también abortos entre el quinto y noveno mes, tomando en cuenta que en hembras que no se encuentran en estado de preñez estas son asintomáticas. Desde la parte zoonótica actualmente la Brucelosis es de reporte obligatorio debido a que provoca efectos negativos a los seres humanos que afecta principalmente a su salud por estar relacionados con animales infectados pertenecientes a distintos hatos ganaderos y al momento del sacrificio a estos animales. La Brucelosis es causada por una bacteria sumamente infecciosa y afecta especialmente al tracto genital en hembras y machos y a diferentes órganos y sistemas del animal como es el caso del conducto galactóforo que es una de las fuentes más importantes de contaminación de tipo zoonótica, por conclusión se puede mostrar en varias etapas de la vida del animal, así como también puede estar presente en otras especies de mamíferos (Ortiz, 2016).

2.2. Etiología

Uno de los principales problemas que afecta al ganado bovino es causada por una bacteria del género *Brucella,* es un cocobacilo intracelular facultativa de aproximadamente 0.5 a 0.7 μm de diámetro y 0.5 a 15 μm de largo, Gran negativo, inmóviles y aerobios, no conforman esporas, son bastantes resistentes a la evaporación esto quiere decir que quedan con vida en el ambiente o alimentos (leche, mantequilla y queso) a lo largo de un periodo de tiempo (Paredes, 2021).

La pasteurización es un proceso físico que se basa en el tratamiento térmico de alimentos líquidos y sólidos para reducir sustancialmente su carga microbiana controlando la temperatura y el tiempo (Paredes, 2021).

2.3. Resistencia

Las especies relacionadas a este género son expuestas a desinfectantes más comunes como la luz solar y a la evaporación de tejidos o cadáveres enterrados estos que se encuentren de alguna manera contaminados, en climas fríos tienen la posibilidad de aguantar vivos por un par de meses, en verano o zonas calientes la mayoría mueren en 24 horas. La *Brucella* fuera de los hospedadores mamíferos son parcialmente enormes en comparación con otras bacterias patogénicas no esporuladas en equivalentes situaciones (Timbila, 2020).

Tabla 1

Supervivencia de Brucella en el medio ambiente.

Supervivencia de *Brucella* en el medio ambiente	
Material	**Tiempo de resistencia**
Suelo y estiércol	80 días
Polvo	15-40 días
Leche a temperatura ambiente	2-4 días
Fluidos y secreciones en verano	10-30 minutos
Lanas de depósitos	110 días
Agua a 8°C y pH 6.5	más de 57 días
Agua a 37°C y pH 7.5	menos de 1 día
Fetos mantenidos a la sombra	6-8 meses
Descargas vaginales mantenidas en hielo	7 meses
Manteca	1 a 2 meses
Cuero manchado con excremento de vaca	21 días
Paja	29 días
Grasas de ordeños y mataderos	9 días
Heces bovinas naturales	1-100 días
Tierra húmeda a temperatura ambiente	66 días
Tierra desecada a temperatura ambiente	4 días

Fuente: (Timbila, 2020).

2.4. Periodo de incubación

El periodo de incubación de la bacteria varía desde la infección hasta la aparición de los anticuerpos que alcanza persistir varias semanas dependiendo del hospedador y la carga bacteriana que se relaciona e infecta en las etapas tempranas, por ejemplo el periodo de incubación es más extenso al inicio de la preñez, en cambio sí más adelantada está la fase de gestación, más corto es el período de incubación de la bacteria, la vaca termina el estado de preñez o puede presentar partos prematuros eliminando así las bacterias que se localizan en el útero, mediante la expulsión de las descargas uterinas que en ocasiones desinfecta temporalmente a la vaca la misma que sigue excretando *Brucella* incluso durante toda la vida productiva (Ponce & Párraga, 2021).

2.5. Epidemiología molecular de brucelosis spp

En la actualidad esta enfermedad es un problema para la salud humana por esta razón se ha empleado nuevas herramientas una de ellas es la epidemiologia molecular, para evitar la presencia de agentes definitivos y su efecto biológico y la presencia de genes codificadores que son susceptibles a la Reacción en Cadena de la Polimerasa ya que juega un papel esencial en la utilización de esta clase de 32 herramientas, no obstante, hay otros estudios que confirman y complementan el diagnóstico. La epidemiologia molecular es la base para conocer las propiedades de los organismos estudiados y, sobre todo, establecer su distribución en el lugar y tiempo, así como los factores para su propagación, manifestación y progreso de la enfermedad (Henández, 2021).

2.6. Transmisión

Uno de los principales accesos de consumo de la bacteria es por vía oral e ingesta de alimentos y aguas contaminadas que se contagia por medio de las hembras cuando excretan líquido amniótico y las membranas fetales que contienen bacterias al momento de abortar o parir, también se puede dar por el ingreso de las exudaciones vaginales, genitales y de los terneros recién nacidos de vacas enfermas. Por otra parte, se debe tomar en cuenta a aquellas vacas que están aparentemente sanas, es decir son asintomáticas por lo tanto la bacteria se puede

alojar en la leche y puede ser eliminada durante el periodo de producción láctea (Charbonnier, 2019).

De igual forma se puede infectar por medio del pasto con la materia fecal de terneros que hayan sido alimentados con leche contaminada, tomando en cuenta que no toda la *Brucella* se destruyen en el tracto intestinal. Por vía venérea no suele ser de importancia epidemiológica en la transmisión de Brucelosis, tomando en cuenta que los toros al momento de cubrir a vacas que ya están infectadas con esta enfermedad no se contagian si es que estos no presentan una infección en ese momento por otra parte, al momento de inseminar si el semen se encuentra infectado de esta manera si lograra introducir la bacteria a la vaca.La brucelosis bovina también puede transferir a animales y personas cuando muestran lesiones en la piel (Jirón, 2019).

2.7. Taxonomía

Tabla 2

Clasificación taxonómica de la (Brucella abortus).

Clasificación taxonómica	
Reino	Bacteria
Filo	Proteobacteria
Clase	Proteobacteria alfa
Orden	Rhizobiales
Familia	Brucellaceae
Género	*Brucella*
Especie	*B. abortus*

Fuente: (Granizo, 2016).

Tabla 3

Clasificación de Brucella

Clasificación de *Brucella*		
Especie	**Huésped natural**	**Enfermedad clínica**
B. melitensis	Cabras, Ovejas, Hombre	Enfermedades graves, aguda y complicaciones
B. abortus	Vacas, Búfalos, Hombre	Enfermedad leve y complicaciones supuradas
B. canis	Caninos	
B. suis	Cerdos	Enfermedad supurada destructiva con manifestaciones supuradas raras
B. ceti	Delfines, Mariposas y Ballenas	
B. pinnipedialis	Focas	
B. microti	Zorros rojos, Roedores de campo	
No infectan al hombre		
B. ovis	Carneros	
B. neotomae	Roedores	

Fuente: (Timbila, 2020).

2.8. Patogenia

En vacas de edad avanzada la bacteria se aloja en las glándulas mamarias, en úteros gestantes, la ubre, capsulas articulares, bolsas sinoviales, en cambio en

machos adultos su prevalencia se encuentra en las gónadas, glándulas vesiculares, próstata que estas se describen como glándulas sexuales accesorias y esta bacteria se desarrolla en el sistema retículo endotelial con más facilidad ganglios linfáticos mediante la sangre y la linfa se transporta a los órganos Diana (Viveros, 2019).

Por otra parte, en los machos jóvenes que no han alcanzado su madurez sexual la bacteria se reproduce en los ganglios linfáticos, con la única diferencia que la bacteria se puede expulsar del organismo, por tal razón en la mayoría de los terneros es de forma transitoria en el animal sexualmente inmaduro. Pero se debe tomar en cuenta que a pesar de todo esto pueden mostrar el síndrome de los terneros con latencia (Viveros, 2019).

Cuando la vaca muestra una etapa de gestación, en la placenta existe un gran aumento de Eritrol, el mismo que es un hidrato de carbono que provoca la multiplicación de la *Brucella*, en los tejidos embrionarios del rumiante lo cual ocasiona una lesión en el área intercotiledonaria en el último tercio de la gestación provocando el aborto (Apaza, 2019).

La sustancia causada por el feto se llama Eritrol, que promueve el aumento de *(Brucella abortus)*, en los líquidos placentarios y fetales la concentración de esta sustancia es muy elevada y es la responsable de la infección en estos tejidos. Por lo contrario, cuando la vaca no se encuentra en un periodo de gestación, la bacteria se localiza en la glándula mamaria, específicamente en los ganglios y la leche permanece supuestamente normal (Apaza, 2019).

2.9. Signos clínicos

Las ganaderías deben encontrarse en un estado inmunológico en buenas condiciones de esto dependerá el estado de los signos clínicos. Las vacas que se encuentren en estado de preñez son susceptibles al aborto después del quinto mes de gestación si es que no fueron inmunizadas los signos clínicos dependerán del estado inmunológico del hato. Las hembras gestantes que no se encuentran vacunadas, son susceptibles de presentar aborto después del quinto mes de gestación. Uno de los resultados más habituales del aborto viene acompañado de

retenciones placentarias y metritis esta puede ser fibrinosa purulenta, encontramos también infecciones mixtas en cambio en este caso presenta metritis aguda con septicemia y crónica causando esterilidad y muerte. En los machos uno o ambos sacros escrotales presentan una inflamación aguda y muy dolorosa aumentando dos veces su tamaño, aunque no se encuentren afectados los testículos, se presenta también orquitis unilateral lo cual disminuye la producción espermática los testículos pueden presentar necrosis debido a una tumefacción persistente quedando totalmente destruidos lo que con lleva que estos animales queden estériles cuando la orquitis es aguda, en algunos casos estos siguen siendo fértiles y propagadores de la enfermedad si solo se encuentra afectado un testículo. En ambos sexos se debe considerar la inflamación de las articulaciones, especialmente en rodillas y corvejones (Duarte, 2017).

2.10. Diagnóstico

Algo muy importante es que en los hatos es imprescindible y obligatorio tener un calendario sobre el control de las patologías reproductivas principalmente en hembras por el riesgo de aborto en el último tercio de gestación teniendo en claro que este signo puede ser resultado de otras patologías y no específicamente de brucelosis bovina esto se puede confirmar con el historial clínico y un diagnóstico definitivo. Para una adecuada identificación del patógeno se puede realizar aislamiento o cultivo, pero por el tiempo que sobrelleva ejecutar este proceso ya que *Brucella spp*., tiene un crecimiento lento, y por las circunstancias estrictamente necesarias de bioseguridad, la mayor parte de las veces no es posible cumplir pruebas directas, en consecuencia, los métodos serológicos juegan un papel importante en la evaluación de la respuesta de anticuerpos como parte del diagnóstico (Yunganaula, 2017).

