



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

Tema:

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE *Mycobacterium bovis* EN GANADERÍA BOVINA DEL CANTÓN GUARANDA.

Proyecto de investigación previo a la 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.

Autores:

Axel Eduardo Jara Chiriboga

Yurico Anabel Carlosama Toro

Tutor:

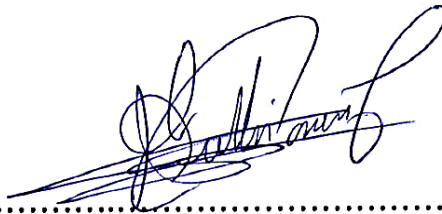
Dr. Franklin Román Cárdenas

Guaranda – Ecuador

2026

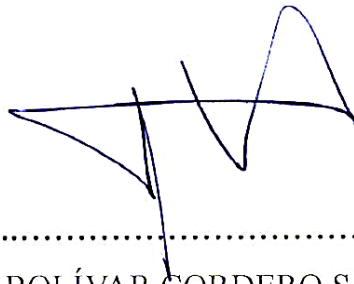
CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE *Mycobacterium bovis* EN
GANADERÍA BOVINA DEL CANTÓN GUARANDA.

REVISADO Y APROBADO POR:



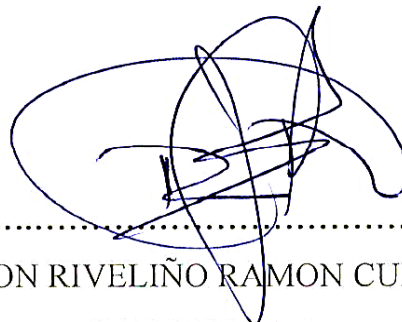
.....
DR. FRANKLIN ANTONIO ROMÁN CÁRDENAS M.Sc.

TUTOR



.....
DR. FRANCO BOLÍVAR CORDERO SALASAR, M.Sc.

PAR LECTOR



.....
DR. EDISON RIVELIÑO RAMON CURAY M. Sc

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA



Nosotros, Axel Eduardo Jara Chiriboga y Yurico Anabel Carlosama Toro, CI: 060417741-0 y 100444232-1 respectivamente, declaramos 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.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Axel Eduardo Jara Chiriboga".

.....
Axel Eduardo Jara Chiriboga

CI: 060417741-0

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Yurico Anabel Carlosama Toro".

.....
Yurico Anabel Carlosama Toro

CI: 100444232-1

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Dr. Franklin Román Cárdenas".

.....
Dr. Franklin Román Cárdenas.

CI: 1103065072



Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
Notario



....rio

N° ESCRITURA 20260201003P01202

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADO POR: JARA CHIRIBOGA AXEL EDUARDO Y CARLOSAMA TORO YURICO ANABEL
INDETERMINADA

DI: 2 COPIAS E.G.

Factura: 001-006-000009316


En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día veintitrés de Abril del dos mil veintiséis, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen los señores JARA CHIRIBOGA AXEL EDUARDO, de estado civil soltero, con número de celular 0983294397, correo electrónico es ajara@mailes.ueb.edu.ec, domiciliado en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo y de paso por esta ciudad de Guaranda, por sus propios derechos, y la señorita CARLOSAMA TORO YURICO ANABEL de estado civil soltera con número celular 0999548926, correo electrónico ycarlosama@mailes.ueb.edu.ec, domiciliada en la parroquia Monte Olivo en la provincia del Carchi y de paso por este lugar, obligarse a quien de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana del Registro Civil y en cumplimiento de la Ley Notarial, la ley Orgánica de protección de Datos Personales (LOPD) y su Reglamento General (RLOPD), los datos personales proporcionados en este documento son autorizados por las comparecientes al Notario para su uso, verificación, tratamiento y archivo, los cuales reposaran además en los libros de la Notaria Tercera del Cantón Guaranda conforme lo prevé la Ley Notarial, bien instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento declara lo siguiente, el presente trabajo de investigación, con el tema: “**CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE *Mycobacterium bovis* EN GANADERÍA BOVINA DEL CANTÓN GUARANDA**” es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autores. Previo a la obtención del Título de Médicos Veterinarios a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. **HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA.** La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue al compareciente por mí el Notario en unidad de acto, aquel se ratifica y firman conmigo se incorpora al protocolo de esta Notaria la presente escritura, de todo lo cual doy fe. –


JARA CHIRIBOGA AXEL EDUARDO

C.C 0604177410


CARLOSAMA TORO YURICO ANABEL

C.C 1004442321


ABOGADO HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



El Nota...



Certificado de análisis

Compilatio Magister+ | UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR (UEB)

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE *Mycobacterium Bovis* EN GANADERÍA BOVINA DEL CANTÓN GUARANDA



8%

Textos sospechosos

ID : 4d554f0b2fb5a4ad163e0a7ea414811a154f7d94

Nombre del fichero : Tesis Mycobacterium Final revision plagio 3.txt

Tamaño del archivo original : 3,53 MB

Número de palabras : 18.738 **Número de caracteres :** 124226

Depositante : FRANKLIN ANTONIO ROMAN CARDENAS

Fecha de depósito : 17 de abril de 2026

Tipo de carga : interface

fecha de fin de análisis : 17 de abril de 2026



Resumen



Similitudes

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.

Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	Tesis Mycobacterium Final F #aa6a12 Viene de de mi biblioteca	59%	
2	Tesis Mycobacterium Final UEB #39eece Viene de de mi biblioteca	48%	
3	Análisis Documental de la prevalencia de... dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/10316/3/E-UTB-...	<1%	

Fuente con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
4	Prevalence and molecular characterization of... doi.org/10.1186/s12866-022-02710-y	<1%	
5	Lock pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8148532/	<1%	
6	Frontiers Bovine Tuberculosis in Britain and... www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/a...	<1%	

Fuente mencionada (sin similitudes detectadas)

N°	Descripciones
1	 https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00559
2	 http://dx.doi.org/10.20506/bull.2019.1.2916
3	 https://doi.org/10.3201/eid2602.131690
4	 https://doi.org/10.1016/j.jvsc.2020.09.003
5	 https://doi.org/10.3390/diagnostics10100816
6	 https://bmcmicrobiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12866-020-01956-2
7	 https://doi.org/10.1111/tbed.13663
8	 https://doi.org/10.3390/microorganisms9051004
9	 https://doi.org/10.1136/vr.103616
10	 https://doi.org/10.1186/s13567-024-01293-y
11	 https://www.cdc.gov/tb/topic/bovinetb/default.htm
12	 https://doi.org/10.1016/j.tube.2022.102166
13	 https://doi.org/10.37959/revista.v1i16.233
14	 https://doi.org/10.3390/pathogens9120994
15	 https://doi.org/10.3390/pathogens9080640
16	 https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)
17	 https://doi.org/10.1183/13993003.00513-2019
18	 https://doi.org/10.1196/annals.1373.006



Dr. Franklin Antonio Román Cárdenas M.Sc.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios y a la Virgen Santísima, por bendecirme y guiarme en cada paso de este camino, permitiéndome cumplir un sueño que siempre llevé en mi corazón y dándome la fortaleza necesaria para no rendirme ante las dificultades.

A mis amadas hijas María Eduarda Carlosama Toro y Nahomy Franchesca Saltos Carlosama, quienes han sido mi mayor inspiración y la razón principal para seguir adelante. Su amor, sus sonrisas y su presencia fueron la motivación constante para alcanzar este logro.

A mis padres de corazón Pastoriza Valenzuela y Filadelfo Benalcázar, quienes, aun sin ser mis padres de sangre, me brindaron su apoyo incondicional, confianza y amor, impulsándome a culminar mi carrera de Medicina Veterinaria y creyendo siempre en mis capacidades.

A mi querido tío Eduardo Benalcázar, quien fue como un padre para mí, apoyándome moral y emocionalmente, y ayudándome de manera invaluable a hacer realidad este anhelado sueño.

A mi esposo Wilmer Saltos, por su amor, paciencia, comprensión y apoyo incondicional. Gracias por motivarme en los momentos en los que pensé rendirme y por acompañarme con fortaleza y fe a lo largo de este camino académico y personal.

A mi hermano Danny Alexander Carlosama Toro, por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

Finalmente, De manera muy especial, dedico también este logro a la memoria de mi querido hermano menor, Josué Franchesco Benalcázar Arrunate. Aunque ya no esté físicamente, su recuerdo, su cariño y todo lo que compartimos siguen siendo una fuente de inspiración para seguir adelante.

Yurico Anabel Carlosama Toro

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento especial a los Laboratorios de Investigación y Vinculación de la UEB, quienes me brindaron las facilidades necesarias para el uso de sus instalaciones, así como a los tutores directores que apoyaron el desarrollo de este trabajo investigativo. De manera particular, manifiesto mi sincero agradecimiento a la Licenciada Derly Silva, por su valiosa guía y acompañamiento durante el proceso de ELISA competitivo para la detección de *Mycobacterium bovis*, aportando con sus conocimientos y experiencia al fortalecimiento de esta investigación.

En segundo lugar, expreso mi profundo agradecimiento a mi tutor de trabajo de investigación, el Doctor Franklin Román Cárdenas, por su orientación constante, su dedicación y, sobre todo, por su acertada dirección en cada una de las etapas del desarrollo del proyecto, lo cual fue fundamental para alcanzar los objetivos planteados.

En tercer lugar, agradezco de manera especial a mi compañero de trabajo de investigación, Axel Eduardo Jara Chiriboga, por su dedicación, compromiso y valioso acompañamiento durante el desarrollo del trabajo planteado, demostrando responsabilidad, apoyo constante y espíritu de colaboración, aspectos fundamentales para la culminación exitosa de esta investigación.

En cuarto lugar, agradezco a la Universidad Estatal de Bolívar por brindarme la oportunidad de formarme como profesional, proporcionándome experiencias académicas y humanas que quedarán marcadas de manera inolvidable en mi vida.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a todos los docentes que, a lo largo de mi formación universitaria, me impartieron sus conocimientos, fueron una guía constante y contribuyeron significativamente a mi preparación académica y profesional para enfrentar los retos de mi futura vida laboral.

Yurico Anabel Carlosama Toro

DEDICATORIA

Para mi familia, a los que caminan a mi lado y a los que hoy me acompañan desde el silencio eterno. A ustedes, que han sido mi refugio en los días difíciles y mi impulso en los momentos de duda. Gracias por sostenerme con su paciencia, por creer incluso cuando yo flaqueaba y por enseñarme que los sueños se construyen con esfuerzo y unión.

A quienes ya no están físicamente, pero viven en mi memoria y en mi corazón. Su ausencia no fue un vacío, sino una presencia distinta que me acompañó en cada paso. Este logro también les pertenece, porque sus enseñanzas, sus abrazos y su ejemplo siguen guiando mi camino.

Dedico este trabajo a mis padres el Sr. Cesar Eduardo Jara Jara y la Sra. María Cristina Chiriboga Toapanta, quienes con su apoyo, consejos, comprensión y amor me han acompañado en cada etapa de mi vida. Gracias a ellos he formado mis valores, principios, carácter y la perseverancia necesaria para alcanzar mis objetivos.

A mis hijos, Elías Gabriel Jara Beltrán y Keyli Lilith Jara Castillo quienes han sido mi mayor motivación para no rendirme y seguir adelante en mis estudios, con el deseo de ser un ejemplo para ellos.

A mis amigos, con quienes compartí el camino de formación profesional, apoyándonos mutuamente y fortaleciendo la amistad a lo largo del tiempo.

Esta investigación no es solo un trabajo académico, es el reflejo de una historia familiar llena de lucha, amor y esperanza. A todos ustedes, mi gratitud eterna. Lo logrado hoy es fruto de lo que fuimos, de lo que somos y de lo que siempre seremos como familia.

Axel Eduardo Jara Chiriboga

AGRADECIMIENTO

Estimo un profundo agradecimiento a mis padres el Sr. Cesar Eduardo Jara Jara y la Sra. María Cristina Chiriboga Toapanta, quienes han sido mi mayor apoyo a lo largo de mi formación académica y personal. Gracias por su esfuerzo constante, sus consejos, su paciencia y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. Este logro también es de ustedes.

Agradezco de manera especial a mi tutor de trabajo de investigación Dr. Franklin Román Cárdenas, por su guía, conocimiento y acompañamiento durante todo el proceso de investigación. Su orientación fue fundamental para el desarrollo y culminación de este trabajo.

Expreso mi sincero agradecimiento a mi compañera de trabajo de investigación Sta. Yurico Anabel Carlosama Toro, por su compromiso, responsabilidad y trabajo en equipo. Compartir este proceso hizo que el camino fuera más llevadero y enriquecedor.

Finalmente, agradezco a los laboratorios de investigación de la Universidad Estatal de Bolívar y a todo el personal que lo conforman por brindar los espacios, recursos y apoyo necesarios para la realización de esta investigación.

A todos ustedes, gracias por formar parte de este importante logro académico.

Axel Eduardo Jara Chiriboga

INDICE

CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.4. HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Ganadería bovina	5
2.2. Tuberculosis Bovina (TB).....	7
2.3. <i>Mycobacterium bovis</i>	10
2.4. Zoonosis y Salud Pública.	12
2.5. Prevalencia y Seroprevalencia de <i>Mycobacterium bovis</i>	14
2.6. Diagnóstico de Tuberculosis Bovina.....	16
2.7. Caracterización Molecular de <i>Mycobacterium bovis</i>	18
2.8. Impacto Económico de la Tuberculosis Bovina.....	19
2.9. Estrategias de Control y Prevención	20
CAPÍTULO III	23
3. MARCO METODOLÓGICO	23
3.1. Ubicación de la investigación	23
3.2. Metodología	23
CAPÍTULO IV	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	27
COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.	42
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	44
ANEXOS	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación taxonómica</i>	5
Tabla 2. <i>Porcentaje de animales muestreados según su Edad</i>	27
Tabla 3. <i>Frecuencia de animales muestreados según su Raza</i>	28
Tabla 4. <i>Frecuencia de animales muestreados según su condición corporal</i>	30
Tabla 5. <i>Títulos de anticuerpos de ELISA positivos</i>	33
Tabla 6. <i>Seroprevalencia de resultados obtenidos mediante ELISA</i>	36
Tabla 7. <i>Resultados individuales positivos detectados por ELISA para Mycobacterium bovis</i>	38

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Distribución de muestras totales por edad</i>	28
Figura 2. <i>Distribución de muestras totales por raza</i>	30
Figura 3. <i>Distribución de muestras totales por raza</i>	32
Figura 4. <i>Identificación espacial de los casos positivos para Mycobacterium bovis</i>	35
Figura 5. <i>Seroprevalencia para Mycobacterium bovis</i>	37
Figura 6. <i>Muestras detectadas por ELISA para Mycobacterium bovis</i>	39
Figura 7. <i>Árbol filogenético de Mycobacterium bovis</i>	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. *Mapa de ubicación de la investigación*

Anexo 2. *Croquis del ensayo*

Anexo 3. *Encuesta para recolección de datos*

Anexo 4. *Datos de los animales del estudio*

Anexo 5. *Fotos de proyecto*

Anexo 6. *Base de datos*

Anexo 7. *Glosario de términos técnicos*

RESUMEN

La tuberculosis bovina es una zoonosis causada por *Mycobacterium bovis* cuyo impacto en la producción animal y la salud pública es importante. Identificar *M. bovis* fue el objetivo de la investigación. Identificación del agente causal de la enfermedad tuberculosis en bovino (*Mycobacterium bovis*) del ganado bovino del cantón Guaranda provincia de Bolívar del Ecuador por medio de la determinación de la seroprevalencia mediante la prueba ELISA competitiva prueba molecular PCR y análisis filogenético. Se realizó un estudio cuyo diseño fue descriptivo, la población muestral trabajada fue de 195 bovinos ubicados en once parroquias del cantón. Los resultados de carácter serológico, revelaron una seroprevalencia de 2,05 por ciento y cuatro positivos a ELISA, lo que evidencia la circulación restringida del agente en esta población. Los animales que resultaron positivos en mayor porcentaje fueron adultos, con condición corporal media a moderadamente baja y distribuidos en diferentes parroquias lo que sugiere más bien una dispersión territorial que un foco. El estudio verifica que existen casos de tuberculosis bovino mediante pruebas serológicas en Guaranda lo que requiere programas de vigilancia epidemiológica y control sanitario en la ganadería.

Palabras clave: Tuberculosis bovina; *Mycobacterium bovis*; seroprevalencia; ELISA competitivo; caracterización molecular.

SUMMARY

Mycobacterium bovis is a very infectious agent associated with bovine tuberculosis and affects livestock and public health. Molecular characterization of M is the main objective of this study. Our primary goal was to determine *Mycobacterium bovis* in cattle from Guaranda canton, Bolívar province, Ecuador; through its seroprevalence by competitive ELISA, molecular identification by PCR and phylogenetic analysis of molecularly detected strains. A total of 195 cows from eleven parishes of the canton were included in this descriptive study. Serology findings reported a seroprevalence of 2.05 % because 4 animals were positive by Elisa, which reflects low circulation of the pathogen within the evaluated population. The adult animals had a moderate body condition score of 1.5 – 2.5 or slightly lower. They were constantly positive at different parishes indicating that they are territorial and not a disease outbreak. *Mycobacterium bovis* is not present according to the results of 16S rRNA analysis and gene sequencing of mycobacterial DNA of one seropositive sample. In short, this study shows a low level of seroprevalence for bovine tuberculosis in Guaranda. In addition, it highlights the significance of using both serological and molecular tools for surveillance and control strategies in cattle product.

Keywords: Bovine tuberculosis; *Mycobacterium bovis*; seroprevalence; competitive ELISA; molecular characterization.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El *Mycobacterium bovis* es el agente responsable de la tuberculosis bovina, que es una enfermedad zoonótica que afecta a humanos y bovinos (Veldhuis et al., 2023), que se asocia con países con bajo control del ganado y movimiento fuera de control de ganado infectado (Taye et al., 2021). Es una entidad importante en el ganado bovino que produce bronconeumonía caseosa, mastitis, artritis, pero que también se ha asociado a la queratoconjuntivitis, otitis media supurativa, meningitis y otros desórdenes. Infección por *Mycobacterium bovis* La bacteria bovis puede persistir en un rebaño a lo largo del tiempo, los animales infectados pueden excretar el patógeno durante semanas o meses (Dudek et al., 2020). La tuberculosis bovina es una enfermedad llegada de Europa que fue erradicada en casi todo el continente, aunque con focos en Irlanda y el Reino Unido. Además, el sistema de producción está presente en los bovinos, el tamaño del rebaño y el historial de eventos previos aumentan significativamente el riesgo de eventos futuros (Byrne et al., 2021).

La tuberculosis bovina es una enfermedad que se encuentra en todos los países del mundo, y que es crónica y que es transmitido al humano, más que todo por leche no pasteurizada. Se reporta que sólo el 1.4 % de los casos de tuberculosis humana son zoonóticos, (Collins et al,2022). En 2023, en la provincia de Los Ríos no se encontró ningún caso positivo peligroso de *Mycobacterium bovis* que afecte la salud pública de todos los bovinos que visitaron en el primer estudio de salud, desde diagnosticada en 1986, pese a que Ecuador ya no se exportaba carne a razón de los casos que se detectaban y que ocurren por el consumo de leche no tratadas, en el 2024 como resultado de la prueba de tuberculina en el pliegue ano-caudal no se encontró ningún caso positivo de *Mycobacterium bovis* con una prevalencia observada de 0% en la población estudiada. La provincia de Bolívar tiene aproximadamente 286,315 cabezas de ganado vacuno, que representan el 7,4% del total nacional ecuatoriano. No hay datos precisos del stock bovino en el cantón Guaranda, pero parece que gran parte del hato ganadero de la provincia se halla en el cantón, que es el centro de la actividad.

1.2. PROBLEMA

La causa de la tuberculosis bovina es el *Mycobacterium bovis* el agente etiológico de esta enfermedad zoonótica que afecta a los animales y hombres. Ayuda a la producción y a la salud pública. A pesar de los esfuerzos internacionales que se realizan para su control, la enfermedad sigue siendo muy frecuente en distintos lugares del mundo, en particular en países pastoriles y en vías de desarrollo donde las capacidades en manejo de ganado y vigilancia sanitaria son más precarias.

En el cantón Guaranda donde existe una actividad económica que es ganadería, se carece de información sobre la prevalencia de *Mycobacterium bovis*, lo cual podría generar un efecto negativo en la producción de los ganaderos si se considera el resultado. Es preocupante porque no tenemos idea de la magnitud de la enfermedad ni de los factores de riesgo en la zona. La tuberculosis bovina afecta a las vacas de ordeño y toros y provoca la pérdida de productividad de los rodeos, así como un riesgo latente de tránsito a los humanos. Es fundamental complementar estos datos con una caracterización molecular de *M. bovis*

El objetivo del presente estudio es determinar la diversidad de las cepas de *Mycobacterium bovis* de la región Guaranda y la virulencia y resistencia a fármacos de las variantes. Es necesario realizar un estudio sobre la prevalencia de *Mycobacterium bovis* en bovino en el canton de Guaranda.

Los mismos que identifiquen los factores de riesgo que propician el contagio del patógeno. El análisis mediante toma de muestras será un soporte científico para la toma de decisiones sobre el manejo sanitario de las unidades productivas del cantón y de la provincia. Además, disminuirá la probabilidad de zoonosis en la población humana.