2.10.1. Diagnóstico directo

El diagnostico directo ayuda a demostrar la realidad de la bacteria o de sus elementos en materiales provenientes de animales reaccionantes a las pruebas serológicas. El proceso para la obtención de muestras del animal, se realiza en ganglios o flujos uterinos y vaginales, placenta y cotiledones, fetos, leche, semen, sangre, realizan viable el diagnóstico bacteriológico directo con el cultivo,

retiramiento y caracterización de *(Brucella abortus)*, el cual es concluyente demostración de infección (De Freitas, 2019).

El diagnóstico inequívoco de la brucelosis es el directo por cultivo desde leche o tejidos del animal e identificación de la bacteria. El retiro de *(B. abortus)* se consigue con la implementación de medios selectivos y enriquecidos. En medio TSA, las cepas lisas (S) generan colonias circulares, convexas con bordes regulares, translúcidos, de color ámbar y a la luz reflejada son brillantes, sutilmente opalescentes y de color gris azulado. Las cepas rugosas (R), en TSA crean colonias similares en la manera, sin embargo, varían de manera considerable en tamaño, color, consistencia y textura. El cultivo tiene una sensibilidad de 46.1 % y una especificidad de 100 % (De Freitas, 2019).

"Las técnicas de bioingeniería como la PCR permiten un diagnóstico veloz, sin embargo, no continuamente persisten disponibles o asequibles." Otro procedimiento de diagnóstico directo es ELISA (Inmunoanálisis enzimático) Directo que se apoya en la detección de antígenos por medio de anticuerpos (Acs) 25 específicos para *Brucella*. Tiene una sensibilidad de 97.7% y una especificidad de 90.5 % (De Freitas, 2019).

2.10.2. Diagnóstico indirecto

Unas de las pruebas que conforman el diagnóstico indirecto es la prueba de Aglutinación lenta en Tubo (SAT). Esa una prueba serológica reciente, lo cual se continúa utilizando en ciertos lugares como prueba base. Presenta 75.9% de sensibilidad y 95.7% de especificidad (De Freitas, 2019).

- El test de ELISA indirecta es de un procedimiento fácil y puede verificar anticuerpos tipo IgG1, IgG2 e IgA; principalmente revela IgG1 en suero bovino. Es sensible al 96% y una especificidad de 93.8%. Dicha prueba tiene una alta sensibilidad en la leche pudiendo así descubrir anticuerpos en mininas cantidades (De Freitas, 2019).
- La prueba conocida como Rosa de Bengala puede albergar dos tipos de cepas, *(B. abortus)* S99 o S1119.3 lo cual se tiñe con Rosa de Bengala con un pH de 3.65. Se relaciona como una prueba cualitativa muy sensible que detecta IgG1

y logra ampliarse en suero sin disolver. Esta prueba presenta valores de sensibilidad de 96.2% y de una especificidad de 95.8% por ello se considera tamiz o base para el diagnosticar he eliminar la Brucelosis. Los resultados falsos negativos de esta técnica se pueden asignar al periodo de desarrollo de la infección, por ejemplo, una vez tomada la muestra del animal que se presenta en una incubación temprana de la patología los anticuerpos que más prevalecen son los IgM y no los IgG (De Freitas, 2019).

- La prueba de Rivanol es una herramienta eficaz al momento de diagnosticar Brucelosis bovina. Esta contiene un pigmento de acridina que clarifica las 26 proteínas del suero, esta condición producirá la sedimentación de las IgM y un sobrenadante rico en IgG. Dicha prueba posee una sensibilidad que alcanza al 83% y una especificidad del 93% (De Freitas, 2019).
- La prueba de fijación de complemento (FC) se considera la más sensible y rigurosa, pero puede ser delicada y extensa de ejecutar si el suero tiene anticuerpos contra *Brucella spp*., y no se crea la lisis de los eritrocitos si el complemento no está disponible y, por lo tanto, en el fondo del tubo se establecerá un botón de eritrocitos, dando a la prueba como positiva. Esto se lo puede realizar en diluciones continuas y así poder tener una proporción adecuada de anticuerpos en la muestra examinada. Presenta una sensibilidad del 96 a 98.8% y especificidad entre 99.4 hasta el 100% (De Freitas, 2019).
- La prueba de Polarización fluorescente (FPA) es de carácter similar que no es preciso la desintegración de los compuestos analizados esto quiere decir que es una técnica sencilla y rápida de realizar lo que conlleva a obtener un diagnóstico seguro en pocos minutos. Esto nos ayuda a tener una información rápida del mismo con resultados importantes para el control de esta enfermedad. Esta prueba tiene una sensibilidad de 94.9% y una especificidad de 99.4% (De Freitas, 2019).

2.11. PCR

A principios de la década de 1980 el científico Kary B. Mullis inventó la PCR (reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real), y ganó el premio nobel de química en 1993.

La PCR es un procedimiento de laboratorio que permite amplificar de forma específica un segmento de ADN de una muestra biológica, este método se utiliza para obtener muchas copias de material genético a partir de una pequeña cantidad del mismo mediante cambios cíclicos de temperatura en un termociclador ya que es de forma rápida, sensible y específica por medio de muestras de sangre llevadas al laboratorio, su utilidad es que tras la amplificación resulta mucho más fácil identificar el ADN circulante de la bacteria y mostrar de una manera más cómoda el agente causal de la enfermedad (Duarte, 2017).

2.12. Prevención

Para obtener una buena prevención de Brucelosis bovina existen vacunas que permiten una protección frente a la enfermedad, al momento de su aplicación reduce los riesgos de infección, la presencia de abortos y al contagio de la patología (Guamán, 2017).

2.12.1. Vacuna con cepa S19 *(Brucella abortus)*

Este tipo de vacuna se ha empleado en la mayoría de los programas de erradicación de la enfermedad conocida como Brucelosis bovina, en diversos países es un cultivo activo de *Brucella*, cada porción tiene entre 10-60 x 109 unidades formadoras de colonias, su forma comercial es de tipo liofilizada. La morfología que presenta esta vacuna es lisa ya que contiene microorganismos atenuados, incapaces de desarrollarse en presencia del Eritrol. Los rasgos más destacados de la cepa S19 de *(B. abortus)* son: baja virulencia, alta inmunogenicidad y buena antigenicidad (Guamán, 2017).

En terneras de 3-6 meses de edad se recomienda emplear la cepa S19 en dosis de 2 ml, por vía subcutánea en la tabla del cuello. El nivel de efectividad en los animales depende mucho de la edad de vacunación, la dosis, vía de administración y la prevalencia de Brucelosis en el rebaño (Guamán, 2017).

La inoculación en toda la vida del animal es una de las ventajas que muestra el uso de este biológico que logra una respuesta inmunitaria rápida y no muestra reacciones locales. En cuanto a las desventajas, se da una reacción

aglutinogénica, infección patogénica casual constante lo que es necesario una cadena de frío rigurosa para su conservación (Guamán, 2017).

2.12.2. Vacuna con cepa RB51 *(Brucella abortus)*

Esta es una vacuna viva que necesita de una revacunación y la virulencia se encuentra más atenuado que la cepa S19. Se inventó al inicio de la cepa lisa virulenta S-2308, para obtener la cepa RB51, lo cual es rugosa estable de *(Brucella abortus)* y no contiene la serie adyacente "O" del LPS. Se aplica por vía subcutánea entre los 4 a 12 meses de edad cada año y tiene la ventaja es que el diagnostico tiene un resultado negativo (Guamán, 2017).

2.13. Control

Dentro del hato ganadero se debe hacer una examinación serológico periódico de los animales, identificar y sacrificar los animales que se encuentre contagiados para que no se disemine la enfermedad al resto de la ganadería, por lo tanto, deben permanecer apartados hasta que se verifique la ausencia de la enfermedad conocida como Brucelosis, la vacunación es una de las técnicas para prevenir nuevos contagios y tener más conocimiento acerca de dicha enfermedad. En algunos países a nivel mundial, el despoblamiento de rebaños positivos a Brucelosis bovina ha señalado ser un procedimiento eficaz para el control en la región (Cárdenas, 2018).

2.14. Biotipos

Existen nueve biotipos para *(B. abortus)* ya que se considera la más peligrosa para los humanos. Proporcionado el potencial de su infectividad, algunas de las variedades de *Brucella* llegarían a utilizarse en una invasión de bioterrorismo. Los casos asintomáticos se han relacionado hasta ahora con infecciones ligeras, en individuos expuestos al contagio (Vázquez & Fuentes, 2021).

2.15. Razas de bovinos

2.15.1. Holstein

2.15.1.1. Origen

Esta raza se originó en Países Bajos específicamente en Holanda del Norte y Frisia. Estas zonas se caracterizan por ser húmedas y con abundante vegetación. Esta raza se tiene diferentes nombres dependiendo al país de origen por ejemplo en países europeos se le conoce como frisón y en América como Holstein Friesian (Cuéllar, 2021).

2.15.1.2. Fenotipo

Las hembras de raza Holstein tienen dos tipos pelajes característicos. El primer pelaje, se define por tener una combinación de manchas blancas y negras (dominancia genética). En cambio, el segundo pelaje, se caracteriza por presentar manchas blancas y rojas (Cuéllar, 2021).

2.15.1.3. Peso

En el ganado Holstein Friesian, los machos adultos presentan un peso medio de 1.050 Kg y las vacas adultas 680Kg (Cuéllar, 2021).

2.15.1.4. Características

Las vacas Holstein se identifican por ser la raza con mayor peso y con una altura aproximada de 1,45 m que las demás vacas lecheras. Poseen una ubre más desarrollada en cuanto a su tamaño conforme a su gran producción lechera. En cuanto a la parte posterior de su cuerpo es más ancho, angulado y consta de una menor masa muscular, siendo un indicador característico de su orientación lechera (Cuéllar, 2021)

2.15.1.5. Capacidad productiva

Esta raza se caracteriza por tener la producción más alta de leche a nivel de todo el mundo. Para obtener animales con un alto rendimiento de leche necesitamos de una importante selección genética que se ha caracterizado durante varios años

para conseguir mejores vacas productoras con un alto porcentaje de leche (Cuéllar, 2021).

Una ventaja de estos animales es que tienen una mejor adaptación a las temperaturas frías y templadas; en cambio se ven afectadas de una manera muy drástica en cuanto a los climas cálidos (Cuéllar, 2021).

Para una mejor producción lechera varía de algunas causas del medio ambiente y la alimentación. Existen diferentes sistemas de dietas que incluyen concentrado alimenticio lo cual determina 305 días o también un promedio de 10.000 a 12.000 litros de leche por cría (Cuéllar, 2021).

De acuerdo a la alimentación del ganado bovino por medio del forraje, la cantidad de leche disminuye a un promedio de 4000 a 5000 litros de leche por cría (Cuéllar, 2021).

Sin embargo, esta raza es una de las preferidas en el sector lechero por sus grandes volúmenes de producción (Cuéllar, 2021).

En el año de 1975 una vaca Holstein de nombre Arlinda Ellen. Obtuvo una producción de 87 litros de leche en un solo día (Cuéllar, 2021).

2.15.2. Jersey

2.15.2.1. Origen

Las vacas Jersey es una de las razas lecheras inglesas de las islas conocidas como Canal de Mancha situadas entre Inglaterra y Francia. Desde el año 1700 los lugareños le adaptaron afín de las necesidades y las posibilidades de forrajes de un medio limitado (Cuéllar, 2021).

Esta raza presenta un tamaño pequeño, pero con características únicas que destaca una cabeza pequeña con grandes ojos y hocico oscuro en comparación con las demás razas lecheras (Cuéllar, 2021).

2.15.2.2. Fenotipo

Este tipo de vacas comparadas con las demás razas son de tamaño pequeño. Se recalca que poseen de una cabeza pequeña con ojos grandes, hendidura frontal, hocico y extremidades delgadas con pezuñas de color oscuro (Cuéllar, 2021).

Los cuernos son cortos con vértices negros. La ubre tiene una buena conformación y desarrollo. En cuanto a las mucosas que presenta esta raza son pigmentadas negras o de color oscuro (Cuéllar, 2021).

2.15.2.3. Peso

Las hembras de raza Jersey en etapa adulta tienen un peso aproximado que va de 300 a 400 Kg y los toros un peso entre 400 a 500 Kg (Cuéllar, 2021).

2.15.2.4. Altura

El ganado Jersey alcanza una altura a la cruz aproximadamente de 1,25 metros (Cuéllar, 2021).

2.15.2.5. Características

Una de las similitudes entre la Jersey y la Holstein es en las ubres que tienen una buena disposición y buen soporte a pesar de su peso liviano y extremidades delgadas (Cuéllar, 2021).

En cuanto al temperamento del animal es muy dócil y en laderas tiene una buena adaptabilidad por sus patas largas y por su peso (Cuéllar, 2021).

2.15.2.6. Capacidad productiva

A este tipo de vaca se la conoce por que la producción de su leche cuenta con altos valores de grasa 5%, proteína 3,6% y el 5% y sólidos totales, lo cual es de mejor calidad y buen precio. Las ventajas productivas son a base de su dieta de forrajes o pastos. Tiene una facilidad de adaptabilidad a diferentes tipos de suelo, clima templado. Se estima que su producción lechera puede llegar hasta 10.000 litros por lactancia (Cuéllar, 2021).

La leche que produce esta raza es rica en grasas, lo que nos ayuda a elaborar productos derivados como quesos ya que la leche contiene glóbulos grasos (Cuéllar, 2021).

2.15.3. Brown Swiss

2.15.3.1. Origen

La raza Brown Swiss, se originó en los Alpes suizos y es la raza lechera más antigua. Compite en producción de leche y sólidos, en los Estados Unidos, con la raza Holstein. Estados Unidos y Alemania son los dos países que han desarrollado la mejor genética Brown Swiss a nivel global (Cuéllar, 2021).

El mercado lechero mundial está en plena evolución hacia el reconocimiento del valor de los componentes de la leche. Una diferencia importante, entre la leche de las distintas razas, es su contenido de agua. El exceso de agua aumenta el costo de producción, refrigeración, almacenamiento y transporte (Cuéllar, 2021).

2.15.3.2. Fenotipo

La raza Brown Swiss, con un porcentaje comprobado de grasa del 4,0% y un promedio de proteína comprobado de más de 3,5%, es la raza que produce la leche de mejor calidad en el mundo, tanto por su alto valor nutritivo como leche fluida, como también por el alto rendimiento y calidad de los quesos y otros productos industriales obtenidos. Estos resultados en la producción de quesos, se deben, al elevado contenido de proteína, a su excelente coagulación y a la muy favorable composición de la caseína de la leche (Cuéllar, 2021).

2.15.3.3. Peso

Es una de las razas lecheras de cuerpo más grande, con una vaca madura que pesa entre 1.300 y 1.400 libras y un toro maduro que pesa tanto como 2.000 libras (Cuéllar, 2021).

2.15.3.4. Características

Wisconsin, Ohio y Iowa actualmente cuentan con la mayor población de Brown Swiss en los Estados Unidos, pero se pueden encontrar en todo el país. En 1869,

con varias importaciones adicionales en los años subsiguientes por un total de aproximadamente 150 animales importados de Suiza, creando la base de rebaños en los EE. UU (Cuéllar, 2021).

2.15.3.5. Capacidad productiva

Los Brown Swiss son razas de tipo lechero, con buenas extremidades y óptimas ubres. Gracias a su longevidad, la capacidad de adaptación, la fertilidad, la aptitud a los pastizales, el favorable curso del parto y la frugalidad despiertan entusiasmo en los clientes de todo el mundo (Cuéllar, 2021).

2.16. Brucelosis bovina como zoonosis

La contaminación por *Brucella* puede ser sencillamente contagiosa al ser humano, lo que llegaría a causar un transcurso febril ondulante o sea un aumento y disminución de fiebre llegando a manifestarse en forma crónica y provocar inconvenientes graves que afecta al sistema muscular, esquelético, cardiovascular y sistema nervioso central. La bacteria se reduce principalmente por la vía oral, respiratoria o conjuntival, por consumir productos lácteos no procesados lo que es el principal riesgo. Prexiste el riesgo en médicos veterinarios, ganaderos y personal que labora en los camales con animales enfermos, fetos abortaros y placentas (Charbonnier, 2019).

La Brucelosis bovina en los laboratorios es más fácil de contraer mediante el manejo de diferentes muestras o cultivos vivos que pueda estar contaminado lo cual se debería ejecutar con normas de bioseguridad que se establecerá a partir de un examen de peligro biológico (Charbonnier, 2019).

2.17. Medidas de prevención y control en humanos

La Brucelosis al ser una enfermedad de origen zoonótico, para tener un riguroso control en los humanos dependerá de la prevención en los bovinos, ya que estas se alinean y se ejecutan por medio de la inoculación con las diferentes cepas RB51 y la cepa S19 lo cual son dos herramientas para contrarrestar la enfermedad en todo el ganado bovino. Por otra parte, la vacuna para los humanos se ha venido desarrollando para tratar de prevenir dicha enfermedad, pero se ha dejado de aplicar debido a las reacciones adversas como fiebre, eritema, y dolor focal por

que presenta una baja actividad del biológico y por el suceso colateral que puede demostrar el paciente vacunado que pudo estar contagiado por *(B. abortus)* (Gaviria, 2020).

En los animales que presentan positividad a *(B. abortus)* se debe realizar un buen manejo he impedir que la enfermedad se alcance a dispersarse mediante las normas sanitarias adecuadas dejando al predio en cuarentena, descartando animales positivos, realizando controles serológicos como en sangre o en leche que, si puede ser aplicable, aplicar el plan de vacunación estratégico en hembras en edad reproductiva vacías. Con respecto a las vacas positivas a la patología en etapa productiva (leche), deben ser ordeñadas al final y deshacerse a su totalidad mientras este animal es sacrificado, evitando así el consumo de la misma (Gaviria, 2020).

2.18. Cuadro clínico en humanos

- Hipertermia
- Sudoraciones nocturnas (olor característico)
- Artralgias
- Mialgias
- Lumbalgia
- Pérdida de peso
- Agotamiento
- Cefalea
- Mareo
- Depresión
- Anorexia
- Dispepsia
- Dolor abdominal
- Tos (Nuñez, 2021).

2.19. Diagnóstico en humanos

Para el diagnóstico de Brucelosis se debe hacer distintos exámenes de aglutinación como Rosa de Bengala, Elisa indirecta y competitiva y fijación de

complemento para poder observar y verificar la presencia de anticuerpos las mismas que ayudan a relacionar y verificar criterios para lograr finalmente el control y erradicación de esta enfermedad zoonótica. La verificar la efectividad entre los distintos métodos se ha sometido a varios investigadores con la finalidad de comprobar su utilidad por cada una de ellas para diagnosticar Brucelosis bovina (Navarro, 2017).

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

Localización del experimento

La presente investigación se ejecutó en la provincia Bolívar, del cantón Guaranda en cinco comunidades en específico de la parroquia Salinas: Apahua, Mercedes de Pumin, San Vicente de Plancha, Yacubiana y Verdepamba.

Situación geográfica y climática

Altitud	3500 m.s.n.m
Latitud	1°24′19″S
Longitud	79°01′09″O
Humedad relativa promedio anual	33.3 %
Precipitación promedio anual	1000 a 2000 mm/año
Temperatura máxima	10°C
Temperatura media	8°C
Temperatura mínima	6°C

Fuente: (Orejuela & Gordón, 2015).

Zona de vida

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida, realizado por Holdridge, L. el sitio corresponde a Montano o zona templada fría.

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

Cincuenta bovinos en etapa reproductiva.

3.2.2. Factores de estudio

Muestras de sangre entera.

3.2.3. Tipo de diseño experimental o estadístico

Estadística descriptiva.

3.2.4. Manejo del experimento

Para realizar nuestra investigación se procedió a extraer la toma de cincuenta muestras de sangre entera, para realizar la asepsia se utilizó torundas humedecidas en alcohol con las cuales desinfectamos el área de punción localizando la vena coxígea que es un lugar anatómico y específico para proceder a insertar la aguja y llenar las jeringas de unos 5 ml de sangre de las diferentes unidades experimentales tomadas al azar y depositar en los tubos Vacutainer, las mismas que fueron enviados al laboratorio con hielo en gel a una temperatura de 7°C para su análisis respectivo utilizando la técnica de Reacción en Cadena de la Polimerasa en Tiempo Real (qPCR) y así tener conocimiento de los resultados.

Para identificar las muestras de cada bovino estos deben contener el código único en su arete de trazabilidad y poder registrar con letra legible tanto en el tubo Vacutainer como en la libreta de apuntes con el objetivo de poder rastrear al animal. Se debe tomar en cuenta también que es de gran importancia validar la cantidad y calidad de muestras sanguíneas para obtener buenos resultados.