1.3. OBJETIVOS

- **Objetivo General.**

- Caracterizar molecularmente a *Mycobacterium bovis* en ganadería bovina del cantón Guaranda.

- **Objetivos Específicos.**

- Determinar la seroprevalencia de *Mycobacterium bovis* mediante ELISA competitivo.

- Identificar molecularmente a *Mycobacterium bovis* en bovinos del cantón.

- Diseñar los árboles filogenéticos de *Mycobacterium bovis*

1.4. HIPÓTESIS

Ho: *Mycobacterium bovis* no está presente en el ganado bovino del cantón Guaranda y no se lo pudo caracterizar molecularmente.

Ha: *Mycobacterium bovis* está presente en el ganado bovino del cantón Guaranda y se lo pudo caracterizar molecularmente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ganadería bovina

2.1.1. Clasificación y características generales del ganado bovino.

Tabla 1.

Clasificación taxonómica

Clasificación taxonómica	
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Familia	Bovidae
Subfamilia	Bovinae
Género	Bos
Especie	<i>Bos taurus / indicus</i>

A la especie que el ser humano maneja y controla en forma directa se le conoce como bovino. Esto es un animal que se encuentra plenamente adaptado a la vida en presencia del hombre. Por lo tanto, las vacas han estado en contacto con animales domésticos del ser humano. Su funcionalidad para adaptarse a diferentes climas, así como la funcionalidad para utilizar materiales fibrosos, por la utilización de un aparato digestivo de cuatro compartimentos (rumen, retículo, omaso y abomaso), lo ha puesto como uno de los grandes componentes del agro mundial.

En Ecuador, la ganadería es una de las actividades más movidas dentro del sector agropecuario del país. Esta actividad se ha concentrado principalmente en las zonas de sierra y costa debido a la disponibilidad de pastos, y de condiciones climáticas. Sin embargo, esta actividad presenta importantes problemas de higiene derivados de la tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*, “bovino” y “vaca”). Esto indica una enfermedad que, además de causar otras molestias, afecta el rendimiento productivo y la salud pública por su potencial zoonótico. (Diversidad, 2023)

2.1.2. Importancia socioeconómica del ganado bovino.

La ganadería bovina representa el ocho coma dos por ciento del PIB Agropecuario, generando miles de ingreso. En los últimos años, ha sido el mayor de estudio. Las economías de los distintos países de la presentación dependen de la actividad ganadera. La ganadería bovina como motor de una economía verde. De esa manera puede contribuir la ganadería bovina a una sostenibilidad económica a largo plazo Ver más (León et al; 2022) La crianza y producción de ganado bovino se ha convertido en una de las más importantes actividades agropecuarias de Ecuador y que está cobrando una gran importancia ya dentro de la economía nacional como de la seguridad alimentaria, y del desarrollo social y económico de la población rural. Esta actividad provee de carne, leche, cuero y sus subproductos. Estos son vitales y se utilizan en el mercado interno, además de exportar desde Argentina.

2.1.3. Ganado bovino y tuberculosis bovina

La ganadería bovina es uno de los sistemas de producción animal más importantes de la agricultura. De igual manera, esta actividad genera grandes retos por el efecto zoonosis como lo es la tuberculosis bovina por *Mycobacterium bovis*.

La tuberculosis bovina origina grandes pérdidas económicas por causa de la disminución de la producción del rebaño, la calidad de la carne, la calidad de la leche y los costos que conllevan los programas de control y erradicación. En varias zonas ganaderas de Ecuador se encuentra presente esta enfermedad cuya investigación y realización de pruebas diagnósticas como la tuberculina para detectar ganado infectado la cual previene el contagio (Llor Sánchez, 2020).

2.2. Tuberculosis Bovina (TB)

2.2.1. Consideraciones generales.

La tuberculosis bovina es una enfermedad infectocontagiosa de curso crónico causada por el *Mycobacterium bovis*; agente que forma parte del complejo *Mycobacterium tuberculosis*. Esta zoonosis es de gran importancia para la salud pública y la producción animal a nivel mundial. Se considera que la forma de transmisión más frecuente en el ganado de la tuberculosis bovina es la inhalación de aerosoles que se expulsan a través de la tos por cualquier animal infectado. La ingestión de leche o calostro de vacas con *Mycobacterium bovis* puede dar lugar a infecciones en terneros (Kelly et al., 2020). Normalmente, la evolución de la tuberculosis bovina en animales es progresiva y puede ser variable en el tiempo. De esta forma, puede prolongarse a lo largo de meses o incluso años (Kelly et al., 2020). Afecta a los pulmones y otros órganos.

Se produce una pérdida de peso, debilidad y tos persistente. La enfermedad suele evolucionar con fiebre. El contagio de *Mycobacterium bovis* en humanos se debe a la ingesta de lácteos no pasteurizados. Otra forma de infección es a través del contacto directo con los animales o sus tejidos. Por lo tanto, no es un problema zoonótico (Murai et al., 2021). El ganado no son las únicas que afectan a la enfermedad, sino también la fauna. De este modo, algunas especies salvajes (ciervos, rumiantes, cerdos, felinos y osos) están sufriendo de la pérdida de su hábitat natural y se han empezado a integrar y mezclar con los animales domésticos en los medios ambientes urbanos donde interactúan con los seres humanos. Esto crea una serie de nuevos problemas para la salud pública. Posteriormente, esto dificulta más su control y erradicación.

Como consecuencia, esto limita el éxito de los programas de vigilancia. También hay una zona en la que existe un alta concentración de animales que llevan *mycobacterium bovis*, la bacteria responsable de la tuberculosis bovina y que está en las hamburguesas que están a la venta. Hasta el 10% de los casos humanos de tuberculosis se atribuyen a *M. bovis* en países donde no hay ninguna medida de control eficaz como la pasteurización de la leche (palmeo, 2020).

Las pruebas más utilizadas para el diagnóstico de la tuberculosis en animales son la prueba de tuberculina que permite conocer la respuesta inmunológica y las pruebas moleculares como PCR que permiten conocer la presencia del ADN de *M. tuberculosis*. La ejecución adecuada de dichas pruebas en conjunto con el control de movilización de los infectados, permite el control de la enfermedad (WOAH, 2020).

2.2.2. Impacto en la producción ganadera.

Uno de los principales factores se debe a una reducción en la producción de carne y leche. Los precios de la puesta en obra de programas de control, así como restricciones sobre animales y productos. En áreas diferentes, estos sacrificios forzados de animales enfermos. Representa una pérdida directa para el productor o el ganadero (Antonino et al., 2021). La pérdida de una vaca que produce leche por tuberculosis bovina, *M. Bovis* disminuye la producción de leche en los animales que lo sufren. Puede tener un efecto adverso sobre la rentabilidad de los sistemas productivos. Sacrificio de animales positivo. Como nos indica Palmer (2020), la incertidumbre del consumidor tendrá también una dimensión económica, sobre todo en aquellos mercados que se desarrollen sobre el comercio internacional de animales.

Las pérdidas provocadas por *Mycobacterium bovis* que produce la tuberculosis bovina es una enfermedad zoonótica crónica. Por otro lado, el bovino afecta a diferentes especies de mamíferos, pero en especial a bovino. Según Antonino et al. (2021), esto afecta a todas las cadenas productivas. Uno de los principales factores por los que hay menos cosecha es por la reducción en la producción de carne y leche. Los gastos de ejecución de los programas de control, así como restricciones a animales y productos. En las distintas zonas, se sacrifican animales enfermos lo que representa una pérdida directa para el productor o ganadero (Antonino et al., 2021).

El daño que la tuberculosis bovina provoca en la muerte de los animales, genera pérdidas en la eficacia reproductiva y mayores costes de reposición en los rebaños. En las zonas donde no hay eficacia de programas de control, la enfermedad

representa un obstáculo para la producción ganadera sostenible (Torgerson & Torgerson, 2021).

2.2.3. Control de la enfermedad

El control de la tuberculosis bovina (*M.bovis*) afectador del bovino y también del hombre, enfermedad zoonoses, es uno de los problemas sanitarios y productivos más importantes del mundo. Las estrategias de control son muy diferentes. Generalmente consisten en una combinación de métodos diagnósticos, exclusión, y bioseguridad a nivel de explotación (Buddle et al., 2018). La estrategia test-y-cull es la más extendida en el mundo. Se identifican los animales infectados mediante la prueba intradérmica de la tuberculina y el IGRA (test de sangre). En algunos países cuenta la implementación a políticas que regulan los reservorios de fauna silvestre como el tejón que infecta a los bovinos (Dibaba, 2019). مخال الفقرة Se estudia además la vacunación como posible solución complementaria frente a *Mycobacterium bovis*.

La investigación indica que la vacuna BCG podría ser efectiva para reducir la gravedad de la transmisión en los animales vacunados, pero seguirá sin duda siendo un reto. Los estudios realizados con mAb han revelado que no hay reacción cruzada con linfocitos T de antígeno lleno obtenido por plasmólisis. Además, la interferencia de la vacuna en las pruebas diagnósticas convencionales genera falsos positivos (Meiring et al.,. El éxito del control depende en gran medida de la aplicación de medidas de bioseguridad, incluidas las restricciones de movimiento, una mejor gestión de los excrementos y la continua vigilancia en las granjas por si se produce la incursión con uno o más animales infectados sospechosos. De manera similar, también se necesita la trazabilidad de los animales infectados, pero continúa siendo un reto en muchos países debido a la falta de sistemas de identificación adecuados (Palmer, 2020).

2.3. Mycobacterium bovis.

2.3.1. Características biológicas

El mycobacterium bovis es el agente que causa la tuberculosis bovina, la bTB que tiene un carácter zoonótico e infecta al ganado y a otras especies animales como el ser humano (Guimaraes y Zimpel, 2020). Por un lado, el BMC como parte del complejo Mycobacterium tuberculosis (MTBC) está formado por 14 mycobacterias diferentes que están identificadas y que genéticamente son bastante similares entre sí de las cuales se puede evaluar a Mycobacterium tuberculosis y Mycobacterium africanum que causa EPTB en humanos. Ahora bien, a pesar de poseer una alta gama en genómica y en antigénicidad el M tiene algunas diferencias notables. TBC Y M. La revisión bovis permiten la diferenciación mediante la técnica molecular mediante PCR y posterior análisis de SNP (polimorfismos de un solo nucleótido) (Guimaraes y Zimpel 2020).

Por último, Mycobacterium bovis no usa glicerol como fuente de carbono. Utilizan otros compuestos pero no ese probablemente esta característica se debe a una fallan que hubo en la vía glucolítica Y ahora hay una mutación puntual. En algunos países, como el tejón y el ciervo, los reservorios de fauna silvestre han representado un gran obstáculo para la erradicación de la tuberculosis bovina, al ser fuente de infección para el ganado bovino. La adopción de nuevas tecnologías de secuenciación de genomas se dirige hacia un mejor conocimiento de la diversidad y dinamica evolutiva de M. Bovis

2.3.2. Mecanismos de transmisión.

Mycobacterium bovis, que causa la tuberculosis bovina (btb) se transmite principalmente por la inhalación de aerosoles. Después de este tiempo en cautiverio, la exposición a estas muestras de aerosol obtenidas en cautiverio se espera que continúe propagándose en ellos. A veces se transmite por secreciones o materiales contaminados que hay en el agua y en el pasto. Asimismo, la ingestión de leche no pasteurizada de vacas infectadas transmite la enfermedad al hombre y otros animales. El tejón, venado y otros mamíferos silvestres transportan M. bovis, el

agente patógeno que se encuentra en el ganado. Los bosques de bambú son una gran fuente de comida dulce y energética para varias especies. La prueba del contagio entre fauna silvestre y bovina ha sido conocido en años recientes. Estos países son el Reino Unido y Sudáfrica, donde la gestión de la vida silvestre se observa como un reservorio persistente de tuberculosis bovina (BMC Microbiology, 2021).

Además, los modelos epidemiológicos, han constatado la importancia de la convivencia y el manejo de la fauna silvestre.

Hoy en día, aunque hay unos pocos casos gracias a los programas y medidas ya mencionados, la enfermedad sigue siendo un problema en países en vías de desarrollo. Ello porque existen casos documentados entre humanos y que aunque no son frecuentes sí se han dado en individuos inmunocomprometidos (CDC, 2021)

2.3.3. Persistencia en el ambiente

La existencia de una capa externa rica en lípidos de *M.bovis* le permite sobrevivir en el medio. Por esta razón, el organismo es capaz de resistir la destrucción intestinal o intracelular. La pared celular del *Mycobacterium bovis* contiene un alto porcentaje de lípidos que le confiere resistencia en el medio. Se conoce como resistencia a la desinfección de las micobacterias. En otras palabras, no son sensibles a esos agentes antimicrobianos.

Se puede afirmar que *M.bovis* es un organismo muy resistente en el medio ambiente. Hacen que puedan vivir durante mucho tiempo organismos de este tipo.

El medioambiente influye mucho al agente disease. En efecto, *M.bovis* puede sobrevivir afuera del animal huésped períodos largos que permiten la transmisión indirecta. A causa de esto, *M.bovis* puede sobrevivir en la tierra, agua y productos con los que un animal infectado ha tenido contacto.

Se puede afirmar que el medioambiente es una vía de transmisión de bajo riesgo. Muchos estudios sobre la supervivencia de *M.bovis* en el suelo se realizaron en años anteriores.

Los ciervos o los tejones son ejemplos de reservorios. Igualmente, el *Mycobacterium bovis* tiene la capacidad de sobrevivir en un tipo de suelo y clima distinto. La *M. bovis* sigue siendo viables durante largos periodos en propensos y en otros tipos de ardillas. El agua contaminada y los comederos o bebederos que traspasan del ganado a la fauna favorecen la transmisión ambiental. Por un lado, aunque se detecta, en materia fecal, al patógeno de *Mycobacterium bovis* asociado a la tuberculosis bovina, no se conoce su supervivencia en suelo. Por ello, a la hora de buscar a la *M.*

2.4. Zoonosis y Salud Pública.

2.4.1. Zoonosis

La tuberculosis bovina es considerada una zoonosis importante en el mundo. Afecta tanto al ganado como al hombre. *M. bovis* se transmite al ser humano mediante la ingestión de productos lácteos no pasteurizados y el contacto con animales infectados. Esto crea un gran riesgo para las comunidades rurales y los trabajadores/as que trabajan con extinción (Duffy et al, 2020). Los países en desarrollo, más que todo los africanos y latinoamericanos, son los más afectados por esta zoonosis ya que se pasteuriza y controla el ganado de manera poco eficiente en estas zonas (Duffy et al.,2020).

Un aspecto que afecta la salud pública es la *M. bovis*. El *Mycobacterium tuberculosis bovis* es difícil de diagnosticar mediante pruebas diagnósticas comunes, por lo que probablemente esta una bacteria de carácter zoonótico se encuentre infra diagnosticado en el hombre. Esta infravaloración es un problema, especialmente en países donde infecciones zoonóticas constituyen una alta proporción de casos de tuberculosis. Incluso más la prolongación de la latencia de la enfermedad en humanos, complica aún más poder relacionar los brotes en el ganado y la carga de enfermedad en humanos (Etter et. al.2017).

Las políticas de control bovino de salud pública implican la pasteurización de la leche y más controles en la granja pero resultan inadecuadas en la mayoría de los lugares. En ciertas áreas *M. bovis* o de los animales presenta un

importante problema de salud pública que difícilmente se aborda de una manera integral

2.4.2. Tuberculosis zoonótica.

La tuberculosis es una bacteria, que proviene generalmente de la *Mycobacterium Bovis*, en el ganado. Es responsable de causar una enfermedad zoonótica. La enfermedad afecta a los animales y a los humanos. Otros miembros de *M* también lo son. *M. Complexos* de tuberculosos capaces de causar tuberculosis zoonótica. *Caprae* y *M. Microti*.

La tuberculosis se transmite mediante aerosoles, contacto directo con otros animales y también mediante leche y productos lácteos no pasteurizados. En lugares de desarrollo rural y país en vías de desarrollo, se encuentra, en la zona. El ganado afectado y un tipo de personas de mal estado son cosas de alto riesgo. Es un efecto importante en el mundo el impacto del tuberculosis zoonosis la salud pública general.

El 10% de todos los pacientes de tuberculosis y entre las regiones puede estar infectado por la *M. Ganado*. Ellos pueden beneficiarse de un diagnóstico. Los objetivos y los signos clínicos son similares a los de las personas con tuberculosis zoonótica. Las bacterias pueden continuar adquiriendo condiciones de vivienda en el medio. De esa manera interactúa con la fauna. El control de enfermedades y el poder de estas suponen un importante reto para humanos y animales.

2.4.3. Riesgo de transmisión.

La enfermedad de la tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*) generalmente es transmitida por aerosoles. De esta forma, la enfermedad se transfiere entre los ganado y a veces los humanos. El riesgo de transmisión se ve condicionado y mejorado por diversos factores como los medioambientales, productivos y de contacto entre ganado y vida silvestre. En las zonas donde el ganado tiene acceso a las aguas y pastos de ciervos y tejones ha quedado demostrada la frecuente relación directa e indirecta de especies. Por lo tanto, el riesgo de transmisión es alto.

Las prácticas ganaderas, como la baja bioseguridad y la falta de controles sanitarios, también aumentan la posibilidad de transmisión. Esto es de gran relevancia en las zonas rurales y en los países en vías de desarrollo donde hay escasos recursos para controlar y erradicar la tuberculosis bovina. Infección del mismo animal por diferentes cepas de *M. tuberculosis* o la coinfección por *Mycobacterium bovis* de un mismo animal o la persistencia ambiental del bacterio también son factores que aumentan el riesgo de transmisión dentro de los rebaños y entre especies (O'neil et al., 2020; Musoke & Michel, 2021).

2.5. Prevalencia y Seroprevalencia de *Mycobacterium bovis*

2.5.1. Prevalencia.

La tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*) es una zoonosis que afecta a todas las especies de mamíferos. Es una enfermedad que mayormente afecta al ganado pero que también infecta al ser humano y otros animales. En los países en desarrollo, las tasas suelen ser de los valores más altos, debido a falta de medidas de control efectivas. No obstante, en el ámbito mundial, la tuberculosis bovina es endémica; es decir, se presenta con mucha más frecuencia en un lugar que en otros. Un análisis realizado en regiones de África y Asia señala que la prevalencia puede alcanzar hasta el 28% (Rahman et al., 2021; Agbalaya et al., 2020). La prevalencia de la enfermedad en Europa ha disminuido por la introducción de ensayos y programas de sacrificio en algunos países. También ha contribuido el aumento de las medidas de bioseguridad en las granjas. En Italia, Mercado y sus coautores hicieron una investigación del área de prevalencia y reportaron una prevalencia del 5.21% en los animales de ganado doméstico sacrificados, prevalencia con diferencias muy significativas entre las provincias. A nivel mundial, la prevalencia se calcula en un 10% en ganado, lo que probablemente en algunos países esté subestimado, pues no se realizan vigilancia activa y tests diagnósticos.

En Brasil se encontró una prevalencia de micotoxinas de *Mycobacterium bovis*, la contaminación por brucelosis bovina en Sonora y Asturias España se daba una tasa positiva de mil. En Santa Catarina y en DF con 0.21 en algunos lugares, son cifras afines a otras referidas, que en la región precisan 0.46% y 0.96%.

2.5.2. Seroprevalencia

La tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*) es la proporción cantidad de animales que presenta anticuerpos (detectables en suero) en su organismo. La concentración en ganado de esta enfermedad varía ampliamente entre regiones, pero también en las condiciones de manejo local del ganado. Las regiones de África y Asia, reportan estudios sobre la seroprevalencia de esta enfermedad notables, que oscila entre 5.9%–27.5%, dependiendo del tamaño y tipo de manejo ganadero así como fauna silvestre (Agbalaya et al., 2020).

En los que se refiere a los países de Latinoamérica, muy pocos son los estudios en México y Brasil, aunque sí hay estudios son muy pocos. En al menos algunas zonas rurales en México, se ha reportado una seroprevalencia de un 13.8%. Lo cual hace evidente la necesidad de implementar medidas de control más eficaces, sobre todo en los lugares donde la tuberculosis bovina plantea riesgo para el bienestar humano y/o ganadero (Rahman et al., 2021).

Los factores clave para que exista mayor seroprevalencia de esta enfermedad incluyen el contacto con especies de animales silvestres reservorios, la falta de implementación de programas para su erradicación y los deficientes niveles de vacunación. Bajo el mecanismo de daño, los factores riesgo que favorecen daño a la salud de los animales, luego la respuesta del hospedador, y finalmente, la transmisión del patógeno, serán equivalentes.

2.5.3. Estudios regionales y globales

A nivel mundial se han reportado muchos estudios utilizando *Mycobacterium bovis* de varias partes del mundo. La *Mycobacterium bovis* es un patógeno de gran importancia por el impacto que tiene en la salud pública y por su importancia económica. Se ha realizado un estudio local que informa la diferencia significativa en la frecuencia y la distribución de *M. cepas de bovis* en el entorno del estudio local. La situación epidemiológica está detrás de la diferencia en propiedades que se observa en los diferentes focos epidemiológicos de *Mycobacterium bovis*. Algunos de los estudios se han informado desde América del Sur, donde el ganado

está presente en gran medida allí, especialmente para la producción de carne, en particular, los productores de Brasil y Argentina. El M. ha estado presente. bovis ha sido informado en estudios de tuberculosis de huesos por investigadores de Rasmussen et al. (2000). Usualmente, la tuberculosis se puede simplemente diagnosticar mediante la detección de tuberculoso, ganado y humano.