3.2.5. Métodos de evaluación y datos a tomarse

- **Peso**

El peso se determinó con la ayuda de una cinta bovino-métrica la misma que viene expresada en kilogramos, se procedió a medir la altura de la cruz a cada unidad experimental.

- **Edad**

Se procedió a observar la dentadura de las hembras ya que esto nos ayuda a indicar el desgaste de las piezas dentarias y gracias a esto podemos establecer los años de vida del animal.

- **Raza**

En la presente investigación se utilizó dos tipos de razas que son el principal objeto de estudio.

- **Sexo**

Se clasificó para los bovinos tanto a machos como a hembras en etapa reproductiva.

- **Estado de preñez**

En este parámetro se tomó en cuenta el estado de gestación de la vaca ya que en los primeros meses es más invasiva que en su última etapa.

- **Concepción a través de la inseminación artificial**

Se puede presentar el contagio por *(Brucella abortus)* a través de la (IA) cuando el semen está infectado y se llega a introducir en el útero de la hembra.

- **Muestra serológica**

Se procedió a tomar diferentes muestras de sangre entera a un grupo de animales tomados al azar para determinar la prevalencia de *Brucella* en el ganado bovino.

- **Equipos**

Termociclador: (Eppendorf; Mastercycler® nexus series, Alemania).

Tubos Vacutainer: (Tubos BD con anticuagulante para análisis de sangre total, China).

Jeringas de 5 mL: (Medic Life, Made in China).

Micropipeta: (HTL, Modelo lm2 vol, Polonia).

Congeladora: (Dual cooling, WCF2107Q).

Vortex: (Wizard, y TX4).

Gradilla: (Fisher Modelo GR-3002, Bogotá).

Hielo en gel: (Stopgard, iceStop- Pack Refrigerante).

- **Reactivos**

Detección del ADN/RNA de *Brucella* en sangre por qPCR.

Para la identificación de *Brucella spp*., se usan primers liofilizados B4 (5'-TGGCTCEGTTGCCAATATCAA-3') y B5 (5'-CGCGCTTGCCTTTCAG GTCTG-3') que amplifican un fragmento de 223 (pb) pares de bases los cuales reconocen una región interna de la secuencia del gen BCSP31, que codifica para una proteína de membrana externa de 31 kDa, que se conserva en todas las especies de *Brucella*.

Las condiciones de reacción incluyeron un tiempo tiempo de amplificación de50-60 minutos y una temperatura entre 60-95°C.

Utilizado, Alemania.

3.2.6. Análisis estadístico

$$\mathrm{n}= \frac{NZ^2\alpha/2P(1-P)}{(N-1)d^2+Z^2\alpha/2P(1-P)}$$

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUCIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Identificación del patógeno en la comunidad Yacubiana

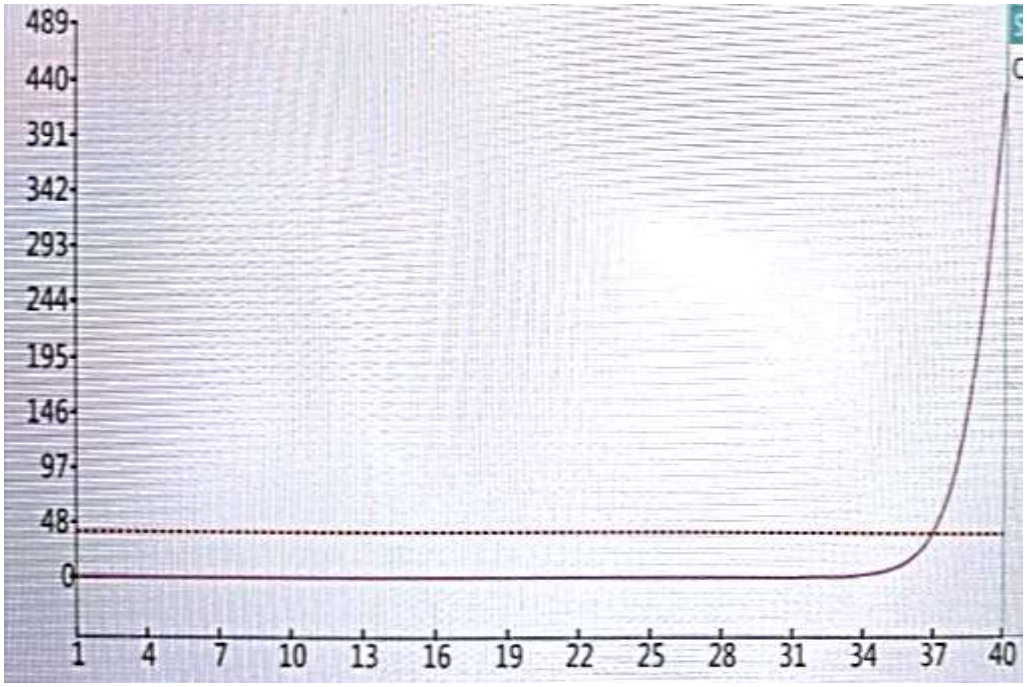
Tabla 4

Datos adquiridos en la comunidad Yacubiana.

SAMPLE	Item	Ct	Resultados
Y1	*Brucella*	0	N
Y2	*Brucella*	0	N
Y3	*Brucella*	0	N
Y4	*Brucella*	36.9	P
Y5	*Brucella*	0	N
Y6	*Brucella*	0	N
Y7	*Brucella*	0	N
Y8	*Brucella*	0	N
Y9	*Brucella*	0	N
Y10	*Brucella*	0	N
Y11	*Brucella*	0	N
Y12	*Brucella*	0	N
Y13	*Brucella*	0	N
Y14	*Brucella*	0	N

Figura 1

qPCR a tiempo real de 14 muestras de material genético.



INTERPRETACIÓN

En la comunidad de Yacubiana se tomó 14 muestras de sangre entera en las diferentes unidades experimentales, de las cuales doce son hembras y dos machos con una edad media de 1 a 4 años de raza Brown Swiss y Jersey de las doce hembras ninguna presentaba estado de preñez.

Tras el análisis de amplificación de ADN Ribosomal de las muestras por medio la técnica de qPCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa en tiempo real) en 13 muestras no se detectó *(Brucella abortus)*. Sin embargo, en la muestra Y4 denominada coneja con un peso de 600 Kg es una hembra de raza Brown Swiss de aproximadamente dos años y no gestante dio positivo como se aprecia en la tabla 11. Así también se aprecia Ct en la figura N°1.

Cuando el canal de detección de FAM tiene una curva de amplificación típica de tipo “S” (S) y el valor de Ct es < 38, se puede considerar **positivo.**

Este resultado da a entender que 7,14% de los bovinos está infectada de *Brucella* presente en el torrente sanguíneo.

Discusión: Según Castro & Leonyork (2017), en su estudio indicaron que 5 de 7 muestras salieron positivas con un promedio de 71,42%. Lo que puede justificar esta diferencia ya que de acuerdo al porcentaje dependerá de la cantidad de muestras de sangre tomadas al azar. Esto quiere decir que si el número de muestras es mayor el porcentaje es mínimo y viceversa.

4.1.2. Identificación del patógeno en la comunidad Mercedes de Pumin

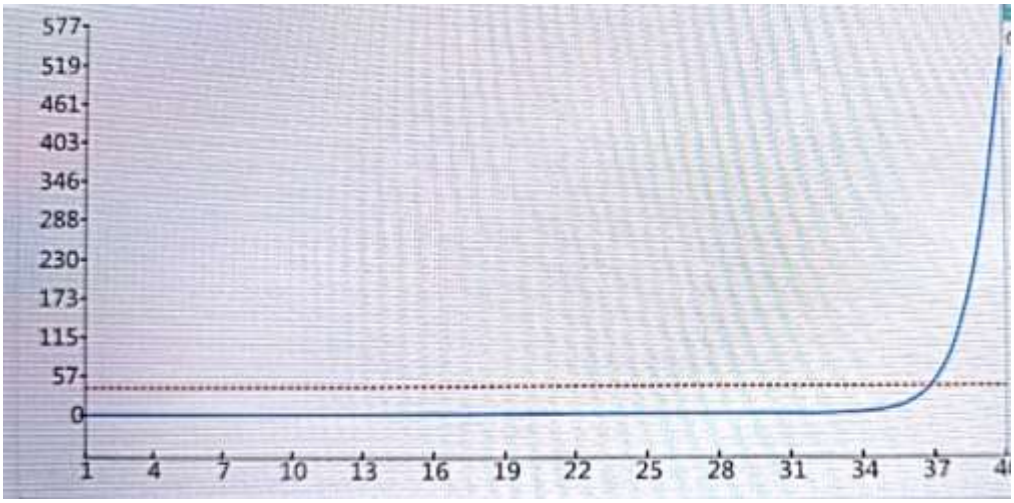
Tabla 5

Datos adquiridos en la comunidad Mercedes de Pumin.

SAMPLE	Item	Ct	Resultados
P1	*Brucella*	0	N
P2	*Brucella*	0	N
P3	*Brucella*	0	N
P4	*Brucella*	36.8	P
P5	*Brucella*	0	N
P6	*Brucella*	0	N
P7	*Brucella*	0	N
P8	*Brucella*	0	N
P9	*Brucella*	0	N
P10	*Brucella*	0	N
P11	*Brucella*	0	N

Figura 2

qPCR a tiempo real de 11 muestras de material genético.



INTERPRETACIÓN

En la comunidad de Mercedes de Pumin se tomó 11 muestras de sangre entera en las diferentes unidades experimentales, de las cuales todas son hembras con una edad aproximadamente de 2 años de raza Holstein y Jersey de estas dos se encontraban en estado de gestación.

Tras el análisis de amplificación de ADN Ribosomal de las muestras mediante la técnica de qPCR en 10 muestras no se detectó *(Brucella abortus)*. Sin embargo, en la muestra P4 denominada Guayra de raza Jersey con un peso aproximado de 379 Kg de 1 año 6 meses dio positivo como se aprecia en la tabla 12 y figura N°2.

Cuando el canal de detección de FAM tiene una curva de amplificación típica de tipo “S” (S) y el valor de Ct es < 38, se puede considerar **positivo.**

Este resultado da a entender que 9,09% de los bovinos está infectada de *Brucella* presente en el torrente sanguíneo.