Se han reportado bovis en países sudamericanos que incluyen Brasil y Argentina donde la fiebre bovina todavía es endémica en muchas partes rurales. La ineficacia de los controles como el sacrificio de los animales infectados y mejora de bioseguridad fue la principal causa de la incapacidad para controlarla (Zimpel et al., 2020). Por otro lado, En Europa, los programas de ensayo y sacrificio han reducido la prevalencia especialmente en Francia e Italia donde las técnicas moleculares.

Se han identificado en África clados específicos de fauna silvestre que sirven de reservorios del patógeno. La presencia de este patógeno en la fauna silvestre dificulta el control de la infección en la ganadería. En particular, la interacción de la fauna silvestre con el ganado doméstico se ha identificado como uno de los principales vías de transmisión en varios países como Sudáfrica (Ayele, Palmer y Godfray, 2020).

2.6. Diagnóstico de Tuberculosis Bovina

El diagnóstico de la tuberculosis bovina se lleva a cabo mediante diversas técnicas, tanto directas como indirectas.

Las técnicas “tradicionales” se refiere a una prueba de tuberculina (PPD) (a medida celular mediada en un animal infectado C) y prueba de interferón gamma que muestra la producción de esta citocina en un animal infectado. El es muy útil y se emplea o bien, en la práctica. Sin embargo, el medicamento tiene bajo rendimiento en áreas endémicas donde el patógeno coexistente puede interferir, . Falta de sensibilidad y especificidad (Rahman et al. 2021).

En los últimos años, la mejora que han supuesto los avances en las técnicas moleculares (por ejemplo, la PCR o el secuenciamiento de próxima generación

(NGS), sin duda, han mejorado las capacidades para detectar y caracterizar el *M. a* a nivel genético bovino. Se puede identificar con mayor rapidez y precisión el patógeno, principalmente en muestras de tejido post-mortem o en líquidos biológicos, como leche o esputo. La utilización del método permite detectar variantes y cepas, resulta esencial para el control epidemiológico de la enfermedad (Pal et al., 2021).

2.6.1. Pruebas Serológicas (ELISA)

La prueba ELISA del suero bovino para detección de anticuerpos contra *Mycobacterium bovis* se usa en ganado para la diagnosis de la enfermedad. Como el autor explica, este tipo de pruebas se ha remitido como una opción de diagnóstico alternativo a las pruebas celulares tradicionales y, como complemento con la prueba de la tuberculina y el ensayo de liberación de interferón gamma (IFN- γ), puesto que los animales exponen una respuesta inmunitaria tardía en el desarrollo de la infección. Desde que se utilizó en ensayos clínicos, ELISA se muestra como una técnica útil para realizar estudios de seroprevalencia y para el monitoreo de rebaños en zona endémicas de tuberculosis bovina.

La sensibilidad y especificidad de una prueba ELISA dependerán del antígeno utilizado y del estado de infección de los animales. Antígenos MPB70 y MPB83 para *M. bovis* Normalmente se utilizan para incrementar la efectividad de las pruebas (Moens et al., 2023). Investigaciones recientes revelan que el test ELISA puede detectar infecciones en aquellos animales que no han sido identificados en las pruebas celulares. Por este motivo, es útil como diagnóstico adicional, para complementar otras pruebas y para el control de la tuberculosis bovina. En otros fluidos diferentes a la orina su uso se encuentra en evaluación y también el empleo como fluido en microbiología a partir de la leche y fluidos orales con resultados prometedores.

2.6.2. Pruebas Moleculares (PCR)

La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) se ha convertido en una herramienta molecular esencial para el diagnóstico de *Mycobacterium bovis* bovino. permite la

detección de ADN ya que consiste en la amplificación de la secuencia de un Gen específico. Por lo tanto, este es un diagnóstico rápido de un patógeno. También ayuda a descubrir infecciones que no se manifiestan o cuando la técnica de cultivo de bacterias tiene menor sensibilidad o mayor consumo de tiempo (Palmer y Waters, 20220). La utilización de PCR en tiempo real (qPCR) fue efectiva en el diagnóstico de bTB. Brindaron una isla exacta de la carga bacteriana y alojó mismo rápido diagnóstico directo de un tejido, leche o líquido biológico. Además, se realizaron estudios de validación sobre el uso de qPCR en tejido bovino; idearon un análisis bayesiano de datos con una sensibilidad diagnóstica del 94,59% y una especificidad del 96,03%. (Rodríguez et al., 2021). Por lo tanto, tiene valor diagnóstico en el programa de vigilancia de la tuberculosis bovina. Los marcadores genéticos que se utilizan principalmente como técnica en la PCR es el mpb70. Bovis, que evita la reacción cruzada con otras especies de mycobacterium tuberculosis complejo (MTBC). Gracias a esta tecnología se logra eficientar los diagnósticos postmortem e identificación de animales infectados que contribuyen a los programas de control y erradicación de la tuberculosis bovina.

2.7. Caracterización Molecular de *Mycobacterium bovis*

2.7.1. Diversidad genética

La diversidad de *Mycobacterium bovis* ha sido estudiada por lo que refleja su transmisión y evolución en tuberculosis bovina (TB). La genética de las cepas de *Mycobacterium bovis* y de otros miembros del complejo *Mycobacterium tuberculosis* tiene potenciales consecuencias desde el punto de vista epidemiológico, de resistencia a fármacos y en la capacidad de las cepas para evadir el sistema inmune (2020; Nakamura, et al.).

Reciente tiempo han sido usadas diferentes técnicas de tipificación molecular para la identificación de linajes y sublinajes dentro de las poblaciones del M. lo que permite distinguir el origen bovis. Estos métodos permitieron la identificación de variantes entre M. Se analizaron genomas completos o casi completos de 184 cepas del Complejo *Mycobacterium tuberculosis* de M. bovis que no solo están asociados con los patrones de resistencia a fármacos. En países como el nuestro se han

registrado niveles altos de diversidad genética de cepas de *M. bovis*. Esto nos muestra lo necesaria que es la vigilancia molecular para ayudar a evitar el desarrollo de cepas resistentes (Stanley, Liu & Fortune, 2022).

2.7.2. Epidemiología molecular

La tuberculosis humana es un reto riesgo de *M. bovis* pero el reto sanitario afecta también a otros rumiantes y con secuencias a humanos. Los estudios epidemiológicos tienen como objetivo el entendimiento de las dinámicas de transmisión, los factores de riesgo asociados y la distribución geográfica de *M. bovis* razas de ganado (Ejo et al., 2021).

La tipificación molecular ha sido clave en el rastreo del *M. bovis*. Líneas bovinas en diferentes localidades mediante la aplicación de las técnicas de ensayos de spoligotipado y secuenciación de ADN. La tipificación molecular debe permitir reconocer la transmisión zoonótica y los focos infecciosos en el hombre o en los animales. A través de la aplicación de varios estudios recientes se han reconocido varios genotipos de *M. bovis*. Es probable que la tuberculosis sea común en sus áreas, especialmente aquellas que no tienen ningún programa de control de tuberculosis en bueyes, pero tienen una alta prevalencia de tuberculosis como el caso de Etiopía y Nigeria. En el mundo desarrollado, la utilización de test moleculares y la caracterización genética han derivado en reducción de la prevalencia mediante la aplicación de la eliminación de animales infectados y también restricciones de movimientos de animal (Kwaghe et al., 2023).

2.8. Impacto Económico de la Tuberculosis Bovina

La tuberculosis afecta a nivel económico por el costo en producción y control. El valor de la productividad de ganado infectado se reduce por la disminución del rendimiento lechero, la pérdida de peso y la muerte del animal. De manera similar, se producen importantes pérdidas económicas en forma de restricciones comerciales en las zonas afectadas y la pérdida de mercados internacionales por la presencia de la enfermedad en la región. No hay datos allí.

El impacto económico también incluye el coste de las medidas de bioseguridad, las pruebas de diagnóstico y el sacrificio de animales infectados. La eliminación y reposición de animales infectados test positivos acarrearán un importante costo en pequeños y medianos productores. (Broughan et al., 2020) Se ha demostrado recientemente que la tuberculosis bovina podría estar provocando pérdidas del 10 al 25% en la producción de leche. Esto incide de manera directa en la forma de vivir familias rurales cuyo insumo-beneficio es la venta de leche. Por otra parte, el control y erradicación de la tuberculosis bovina supondrán un coste adicional para los poderes públicos y el sector veterinario.

En áreas de África y América Latina donde la enfermedad es endémica, la pérdida de ingresos se ve agravada por la falta de acceso a medidas de control eficaces y a la infraestructura de salud existente (Tsegaye et al, 2021; Waters et al., 2020).

2.9. Estrategias de Control y Prevención

2.9.1. Programas de vacunación

Se ha evaluado la duración de la eficiencia de la BCG frente a otras vacunas como la CMI. Se refiere a las vacunas que se han utilizado a nivel experimental desde el año 1913. La BCG es concretamente una cepa atenuada de la M. Según algunas investigaciones, la efectividad de la inoculación de animales porcinos contra el virus de la fiebre aftosa directa es de un 25%. La razón por la que no se implementan más programas de control es por el efecto interferente de la vacunación en los diagnósticos estándar. Esto quiere decir que no se alcanza a distinguir entre un animal vacunado e infectado. En la actualidad se están desarrollando nuevas vacunas y ensayos de diagnóstico. Esto permitirá el uso en gran escala de las mismas sin la interferencia del efecto de los ensayos diagnósticos. A nivel mundial, la vacunación es considerado como una herramienta que complementa a las estrategias de control. Esta técnica se utiliza, con más frecuencia en situaciones endémicas para enfermedad prevalente, y producto final del OMS autorizado.

Este es el caso en algunas partes de África, Asia y América Latina. En el Reino Unido, programas de control del diagnóstico y país de prueba para eliminar rebaños

infectados (Sutton y Vordermeier, 2021). La vacunación, si bien no se ha implementado de manera generalizada debido a los desafíos descritos, sería una alternativa viable para reducir el periodo de restricción en los rebaños y la posterior necesidad de sacrificio de animales (Srinivasan et al., 2021; Vordermeier et al., 2020).