Discusión: En los estudios realizados por Álvarez & Chavarría (2022), en la toma de muestras se obtuvo de 20 animales de raza Pardo Suizo, de acuerdo a las investigaciones del Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA) de Nicaragua realizaron el segundo estudio de prevalencia por animal de Brucelosis

obteniendo así un porcentaje del 0,18%. Lo que no coincide con nuestra investigación debido a que nuestro porcentaje es de 9,09% con un solo animal infestado de un total de 11 muestras tomadas al azar.

4.1.3. Identificación del patógeno en la comunidad Verdepamba

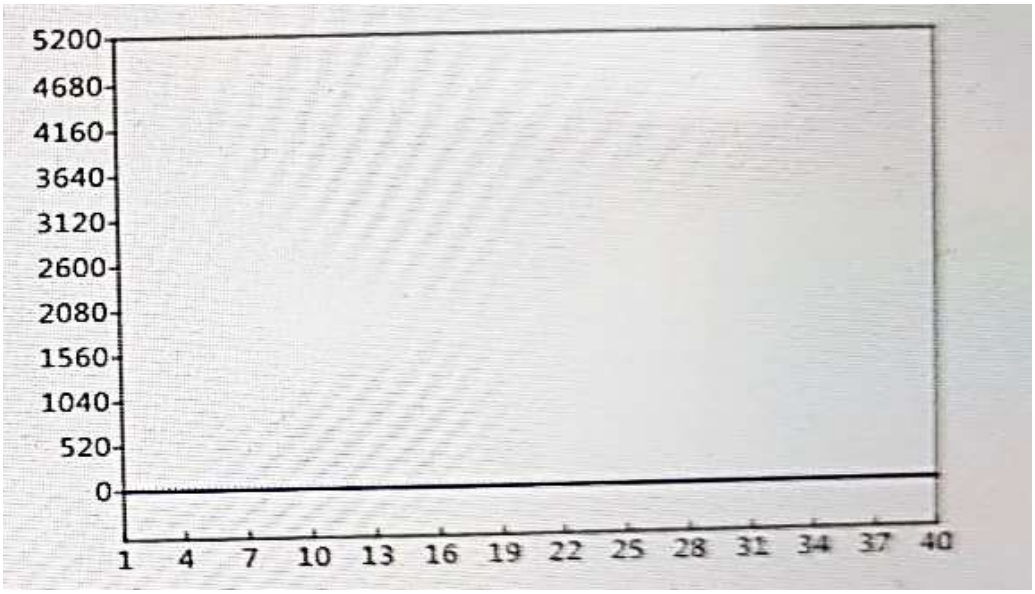
Tabla 6

Datos adquiridos en la comunidad Verdepamba.

SAMPLE	Item	Ct	Resultados
V1	*Brucella*	0	N
V2	*Brucella*	0	N
V3	*Brucella*	0	N
V4	*Brucella*	0	N
V5	*Brucella*	0	N
V6	*Brucella*	0	N
V7	*Brucella*	0	N
V8	*Brucella*	0	N
V9	*Brucella*	0	N
V10	*Brucella*	0	N
V11	*Brucella*	0	N

Figura 3

qPCR a tiempo real de 11 muestras de material genético.



INTERPRETACIÓN

En la comunidad de Verdepamba se tomó 11 muestras de sangre entera en las diferentes unidades experimentales, de las cuales diez son hembras y un macho con una edad aproximada de 2 años y medio de raza Brown Swiss de estas una se encontró en estado de gestación por monta natural.

Tras el análisis de amplificación de ADN Ribosomal de las muestras mediante la técnica de qPCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa en tiempo real) en 11 muestras no se detectó *(Brucella abortus)*, como se aprecia en el diagrama de la figura N°3.

Cuando el canal de detección de FAM no tiene una curva de amplificación típica de tipo “S” o lineal (L), y no hay un valor de Ct o el valor de Ct es > 38, se puede juzgar como **negativo.**

Este resultado da a entender que existe un 100% de bovinos que no se encuentran infectados de *Brucella* presente en el torrente sanguíneo.

De las 173 hembras enviadas para realizar un muestreo serológico se les organizó por edades obtuvieron cero prevalencias para Brucelosis datos obtenidos por

(Álvarez & Chavarría, 2022). Lo que presenta similitud a datos adquiridos del 100% de negatividad de nuestra investigación.

4.1.4. Identificación del patógeno en la comunidad Apahua

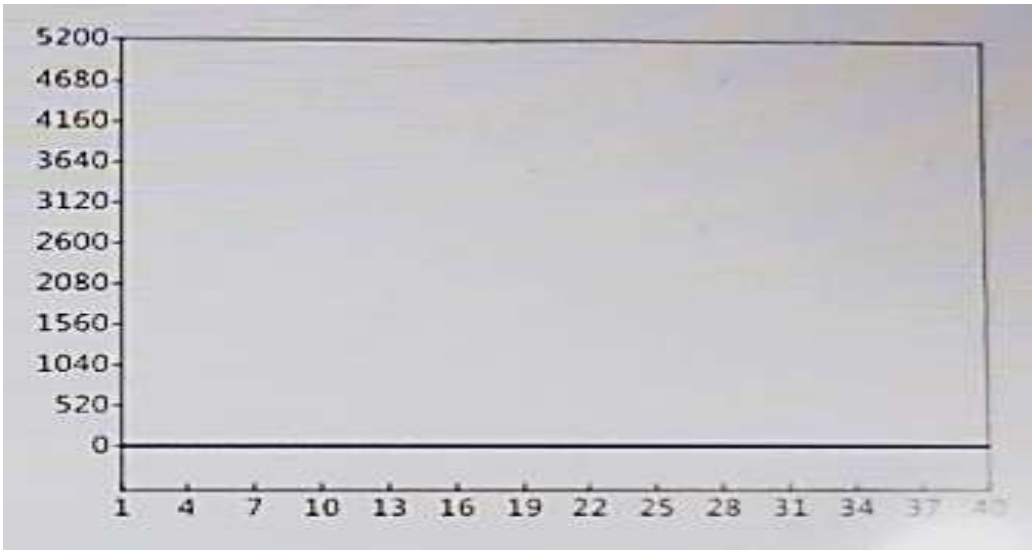
Tabla 7

Datos adquiridos en la comunidad Apahua.

SAMPLE	Item	Ct	Resultados
A1	*Brucella*	0	N
A2	*Brucella*	0	N
A3	*Brucella*	0	N
A4	*Brucella*	0	N
A5	*Brucella*	0	N
A6	*Brucella*	0	N

Figura 4

qPCR a tiempo real de 6 muestras de material genético.



INTERPRETACIÓN

En la comunidad de Apahua se tomó 6 muestras de sangre entera en las diferentes unidades experimentales, de las cuales cinco fueron hembras con un peso que varía desde 454 a 587 kg y un macho con un peso de 580kg con 2 años de edad aproximadamente de raza Brown Swiss y Jersey de estos animales tomados al azar ninguna presentó etapa de preñez.

El propietario nos mencionó que la reproducción en su hato ganadero se basa en la monta natural y no en la aplicación de la inseminación artificial.

Tras el análisis de amplificación de ADN Ribosomal de las muestras mediante la técnica de qPCR (Reaccion en Cadena de la Polimerasa en tiempo real) en 6 muestras no se detectó *(Brucella abortus)*, como se aprecia en el diagrama de la figura N°4.

Cuando el canal de detección de FAM no tiene una curva de amplificación típica de tipo “S” o lineal (L), y no hay un valor de Ct o el valor de Ct es > 38, se puede juzgar como **negativo.**

Este resultado da a entender que existe un 100% de bovinos que no se encuentran infectados de *Brucella* presente en el torrente sanguíneo.

Discusión: De las 173 hembras enviadas para realizar un muestreo serológico se les organizó por edades obtuvieron cero prevalencias para Brucelosis datos obtenidos por Álvarez & Chavarría (2022). Lo que presenta similitud a datos adquiridos del 100% de negatividad de nuestra investigación.

Según nuestro criterio luego de los estudios de investigación realizados en muestras sanguíneas utilizando la técnica de Reacción en cadena de la Polimerasa en Tiempo Real, a los animales infectados se recomendó implementar buenas prácticas de bioseguridad y en el caso de las comunidades que resultaron negativas se sugiere seguir con el protocolo de manejo que ellos están trabajando sin embargo se les sugirió seguir con la prevención y control que se les manifestó en nuestra investigación.

4.1.5. Identificación del patógeno en la comunidad San Vicente de Plancha

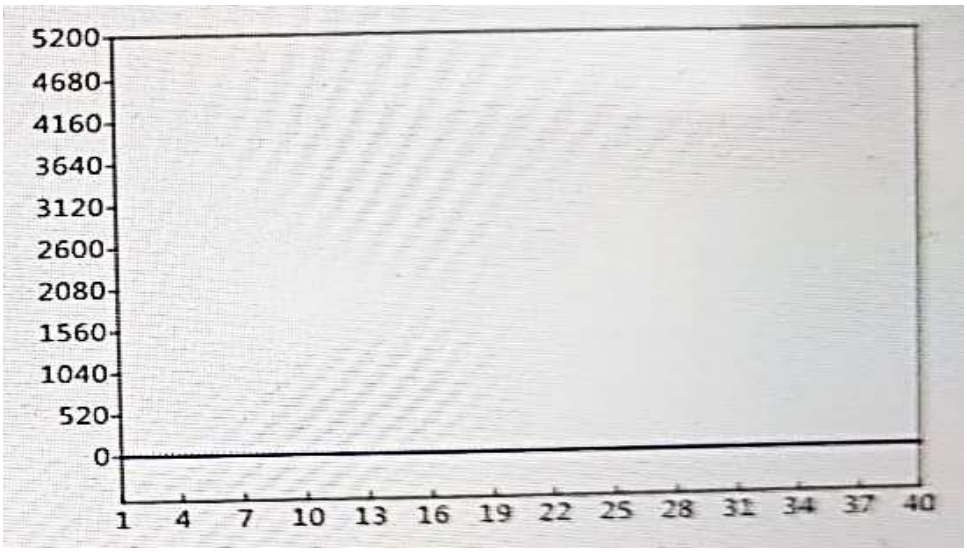
Tabla 8

Datos adquiridos en la comunidad San Vicente de Plancha.

SAMPLE	Item	Ct	Resultados
S1	*Brucella*	0	N
S2	*Brucella*	0	N
S3	*Brucella*	0	N
S4	*Brucella*	0	N
S5	*Brucella*	0	N
S6	*Brucella*	0	N
S7	*Brucella*	0	N
S8	*Brucella*	0	N

Figura 5

qPCR a tiempo real de 8 muestras de material genético.