2.9.2. Medidas de bioseguridad

a) Aislamiento y cuarentena: Impide la introducción, salida y diseminación de microorganismos desde o dentro de un establecimiento. Conocer los sistemas de invernaderos para una producción más rápida y fácil de los cultivos. La bioseguridad en la producción animal asegura la sanidad de los animales y la inocuidad alimentaria (Ioan & Popescu, 2020).

b) Protección de los edificios de la granja: Es esencial utilizar barreras físicas como puertas enrollables y cercas eléctricas para impedir la entrada de animales salvajes, como el tejón, en las zonas de animales de granja. Se recomienda también la instalación de recipientes de alimentación segura y el uso de pie de desinfección en la entrada de las instalaciones (Pet & Stef, 2020).

c) Bioseguridad de los vehículos: Los vehículos que entran y salen de la granja pueden actuar como vehículos de transmisión. Varios vehículos pueden llevar microbiota en forma total o parcial y transmitirla al nuevo hospedador o ambiente. La mayoría de los vehículos que entran y salen de la granja son vehículos transportadores o receptores de animales, alimentos y cadáveres. Por lo tanto, para el control de la tuberculosis bovina es necesario desinfectar los vehículos previamente.

d) Control del acceso de personas: Antes de manipular a los animales, el personal, visitantes y veterinarios deben usar ropa protectora descartable y cumplir con estrictos protocolos de desinfección. Igual que en el primer caso, hay que limitar la entrada de personas a las áreas de manejo de los animales. (TB Hub, 2021).

2.9.3. Monitoreo epidemiológico

La tuberculosis en ganado bovino es una enfermedad infecciosa producida por *Mycobacterium bovis*. Así como otros bacilos del complejo *Mycobacterium tuberculosis*. Es una enfermedad que preocupa mucho a la salud pública y la economía (OMS, 2020). Esta micobacteria afecta sobre todo los pulmones y sus ganglios linfáticos regionales (Funk et al., 2019)

2.9.4. Tratamiento de la tuberculosis bovina

Tiene resistencia a algunos antibióticos como rifampicina y pirazinamida que empeora la situación en el ganado bovino. provoca tuberculosis bovina que es una zoonosis de importancia sanitaria mundial. Consecuentemente, las consultas de respuesta se encargan del diagnóstico precoz, de la cuarentena y en algunos países, además, de la vacunación de los animales susceptibles. Se han probado múltiples líneas terapéuticas. Sin embargo, el uso excesivo de antimicrobianos provoca cepas resistentes, lo que complica aún más su control. Dudek & Szacawa, 2020. Se ha estudiado el tratamiento de la tuberculosis bovina causada por el *Mycobacterium bovis*, así como, microorganismos alternativos. La enfermedad es complicada de tratar, debido a que *Mycobacterium bovis* presenta algún tipo de resistencia natural a los fármacos, en especial a la pirazinamida. Se debe el uso de los fármacos para la tuberculosis por un largo periodo de tiempo. Las micobacterias no virulentas pueden inducir respuestas inmunitarias en mamíferos La aplicación intranasal del inmunobiótico surco bovis inactivado por calor (H. 2024), un nuevo método basado en inmunoterapia endobronquial dirigido a tejidos pulmonares, podría ser una herramienta invaluable para el control de la tuberculosis.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

El presente trabajo de investigación en su parte experimental se realizó en el cantón Guaranda, perteneciente a la provincia de Bolívar, Ecuador.

- **Situación Geográfica:**

Parámetro Geográficos donde se realizará la investigación.

Altitud	2668 msnm
Latitud	1°34'0``S
Longitud	79°1'0``W
Humedad relativa promedio anual	75%
Precipitación promedio anual	632mm/año
Temperatura Máxima	18 °C
Temperatura promedio	13 °C
Temperatura Mínima	8 °C

Nota: Estación meteorológica Laguacoto II, (2023)

- **Zona de vida**

El cantón Guaranda tiene tres zonas de vida: bosque subtropical húmedo, bosque siempre verde montano, páramo herbáceo. La variedad de ambientes tiene un enorme potencial como favorecedor de la biodiversidad y producción. (Pérez et al., 2021).

3.2. Metodología

3.2.1. Material en estudio

- 195 Muestras sanguíneas de hembras bovinas

3.2.2. Factores en estudio

Factor A:

Prevalencia de *Mycobacterium Bovis*.

Factor B:

Vacas en Producción de leche

3.2.3. Tipos de diseño experimental o estadístico:

Se aplicó un modelo estadístico descriptivo

Calculo de la muestra

$$n = \left(\frac{NZ^2P(1 - P)}{(N - 1)d^2 + Z^2P(1 - P)} \right)$$

En el cantón Guaranda se registra una población de 26327 bovinos hembras en edad productiva.

Donde:

n= Tamaño de muestra requerido.

N = 26,327 (población con criterio de inclusión).

Z = 1.96 (para un nivel de confianza del 95%).

P = 0.5 (proporción estimada de la población que puede estar afectada).

d = 0.07 (margen de error ajustado al 7%).

Por lo tanto:

$$n = \left(\frac{26327 \times (1.96)^2 \times 0.5 \times (1 - 0.5)}{(26327 - 1)0.07^2 + (1.96)^2 * 0.5(1 - 0.5)} \right)$$

$$n = \left(\frac{25273.92}{(26326)(0.0049) + (3.84) \times 0.5(0.5)} \right)$$

$$n = 195$$

3.2.4. Tipo de análisis

Se llevó a cabo un análisis descriptivo. Con los datos obtenidos, se elaboró una tabla dinámica en el programa Microsoft Excel. Los datos subidos han generado las tablas y también los gráficos de prevalencia serológica, animales afectados por raza y edad.

3.2.5. Métodos de evaluación y datos a tomarse en cuenta

Edad: Variable independiente la cual se operacionalizó por medio de la anamnesis realizada al propietario.

Raza: La variable independiente se operacionalizó mediante observación de las características físicas del animal, como el color del pelaje, la forma de la cabeza o el tamaño del cuerpo y mediante anamnesis al propietario.

Condición corporal: Variable independiente

Prevalencia serológica: La proporción de animales que obtiene anticuerpos ofensivos contra *Mycobacterium bovis* que se obtiene a través de la prueba del ELISA competitivo fue el uso de variable dependiente.

Prevalencia molecular: La variable dependiente que se midió fue la proporción de animales que presentaron *Mycobacterium Bovis* (*M. bovis*) en sangre, concluyéndose dicho resultado mediante el test ELISA.

Filogenia: se refiere a las relaciones filogenéticas que hay entre las diferentes especies o biovariedades en cuanto al tipo de bacteria *Mycobacterium Bovis*, presente en los animales, será mediante herramientas bioinformáticas y de seq.

3.2.6. Manejo del experimento

Procedimiento

Toma de la muestra: Se registraron los signos clínicos, la raza, edad y condición corporal. Además de esto, se logró obtener una toma de sangre después de eso. Para lograr esto se procedió a desinfectar el área de la piel y se recolectó la muestra mediante punción en la vena coccígea con aguja de doble dirección (steril) y tubo vacutainer tapa amarilla de 5 ml. Se le colocó una etiqueta con el código de la finca de origen, parroquia y sector y se guardó en un cooler con gel refrigerante hasta su procesamiento.

Obtención de Suero: Posteriormente se selló dentro de Eppendorf y se mantuvo en almacenamiento a -20°C. Después se realizó un centrifugado durante 5 minutos de las muestras de sangre para separar el suero.

ELISA competitivo: En la sangre recogida del bovino se realizó un ELISA para cribado de M. Anticuerpos bovis. Se utilizó esta prueba ELISA para encontrar la seroprevalencia de la enfermedad en Guaranda. Se utilizaron kits comerciales validados para laboratorio de especie bovina de acuerdo a las indicaciones del fabricante y protocolos de laboratorio.

Análisis filogenético:

- BLAST (Basic Local Alignment Search Tool)
- MEGA (Molecular Evolutionary Genetics Analysis)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Medidas descriptivas de animales muestreados.

Tabla 2.

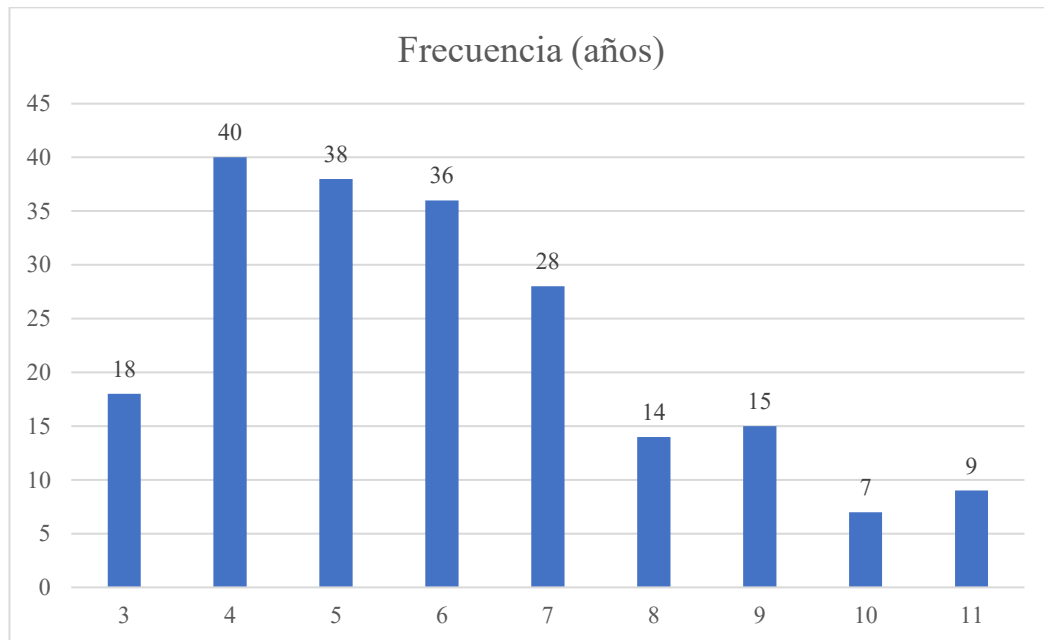
Porcentaje de animales muestreados según su Edad

Edad/años	Frecuencia	Porcentaje
3	17	8.7%
4	40	20.5%
5	32	16.5%
6	30	15.4%
7	28	14.4%
8	15	7.5%
9	20	10.3%
10	6	3.0%
11	7	3.5%
Total	195	100%

Los porcentajes de los animales muestreados por edad indican que la población evaluada está constituida en su mayoría por animales jóvenes y jóvenes adultos, siendo más abundante entre los 4 y 6 años, el 52.4 %. La edad de 4 años fue la de mayor frecuencia de apariciones por años con un total de 40 animales. Las otras frecuencias detectadas fueron las de 5 años con 38 y 6 años con 36. Los individuos de 10 años son 6 con 3,0% y los de 11 años son 7 con 3,5%. Conforme aumenta la edad, se determina una disminución progresiva en los porcentajes.

Figura 1

Distribución de muestras totales por edad



Entre los animales presentes en las granjas analizadas, el mayor número de animales corresponde a los animales de 4 años en este sistema productivo; a la vez que aumenta la edad disminuye la cantidad. La selección de los bovinos de 4 a 6 años en el presente estudio se basó en diferentes investigaciones anteriores desarrolladas en Ecuador que también han incluido animales de este rango de edad para la evaluación de *Mycobacterium bovis*. Loo Sánchez (2020) incluyó reses de 2-5 y 6-9 años para Manabí; en Guayas, Saltos Cabezas (2020) incluyó animales de 2-4, 5-7 y 8-12 años, lo que incluye el grupo etario considerado en esta investigación.

Tabla 3.

Frecuencia de animales muestreados según su Raza

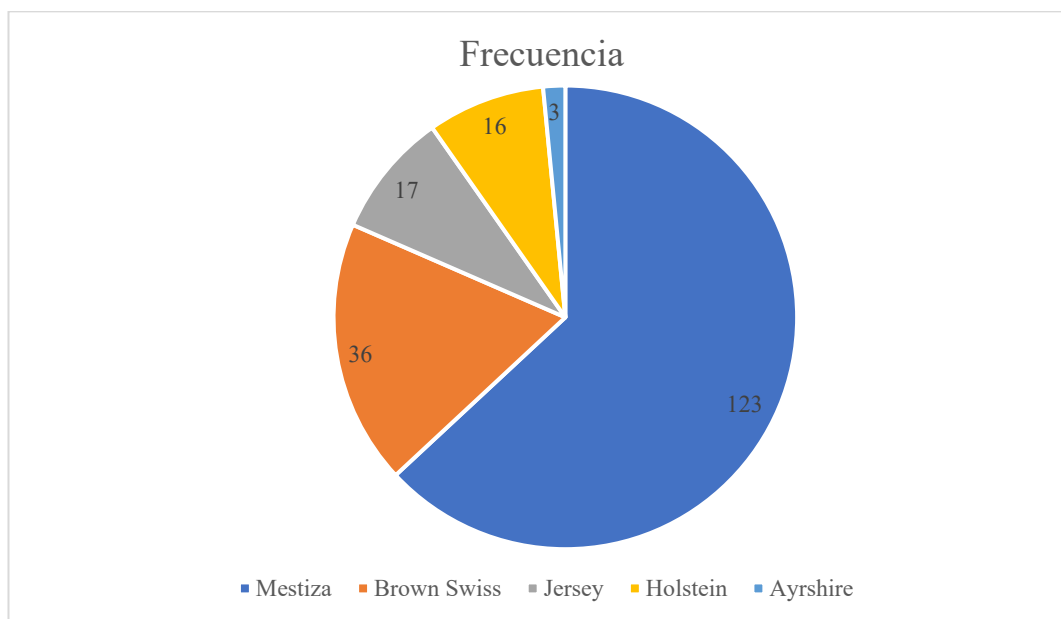
Raza	Frecuencia	%
Mestiza	123	63.08%
Brown Swiss	36	18.46%
Jersey	17	8.72%
Holstein	16	8.21%
Ayrshire	3	1.54%
Total	195	100%

La frecuencia por raza de animal muestra la predominancia de mestizos con 123 animales del total (63.08%) para el ganado. El total de la población real es el grupo más representativo. Una parte importante del ganado de la región es un cruce de razas. Que esta mezcla se adapte mucho más a las condiciones del lugar. Y que tiene un manejo amplio. En un segundo lugar, se observó la presencia de la raza Brown swiss (animales; 18,46%). Es la raza más representativa del estudio que se presenta con importancia en los sistemas productivos más que nada en la lechería. En las razas en las que participa Jersey hubo 17 animales (8.72 %) y en Holstein, 16 (8.21 %) su número es menor, pero son significativas. El segundo sugiere que hay unidades productivas que están a un nivel tecnológico superior o a un tipo de mejora genética. En la muestra mencionada la Ayrshire (3 animales; 1.54%) tiene una presencia mínima. Esta raza se encuentra en tan pocos animales en el cantón Guaranda. La raza mestiza según el resultado del estudio fue la raza más predominante en la zona en estudio.

Según Saltos Cabezas (2020) en el cantón El Empalme, el 64.88% de los bovinos muestra a la tuberculosis bovina como raza mayoritaria. De acuerdo con Loo Sánchez (2020) la raza mestiza constituyó el 86,94 % de los bovinos evaluados para tuberculosis bovina en el cantón Pichincha, Manabí. Los resultados obtenidos permiten indicar que la predominancia de animales mestizos en los estudios epidemiológicos de tuberculosis bovina a nivel nacional se debería a la competitividad racial predominante en el sistema bovino ecuatorianos. El tipo racial mestizo, en particular, se encuentra en las explotaciones de doble propósito y en los sistemas productivos extensivos o semi-intensivos.

Figura 2

Distribución de muestras totales por raza



De acuerdo con el análisis se puede establecer que la organización del hato bovino presente en la zona de estudio corresponde a un sistema de producción tradicional, es decir sigue el ciclo de la vaca y tiene una crianza en un sitio específico. De este modo, la práctica del cruzamiento se convence como alternativa para mejora de rusticidad, resistencia a enfermedades y adaptación al medio.

Tabla 4

Frecuencia de animales muestreados según su condición corporal

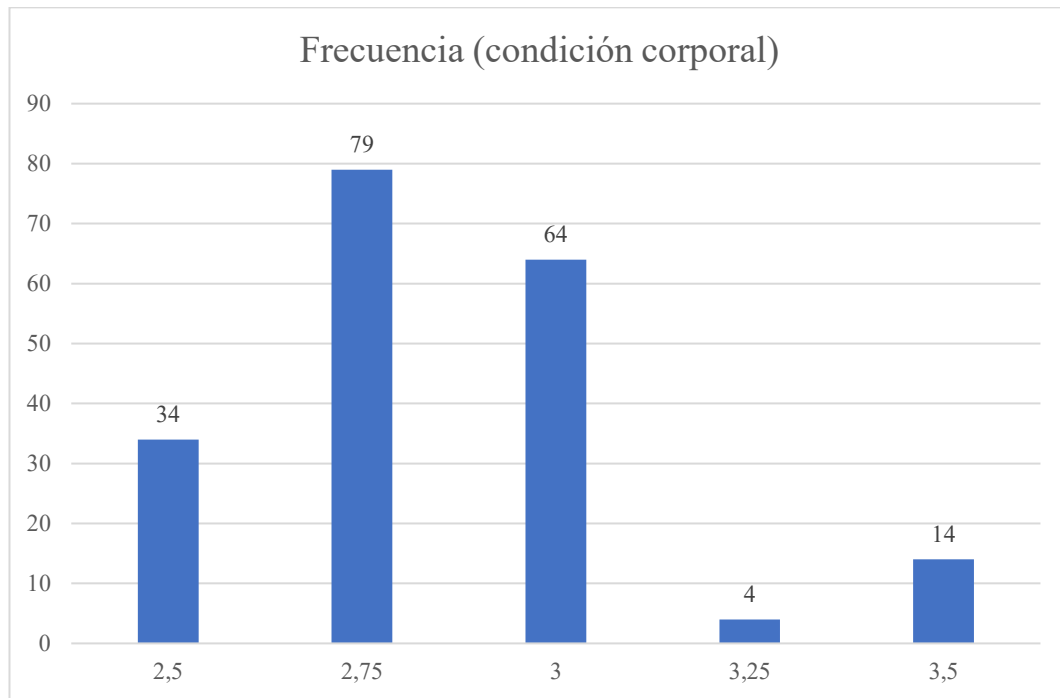
Condición corporal	Frecuencia	%
2.5	34	17.44%
2.75	79	40.51%
3	64	32.82%
3.25	4	2.05%
3.5	14	7.18%
Total	195	100%

La frecuencia de los animales muestreados por condición corporal muestra que la frecuencia de los mismos se concentra en valores intermedios, la gran mayoría de los animales tenían un rango de 2,75 (79 animales; 40,51%) y 3,0 (64 animales; 32,82%). Esto significa que en general se están observando condiciones corporales moderadas o adecuadas en los bovinos para producir en el sistema que analizamos. La condición corporal 2.5 se encuentra un escalón levemente por debajo, por lo que pueden estar operando factores como la escasez y/o mala calidad del alimento que consumen los animales, manejo nutricional, estado fisiológico del animal, etc. (Najas, 2001). El 17,44% de las personas presenta esta condición (34 personas). Una baja proporción de animales alcanzó las mejores condiciones corporales porque recibieron mejor alimentación o fueron correctamente manejados por alguna causa en particular.

En el caso de la categoría 3.25 han sido solamente 4 animales (2,05 %) lo que, por lo general, indica si un menor número a la misma condición, no es por error del evaluador, sino que ocurre por las causas mencionadas. Observan que la gran mayoría de bovinos analizados fueron de condición corporal intermedia (2.75 y 3.0) y que los positivos lo fueron en. Estos estudios concuerdan con los reportes de Cervantes (2023), quien halló una prevalencia de 2.08% en la tuberculosis bovina que evidencio que los animales positivos no mostraron alteraciones en el estado corporal, lo cual permite suponer que la enfermedad puede transcurrir en forma subclínica sin generar alteraciones en el estado nutricional. Del mismo modo, se han reportado estudios que, si bien la tuberculosis bovina es una enfermedad crónica que causa una progresiva pérdida de peso del animal infectado, no obstante, en muchos casos no se presenta ningún signo clínico durante mucho tiempo, por lo cual no se detecta en un examen físico.

Figura 3

Distribución de muestras totales por raza



Evidentemente, cualquier tipo de enfermedad tendrá una manifestación clínica asociada que puede evidentemente parecerse a la condición corporal (CC). Se ha mencionado que el ganado con un CC de 2.5 a 3.0 tendrá las óptimas condiciones para un buen rendimiento del salmón. Se observan fuertes concentraciones en valores cercanos a 3, propio de los sistemas ganaderos donde los animales son funcionales a la producción, pero no poseen grandes reservas. De acuerdo con esta norma, se debe llevar un registro del peso de los bovinos para evitar posibles riesgos sanitarios. Los animales infectados en las fases iniciales tienen una condición corporal que parece normal, razón por la cual es sumamente difícil de identificar clínicamente en el caso.

Tabla 5*Títulos de anticuerpos de ELISA positivos.*

Código	Raza	CC (1-5)	Edad	Parroquia	Sector	ELISA
6 GJO	Jersey	2.75	7 años	Guanujo	Las Cochas	43.04
16 SS	Mestiza	2.5	4 años	Salinas	Mercedes de Pumin	94.25
24 SS	Mestiza	2.5	6 años	Salinas	Apahua	83.81
2 SF	Mestiza	3	7 años	Santa Fe	Moranshuaco	65.19

Cuatro animales positivos, raza jersey y mestizo entre los 4 y 7 años. Se realizaron las pruebas en la misma finca. Esto indica que el contagio es primariamente en los animales adultos, esto resulta por un lento efecto crónico y lento de la enfermedad de tuberculosis bovina. En el cantón El Empalme, se realizó la investigación Saltos Cabezas 2020 sobre las cabezas.