INTERPRETACIÓN

En la comunidad de San Vicente de Plancha se tomó 8 muestras de sangre entera en las diferentes unidades experimentales, de las cuales entramos siete hembras y un macho con una edad aproximada de 2 años de raza Brown Swiss y Jersey de estas ninguna presentó etapa de preñez.

Tras el análisis de amplificación de ADN Ribosomal de las muestras mediante la técnica utilizada en 8 muestras no se detectó *(Brucella abortus)*, como se aprecia en el diagrama de la figura N°5.

Cuando el canal de detección de FAM no tiene una curva de amplificación típica de tipo “S” o lineal (L), y no hay un valor de Ct o el valor de Ct es > 38, se puede juzgar como **negativo.**

Este resultado da a entender que existe un 100% de bovinos que no se encuentran infectados de *Brucella* presente en el torrente sanguíneo.

Discusión: De las 173 hembras enviadas para realizar un muestreo serológico se les organizó por edades obtuvieron cero prevalencias para Brucelosis datos obtenidos por Álvarez & Chavarría (2022). Lo que presenta similitud a datos adquiridos del 100% de negatividad de nuestra investigación.

4.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Una vez ya de haber cumplido con la investigación y el trabajo de campo, y mediante los datos ya obtenidos en nuestro estudio se pudo identificar que de las cincuenta muestras analizadas en dos se identificó la presencia de *(Brucella abortus)* en dos comunidades en específico como Yacubiana y Mercedes de Pumin, en consecuencia, se demostró una presencia del 4% de positividad del patógeno, por lo tanto, cumple lo planteado en la hipótesis, de tal manera se descarta la hipótesis nula y se admite la hipótesis alterna, por lo cual si se determinó Brucelosis bovina *(Brucella abortus)* por medio la técnica de qPCR en la parroquia Salinas.

CAPITULO V

5.1. CONCLUSIONES

- De las cincuenta muestras serológicas tomadas al azar en las comunidades de la parroquia Salinas del cantón Guaranda realizadas en el mes de febrero-abril del 2023, dos resultaron positivas a *(Brucella abortus)* por medio de la técnica qPCR con una temperatura aproximada de 60 a 95°C por lo tanto se registra el 4% de muestras positivas del patógeno.

- Efectivamente al utilizar la técnica de qPCR, se logró determinar que el 4% del hato es positivo para *(Brucella abortus)*, epizootia considerada zoonótica de alto riesgo para la especie humana, pudiéndose diseminar en el resto de los animales, provocando pérdidas económicas para el sector ganadero de Salinas.

5.2. RECOMENDACIONES

- Al tener un 4% de contagio de *(Brucella abortus)*, se recomienda realizar una prueba de laboratorio de Elisa competitivo antes de fin de año. Además, es necesario que los productores de la parroquia Salinas conozcan más sobre las enfermedades infectocontagiosas como Tuberculosis, Leptospirosis y Brucelosis bovina, de estas la que más pérdidas económicas ocasiona a la ganadería es la causada por la *(Brucella abortus)*.

- Conociendo la prevalencia de la Brucelosis bovina en este trabajo de investigación, se recomienda realizar un plan estratégico para buscar buenas prácticas de manejo sanitario, alimentación y selección genética para erradicar esta enfermedad. Finalmente es necesario que la Universidad Estatal de Bolívar garantice la realización de estas pruebas de PCR en sus laboratorios con la finalidad que se sean más económicas y un número mayor de estudiantes puedan realizar trabajos complementarios a esta investigación, así como otro tipo de análisis requeridos en las tesis de graduación.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, A., & Chavarría, M. (2022). *Prevalencia de Brucelosis y Tuberculosis en Ganado de raza Pardo Suizo de la Finca Santa Rosa/Universidad Nacional Agraria en el periodo de octubre 2021.* Nicaragua. Obtenido de https://repositorio.una.edu.ni/4595/1/tnl53a473pb.pdf

Apaza, P. Q. (2019). *Prevalencia de brucelosis en bovinos lecheros en la localida de Yucuno - Municipio de San Borja del departamento de Beni - Bolivia.* La Paz. Obtenido de https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/23206/T-2694.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cárdenas, Z. L. (2018). *La Brucelosis bovina y sus factores de riesgo: Evaluación a nivel mundial y en colombia.* España. Obtenido de https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/461075/zlcc1de1.pdf?sequence=1

Castro, R., & Leonyork, T. (2017). *Diagnóstico molecular de brucelosis bovina mediante las técnicas de PCR y qPCR.* Nicaragua. Obtenido de http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6596/1/237999.pdf

Charbonnier, P. (2019). *Brucelosis bovina: evaluación de los sistemas de vigilancia epidemiológica aplicados en Uruguay.* Montevideo. Obtenido de https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/25727/1/Tesis_PCharbonnier.pdf

Cuéllar, J. A. (2021). Razas bovinas especializadas en leche. *VeterinariaDigital S.A.*, 1-5. Obtenido de https://www.veterinariadigital.com/articulos/razas-bovinas-especializadas-en-leche/

De Freitas, M. F. (2019). *Caracterización de la brucelosis bovina en uruguay en el periodo 2014 - 2018.* Uruguay. Obtenido de https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/25433/1/FV-34079.pdf

Duarte, H. A. (2017). *Detección de Brucella abortus mediante la técnica de PCR en muestras de queso y crema elaborados de forma artesanal en fincas del Municipio El Ayote, Chontales.* Nicaragua. Obtenido de http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6884/1/240199.pdf

Gaviria, O. (2020). *Factores de riesgo asociados a la seropositividad a Brucella abortus en ganaderías del departamento de Putumayo, Colombia.* Bogotá. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1013&context=maest_agrociencias

Granizo, J. A. (2016). *"Presencia de basterias de los géneros Staphylococcus anrens, Escherichia coli y Brucella abortus y su perfil de resistencia antimicrobiana en leche cruda bovina procedente de Tunshi y San Andres".* Riobamba. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/5724/1/56T00654.pdf

Guamán, S. M. (2017). *Seroprevalencia de Brucella abortus como impacto en la reproducción bovina de la provincia del Cañar.* Cuenca. Obtenido de http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26388/4/Tesis.pdf.pdf

Henández, G. (2021). *Estudio epidemiológico de la variación estacional de Brucella spp. en leche y queso fresco artesanal de vaca en Veracruz, México.* Veracruz. Obtenido de http://cdigital.uv.mx/handle/1944/51388

Herencia, A., Moliner, B., Sellers, F., & Bernabeu, R. (2019). Incarceración uterina. *Progresos de Obstetricia y Ginecología*, 1-4. Obtenido de https://sego.es/documentos/progresos/v62-2019/n4/08.pdf

Jáuregui, J. E. (2016). *Determinación de la tasa de prevalencia de (Brucella spp.) en bovinos de raza lechera del sector San Fernando del Cantón Santiago de Píllaro".* Cevallos. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24393/1/Tesis%2072%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20445.pdf

Jirón, A. M. (2019). *Comportamiento epidemiológico de la brucelosis bovina en una explotación endémica, febrero-abril, 2018.* Nicaragua. Obtenido de http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/7149

Mainato, S. M. (2017). *Seroprevalencia de Brucella abortus como impacto en la reproducción bovina de la provincia del Cañar.* Cuenca. Obtenido de http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26388/4/Tesis.pdf.

Navarro, M. (2017). *Estudio diagnóstico serológico de la brucelosis humana en el estado de Nuevo León.* Nuevo León. Obtenido de http://eprints.uanl.mx/16887/1/1080226679.pdf

Nuñez, J. (2021). Brucelosis - Resumen del microorganismo, cuadro clinico, diagnostico y tratamiento. *StuDocu*, 6. Obtenido de https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-politecnico-nacional/infectologia/brucelosis-resumen-del-microorganismo-cuadro-clinico-diagnostico-y-tratamiento/20262809

Orejuela , M., & Gordón, D. (2015). *Diseño de un modelo de gestión integrada para las microempresas del grupo el Salinero.* Quito. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10148/1/UPS%20-%20ST001715.pdf

Ortiz, D. V. (2016). *Prevalencia de brucelosis en bovinos del camal municipal frigorífico de Ambato.* Cevallos. Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/20943/1/Tesis%2046%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20391.pdf

Paredes, A. J. (2021). *Estudio epidemiológico y económico de la brucelosis en bovinos de la parroquia San Pedro de Suma del cantón El Carmen de la provincia de Manabí-Ecuador.* Manabí. Obtenido de http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/27345

Ponce, J. A., & Párraga, T. D. (2021). *Prevalencia de brucelosis bovina en los centros de faenamiento de los cantones Chone y Portoviejo y sus prácticas sanitarias.* Calceta. Obtenido de https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1606/1/TTMV23D.pdf

Román, F., & Luna, J. K. (2017). Revisión actualizada de la epidemiología de Brucelosis (Brucella abortus, Brucella mellitensis, Brucella suis, Brucella

canis) en el Ecuador y el mundo. *Centro de Biotecnología, Vol 2*, 16-24. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/335920884_Revision_actualizada_de_la_epidemiologia_de_Brucelosis_Brucella_abortus_Brucella_mellitensis_Brucella_suis_Brucella_canis_en_el_Ecuador_y_el_mundo

Tamay de Dios, L., Ibarra, C., & Velasquillo, C. (2013). *Fundamentos de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y de la PCR en tiempo real.* Mexico. Obtenido de https://www.medigraphic.com/pdfs/invdis/ir-2013/ir132d.pdf

Timbila, R. N. (2020). *"Prevalencia e incidencia de (Brucella abortus) en centros de faenamiento de Pichincha" para conocer el destino de los subproductos.* Latacunga. Obtenido de http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7020/1/PC-000991.pdf

Vázquez, J., & Fuentes, J. (2021). La brucelosis (Brucella ovis) como enfermedad en la productividad ovina. *BMEDITORES*, 1-3. Obtenido de https://bmeditores.mx/ganaderia/la-brucelosis-brucella-ovis-como-enfermedad-en-la-productividad-ovina/

Villa-Forte, A. (2022). Tendones y bolsas sinoviales. *MANUAL MSD*, 1-2. Obtenido de https://www.msdmanuals.com/es-ec/hogar/trastornos-de-los-huesos,-articulaciones-y-m%C3%BAsculos/biolog%C3%ADa-del-sistema-musculoesquel%C3%A9tico/tendones-y-bolsas-sinoviales

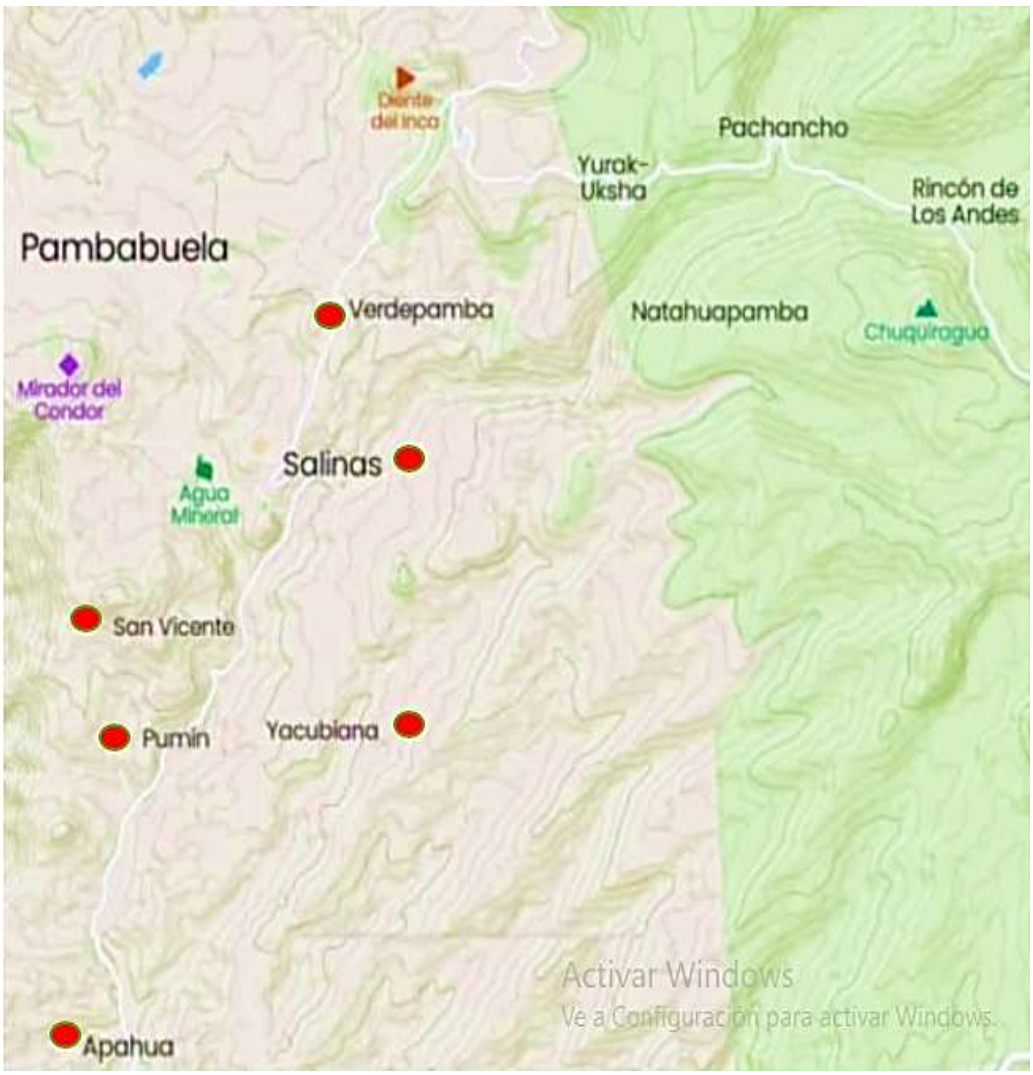
Viveros, J. A. (2019). *"Prevalencia y factores de riesgo de la brucelosis bovina en ganaderías de Imbabura que proveen leche a Floralp S.A.".* Ibarraa.

Yunganaula, M. E. (2017). *Aplicación de un ensayo de PCR convencional múltiple para la detección y diferenciación de cepas de campo y cepas vacunales S19 y RB51 de Brucella abortus en muestras biológicas de bovinos.* Cuenca. Obtenido de http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28478/3/Trabajo%20de%20titulacion.pdf

Zúñiga, S. (2017). *Diagnóstico Molecular.* El Salvador. Obtenido de http://cssp.gob.sv/wp-content/uploads/2019/03/diagnostico-molecular-congreso-ELS-2019.pdf

ANEXOS

Anexo 1 **Mapa de ubicación de la investigación**



Anexo 2 **Recolección de datos en la comunidad Yacubiana**

COMUNIDAD YACUBIANA

# Vaca	Nombre	Peso (Kg)	Edad	Raza	Sexo	Estado de Preñez	IA	P/N
1	Y1	660	1año 8 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
2583	Y2	670	1año 9 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
2584	Y3	669	2 años	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
4	Y4	600	2 años	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	P
5	Y5	380	4 años	Jersey	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
6	Y6	580	1año 6 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
7	Y7	690	1año 9 meses	Brown Swiss	Macho	Ninguna	Ninguna	N
8	Y8	677	1año 8 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
9	Y9	689	1año 9 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
10	Y10	687	2 años	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
11	Y11	654	1año 11 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
12	Y12	596	1año 7 meses	Brown Swiss	Macho	Ninguna	Ninguna	N
13	Y13	600	1 año 10 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
14	Y14	700	1año 5 meses	Brown Swiss	Macho	Ninguna	Ninguna	N

Anexo 3 **Recolección de datos en la comunidad Mercedes de Pumin**

COMUNIDAD MERCEDES DE PUMIN								
# Vaca	**Nombre**	**Peso (Kg)**	**Edad**	**Raza**	**Sexo**	**Estado de Preñez**	**IA**	**P/N**
1	P1	365	1año 5 meses	Jersey	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
2	P2	679	1año 5 meses	Holstein	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
3	P3	500	2 años	Jersey	Hembra	2 meses	IA	N
4	P4	379	1año 6 meses	Jersey	Hembra	Ninguna	IA	P
5	P5	740	1año 8 meses	Holstein	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
6	P6	540	1año 5 meses	Jersey	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
7	P7	400	2 años	Jersey	Hembra	5 meses	IA	N
8	P8	480	1año 9 meses	Jersey	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
9	P9	378	2 años	Jersey	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
10	P10	380	1año 5 meses	Jersey	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
11	P11	478	2 años	Jersey	Hembra	Ninguna	Ninguna	N

Anexo 4 **Recolección de datos en la comunidad Verdepamba**

COMUNIDAD VERDEPAMBA								
# Vaca	**Nombre**	**Peso (Kg)**	**Edad**	**Raza**	**Sexo**	**Estado de Preñez**	**IA**	**P/N**
1	V1	598	1año 6 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
2	V2	700	1año 5 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
3	V3	597	2año 5 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
4	V4	683	2año 3 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
5	V5	565	1año 6 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
6	V6	654	1año 7 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
7	V7	700	2año 2 meses	Brown Swiss	Macho	Ninguna	Ninguna	N
8	V8	575	2 años	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
9	V9	688	2 año 4 meses	Brown Swiss	Hembra	8 meses	Monta Natural	N
10	V10	700	2 años	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
11	V11	590	1 año 4 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N

Anexo 5 **Recolección de datos en la comunidad Apahua**

COMUNIDAD APAHUA								
# Vaca	**Nombre**	**Peso (Kg)**	**Edad**	**Raza**	**Sexo**	**Estado de Preñez**	**IA**	**P/N**
1	A1	454	1año 4 meses	Jersey	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
2	A2	560	2 años	Jersey	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
3	A3	580	1año 3 meses	Jersey	Macho	Ninguna	Ninguna	N
4	A4	689	1año 6 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
5	A5	476	2 años	Jersey	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
6	A6	587	1año 7 meses	Jersey	Hembra	Ninguna	Ninguna	N

Anexo 6 **Recolección de datos en la comunidad San Vicente de Plancha**

COMUNIDAD SAN VICENTE DE PLANCHA								
# Vaca	**Nombre**	**Peso (Kg)**	**Edad**	**Raza**	**Sexo**	**Estado de Preñez**	**IA**	**P/N**
1	S1	688	1año 6 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
2	S2	643	2 años	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
3	S3	652	1año 4 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
4	S4	691	1 año 9 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
5	S5	642	2 años	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
6	S6	696	1año 2 meses	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
7	S7	694	2 años	Brown Swiss	Hembra	Ninguna	Ninguna	N
8	S8	700	1año 5 meses	Brown Swiss	Macho	Ninguna	Ninguna	N

Anexo 7 Resultados del laboratorio del primer lote

REDLAV DIAGNÓSTICO

Línea de Diagnóstico

FECHA: 28/02/2023

VETERINARIO Dr. (a)/AUTORAS: Kerly Lizbeth Gaibor Naranjo (E); Gabriela Estefanía Miguez Fogacho (E).
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
ESPECIE: BOVINA
INVESTIGACIÓN: *Determinación de la incidencia de Brucelosis bovina (Brucella abortus) mediante la técnica de PCR-RT en la Parroquia Salinas.*
TIPO DE MUESTRA PARA LA EXTRACCIÓN ADN/ARN: Sangre con EDTA. **LOTE:** 1

N°	LUGAR/REGIÓN	CÓDIGO	NOMBRE	Umbral de ciclos Ct=	Curva de amplificación	RESULTADO
1	C. YAKUBINA	1	QUISHPE	0.0	(L)	NEGATIVO
2	C. YAKUBINA	2583	SANTA	0.0	(L)	NEGATIVO
3	C. YAKUBINA	2584	BOMBELIAR	0.0	(L)	NEGATIVO
4	C. YAKUBINA	4	CONEJA	36.9	(S)	POSITIVO
5	C. YAKUBINA	5	VIEJITA	0.0	(L)	NEGATIVO
6	C. YAKUBINA	6	SILLA RUMI	0.0	(L)	NEGATIVO
7	C. YAKUBINA	7	OSWALDO	0.0	(L)	NEGATIVO
8	C. YAKUBINA	8	ROSA	0.0	(L)	NEGATIVO
9	C. YAKUBINA	9	JUACA	0.0	(L)	NEGATIVO
10	C. YAKUBINA	10	JERSEY	0.0	(L)	NEGATIVO
11	C. YAKUBINA	11	FERNANDA	0.0	(L)	NEGATIVO
12	C. YAKUBINA	12	GILBERTH	0.0	(L)	NEGATIVO
13	C. YAKUBINA	13	FINA	0.0	(L)	NEGATIVO
14	C. YAKUBINA	14	TORO MATEO	0.0	(L)	NEGATIVO
15	C. PUMIN	1	DOME	0.0	(L)	NEGATIVO
16	C. PUMIN	2	MARIA CRISTINA	0.0	(L)	NEGATIVO
17	C. PUMIN	3	CHOCOLATE	0.0	(L)	NEGATIVO
18	C. PUMIN	4	GUAIRA	36.8	(S)	POSITIVO
19	C. PUMIN	5	HOLSTEIN	0.0	(L)	NEGATIVO
20	C. PUMIN	6	GORDA	0.0	(L)	NEGATIVO
21	C. PUMIN	7	EMPANADA	0.0	(L)	NEGATIVO
22	C. PUMIN	8	INES	0.0	(L)	NEGATIVO
23	C. PUMIN	9	CAFÉ	0.0	(L)	NEGATIVO
24	C. PUMIN	10	PATRICIA	0.0	(L)	NEGATIVO
25	C. PUMIN	11	JUANA	0.0	(L)	NEGATIVO

Interpretación del resultado:

1. Cuando el canal de detección de FAM tiene una curva de amplificación típica de tipo S (S) y el valor de Ct es <38, se puede considerar **POSITIVO**

2. Cuando el canal de detección de FAM no tiene una curva de amplificación típica de tipo S o lineal (L), y no hay un valor de Ct o el valor de Ct es > 38, se puede juzgar como **NEGATIVO.**

Guayaquil: Febres Cordero 813 entre Rumichaca y L. de Garaicoa
0994707041- 098 576 6875 redlavecl@outlook.com
Su confianza es **nuestro mejor resultado.**

MVZ. BRYAN VÁSQUEZ SALAZAR
Magister en Ciencias del Laboratorio Clínico
Registro MVZ: 1018 – 2016 – 1702286
Registro MSc: 1025 – 2023 – 2607547
Registro Esp. N°: 13009
Registro Diplm. N°: 93457

Anexo 8 Resultados del laboratorio del segundo lote

REDLAV DIAGNÓSTICO

Linea de Diagnóstico

FECHA: 19/04/2023

VETERINARIO Dr. (a)/AUTORA: Kerly Lizbeth Gaibor Naranjo (E); Gabriela Estefanía Miguez Fogacho (E).
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
ESPECIE: BOVINA
INVESTIGACIÓN: *Determinación de la incidencia de Brucelosis bovina (Brucella abortus) mediante la técnica de PCR-RT en la Parroquia Salinas.*
TIPO DE MUESTRA PARA LA EXTRACCIÓN ADN/ARN: Sangre con EDTA. **LOTE:** 2

N°	LUGAR/REGIÓN	PROPIETARIO	NOMBRE	Umbral de ciclos Ct=	Curva de amplificación	RESULTADO
1	VERDE PAMBA	P. VASCONEZ	# 096	0.0	(L)	NEGATIVO
2	VERDE PAMBA	P. VASCONEZ	# 008	0.0	(L)	NEGATIVO
3	VERDE PAMBA	P. VASCONEZ	# 001	0.0	(L)	NEGATIVO
4	VERDE PAMBA	P. VASCONEZ	Adriana	0.0	(L)	NEGATIVO
5	VERDE PAMBA	P. VASCONEZ	Margarita	0.0	(L)	NEGATIVO
6	VERDE PAMBA	P. VASCONEZ	Blanca	0.0	(L)	NEGATIVO
7	VERDE PAMBA	P. VASCONEZ	Toro	0.0	(L)	NEGATIVO
8	VERDE PAMBA	P. VASCONEZ	# 057	0.0	(L)	NEGATIVO
9	VERDE PAMBA	P. VASCONEZ	Loquilla	0.0	(L)	NEGATIVO
10	VERDE PAMBA	P. VASCONEZ	# 021	0.0	(L)	NEGATIVO
11	VERDE PAMBA	P. VASCONEZ	# 007	0.0	(L)	NEGATIVO

Interpretación del resultado:

1. Cuando el canal de detección de FAM tiene una curva de amplificación típica de tipo S (S) y el valor de Ct es <38, se puede considerar **POSITIVO**

2. Cuando el canal de detección de FAM no tiene una curva de amplificación típica de tipo S o lineal (L), y no hay un valor de Ct o el valor de Ct es > 38, se puede juzgar como **NEGATIVO.**

Guayaquil: Febres Cordero 813 entre Rumichaca y L. de Garaicoa
0994707041- 098 576 6875 redlavec@outlook.com
Su confianza es **nuestro mejor resultado.**

MVZ. BRYAN VÁSQUEZ SALAZAR
Magister en Ciencias del Laboratorio Clínico
Registro MVZ: 1018 – 2016 – 1702286
Registro MSc: 1025 – 2023 – 2607547
Registro Esp. N°: 13009
Registro Diplm. N°: 93457

Anexo 9 Resultados del laboratorio del tercer lote

REDLAV DIAGNÓSTICO

Línea de Diagnóstico

FECHA: 29/04/2023

VETERINARIO Dr. (a)/AUTORA: Kerly Lizbeth Gaibor Naranjo (E); Gabriela Estefanía Miguez Fogacho (E).
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
ESPECIE: BOVINA
INVESTIGACIÓN: *Determinación de la incidencia de Brucelosis bovina (Brucella abortus) mediante la técnica de PCR-RT en la Parroquia Salinas.*
TIPO DE MUESTRA PARA LA EXTRACCIÓN ADN/ARN: Sangre con EDTA. **LOTE:** 3

N°	LUGAR/REGIÓN	PROPIETARIO	NOMBRE	Umbral de ciclos Ct=	Curva de amplificación	RESULTADO
1	APAHUA	A. LÓPEZ	JAKE	0.0	(L)	NEGATIVO
2	APAHUA	A. LÓPEZ	FLOR	0.0	(L)	NEGATIVO
3	APAHUA	A. LÓPEZ	TORO	0.0	(L)	NEGATIVO
4	APAHUA	A. LÓPEZ	BR. SWISS	0.0	(L)	NEGATIVO
5	APAHUA	A. LÓPEZ	GABRIELA	0.0	(L)	NEGATIVO
6	APAHUA	A. LÓPEZ	RAQUEL	0.0	(L)	NEGATIVO
7	SAN VICENTE	G. COLLAY	NEGRA	0.0	(L)	NEGATIVO
8	SAN VICENTE	G. COLLAY	ROSITA	0.0	(L)	NEGATIVO
9	SAN VICENTE	G. COLLAY	MERCITA	0.0	(L)	NEGATIVO
10	SAN VICENTE	G. COLLAY	BR. SWISS	0.0	(L)	NEGATIVO
11	SAN VICENTE	G. COLLAY	CHULQUERA	0.0	(L)	NEGATIVO
12	SAN VICENTE	G. COLLAY	PRINCIPE	0.0	(L)	NEGATIVO
13	SAN VICENTE	G. COLLAY	MAGALY	0.0	(L)	NEGATIVO
14	SAN VICENTE	G. COLLAY	BRONCO	0.0	(L)	NEGATIVO

Interpretación del resultado:

1. Cuando el canal de detección de FAM tiene una curva de amplificación típica de tipo S (S) y el valor de Ct es <38, se puede considerar **POSITIVO**

2. Cuando el canal de detección de FAM no tiene una curva de amplificación típica de tipo S o lineal (L), y no hay un valor de Ct o el valor de Ct es > 38, se puede juzgar como **NEGATIVO**.

Guayaquil: Febres Cordero 813 entre Rumichaca y L. de Garaicoa
0994707041- 098 576 6875 redlav.ec@outlook.com
Su confianza es **nuestro mejor resultado.**

MVZ. BRYAN VÁSQUEZ SALAZAR
Magíster en Ciencias del Laboratorio Clínico
Registro MVZ: 1018 – 2016 – 1702286
Registro MSc: 1025 – 2023 – 2607547
Registro Esp. N°: 13009
Registro Dipm. N°: 93457

Anexo 10 **Toma de muestras en la comunidad de Yacubiana**



Anexo 11 **Toma de muestras en la comunidad Mercedes de Pumin**



Anexo 12 **Toma de muestras en la comunidad de Apahua**



Anexo 13 **Visita de campo**



Anexo 14 **Toma de muestras en la comunidad de Verdepamba**



Anexo 15 **Toma de muestras la comunidad de San Vicente de Plancha**



Anexo 16 **Envío de muestras al laboratorio**



Anexo 17 Glosario de términos técnicos

Bolsa sinovial: Son pequeños sacos llenos de líquido situadas bajo el tendón para amortiguar su movimiento y evitar lesiones. Estas bolsas además proporcionan una amortiguación adicional a estructuras adyacentes que de otro modo podrían rozar entre sí, ocasionando desgaste (Villa-Forte, 2022).

Encarcelación del útero grávido: Es una complicación poco frecuente que tiene lugar durante la gestación, cuando el útero queda atrapado en la pelvis, en el espacio comprendido entre la sínfisis del pubis y el promontorio del sacro (Herencia, Moliner, Sellers, & Bernabeu, 2019).

Eritrol: Es una sustancia producida por el feto y tiene la capacidad de provocar el incremento de *(Brucella abortus)*, en los líquidos placentarios.

Líquido amniótico: Es un fluido líquido que rodea y amortigua al embrión y luego al feto en desarrollo en el interior del saco amniótico. Permite al feto moverse dentro de la pared del útero sin que las paredes de este se ajusten demasiado a su cuerpo, además de proporcionarle sustentación hidráulica.

Diagnóstico molecular: Es un término amplio que incluye técnicas de biología molecular en beneficio de la salud humana, detectando y/o cuantificando secuencias genéticas específicas de ácido desoxirribonucleico (ADN), ácido ribonucleico (ARN) o proteínas (Zúñiga, 2017).

PCR: La PCR es un procedimiento de laboratorio que permite amplificar de forma específica un segmento de ADN de una muestra biológica, este método se utiliza para obtener muchas copias de material genético a partir de una pequeña cantidad del mismo mediante cambios cíclicos de temperatura en un termociclador ya que es de forma rápida, sensible y específica por medio de muestras de sangre llevadas al laboratorio, su utilidad es que tras la amplificación resulta, mucho más fácil identificar el ADN circulante de la bacteria y mostrar de una manera más cómoda el agente causal de la enfermedad (Duarte, 2017).

Primers: Los elementos importantes en la reacción son el templado o molde (ADN o ADNc), la enzima, los oligonucleótidos o primers, los desoxirribonucleótidos trifosfatados (dNTPs: adenina, timina, citosina y

guanina), el ión magnesio (Mg +), una solución amortiguadora o buffer y H2O. Todos estos elementos interactúan en tres etapas principales de las que se compone la PCR: desnaturalización, hibridación y extensión (Tamay de Dios, Ibarra, & Velasquillo, 2013).