Al observar la frecuencia por grupo etario se evidencia que la mayor cantidad de animales positivos a tuberculosis bovina fueron bovinos entre 2 y 4 (1,89%), luego animales de 5 a 7 (1,35%) lo que demuestra que son los grupos etarios adultos jóvenes y mediana edad los que concentran la mayor cantidad de casos detectados. Los positivos, en relación a la condición corporal, oscilan de 2.5 a 3, lo que equivale a media a ligeramente baja. Este tópico es importante para M.

Los procesos debilitantes de curso prolongado que afectan al animal, pueden reflejarse por el progresivo deterioro del estado nutricional del animal. No obstante, se halló que la existencia de animales positivos en condición corporal aceptable, podría significar que la infección podría durar por largos períodos sin que se pueda detectar que es clínica.

En diferentes sectores rurales de las parroquias Guanujo, Salinas y Santa Fe fueron identificados los positivos, como las Cochas, las Mercedes de Pumin, Apahua y Moranshuaco. Se identifican cuatro puntos que corresponden a las muestras positivas, diferenciándolos a colores, mediante el cual se nos permite identificar los

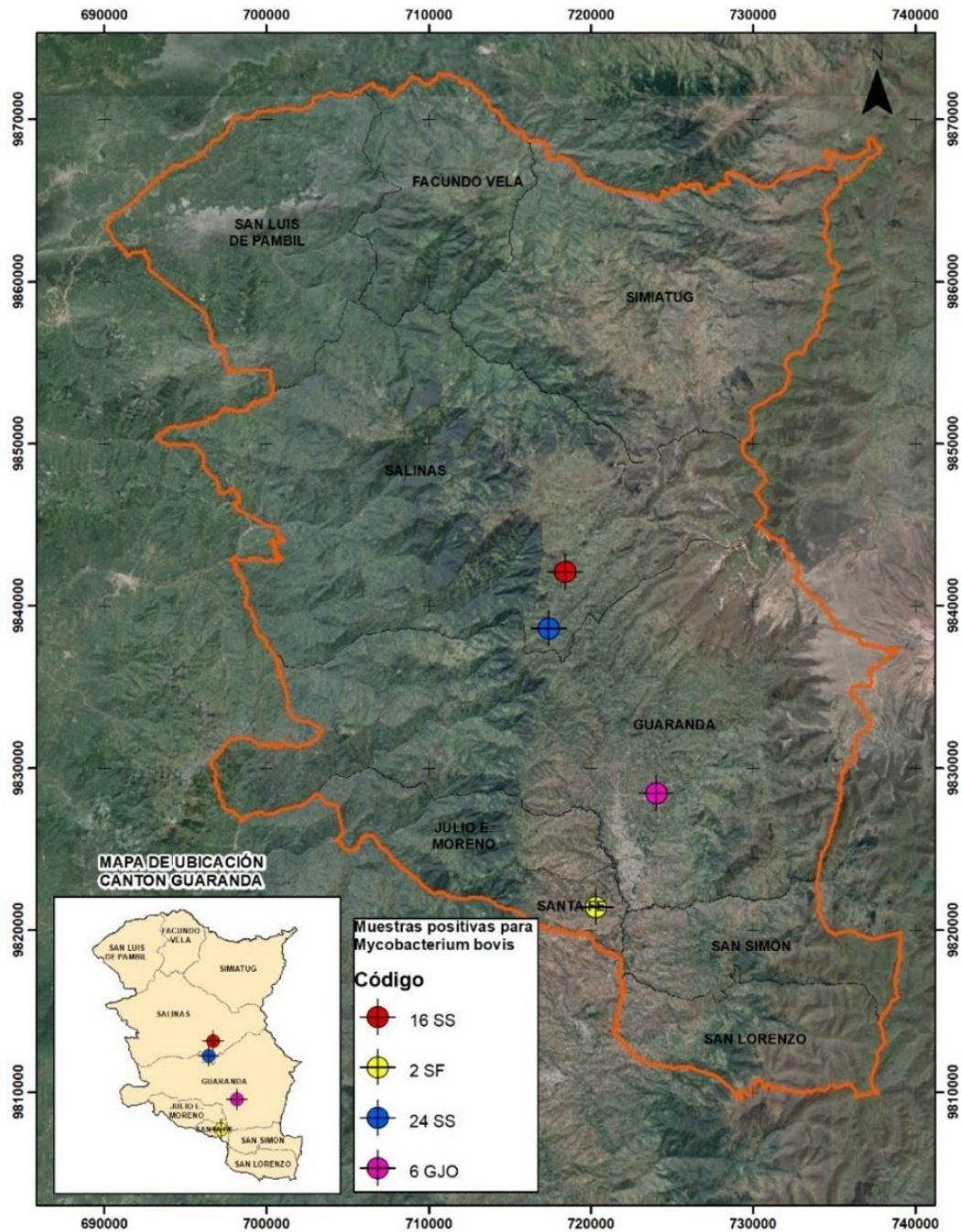
códigos 16 SS, 24 SS, 02 SF y 06 GJO. El Salinas 1, Guanujo 1, Santa Fe 1 y Guaranda 2 son los casos de bovinos positivos a este germen que luego se va a presentar a la opción de infectar al hato ganadero. La dispersión espacial indica que el agente está en el territorio y no como un brote. Los resultados de la serología ELISA para anticuerpos en *Mycobacterium bovis*, muestra que 4 son seropositivos cuyo valor referente del fabricante del kit establece que sea ($\geq 40\%$). Se evidencian variaciones en la respuesta inmune en que los títulos de anticuerpos se encuentran entre 43.04-94.25%. El animal en estudio más anticuerpos 16 ss, 94,25%.

Los fabricantes más comunes son el 24 SS con un 83.81 %, el 02 SF con 65.19 % y el 06 GJO con 43.04 %. la mayoría fue mestizo y jersey. A la edad de 4 a 7 años; referida a que la serorreactividad se presenta más frecuente en animales adultos. Distribuido en las parroquias Guanujo, Salinas y Santa Fé, lo que denota que el agente se encuentra disperso en el cantón.

La variación en los títulos observados se refiere a diferencias en el grado de exposición o en el estado inmunológico de los animales, y un valor de títulos mayores puede asociarse a infecciones más avanzadas o a una mayor estimulación antigénica. La proximidad de uno de los valores positivos al corte (43.04%) de la infección reciente o de la respuesta inmune incipiente coincidió con el desarrollo progresivo de la tuberculosis bovina. Los valores más elevados indican que existe una respuesta inmune más agregada, típica de infecciones crónicas.

Figura 4

Identificación espacial de los casos positivos para Mycobacterium bovis.



La figura 4 muestra la distribución espacial de las muestras positivas para Mycobacterium bovis en el cantón Guaranda, para que conozca en que parte del área se localizan las muestras que llegan a ser positivas. El mapa de localización que se muestra en la figura tiene una base satelital que muestra los límites del cantón

Guaranda, además de las parroquias que lo conforman, lo que permite una mejor interpretación epidemiológica de los resultados del ELISA de seroprevalencia de *Mycobacterium bovis*.

De las 195 muestras en total analizadas, 191 fueron resultados seronegativos (97,95%), mientras que 4 animales obtuvieron resultados seropositivos (2,05%), al superar el valor de corte establecido para reactividad, lo que significa que son todas las muestras del tipo que estuvo presente.

Tabla 6

Seroprevalencia de resultados obtenidos mediante ELISA.

Resultado	n	%
Seronegativos (<40%)	191	97,95%
Seropositivos (>40%)	4	2,05%
Total	195	100%

El resultado es mayor que el de Hossain et al. (2023) en Bangladesh, cuya prevalencia de seropositivos fue del 7,5 % a nivel individual y del 38,2 % a nivel de manada, inferimos una mayor exposición y transmisión del patógeno en sistemas de producción más intensificados.

Estas pruebas son consistentes con lo mencionado por Palmer (2020) quien dijo que la infección por *Mycobacterium bovis* asociada a la tuberculosis bovina; se trata de una enfermedad de evolución lenta y por lo general los animales pueden permanecer clínicamente normales durante un largo periodo de tiempo, y la condición corporal normal no sufre alteración visible. Michelet et al. (2023) señaló que, al igual que en los bovinos, entre los caprinos también ocurre la infección por *Mycobacterium bovis*, de forma subclínica entre las manadas, que se pasa por alto durante la evaluación física.

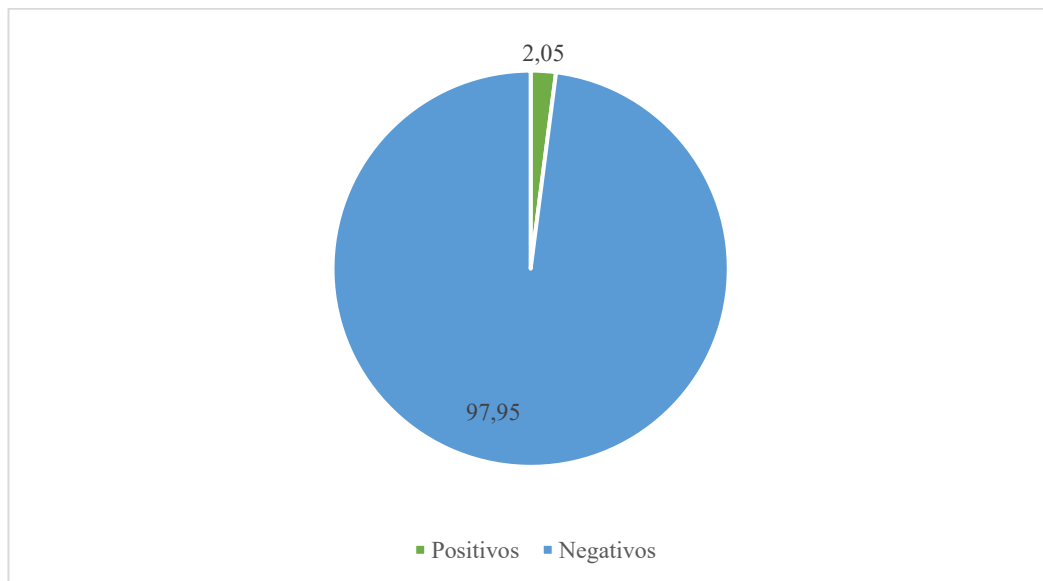
Además, Palmer y Waters (2020) indicaron que la respuesta del huésped contra la infección podría ser capaz de controlar dicha infección por un período más largo, y los animales pueden mantener parámetros productivos y corporales normales. Por

tanto, la naturaleza epidemiológica de la enfermedad explica que la condición del cuerpo no es un indicador que permita prever la ocurrencia de la enfermedad en el campo. El diferencial de nuestro estudio podría deberse a factores epidemiológicos como la densidad de los animales, bioseguridad, movimiento y gestión de animales.

Sin embargo, ambos estudios coinciden que la positividad puede encontrarse en poblaciones aparentemente sanas, incorporándola como un elemento complementario hacia la vigilancia epizootiológica y control de la tuberculosis bovina a nivel serológico. Puedes notar que la mayoría de los animales analizados correspondió a los resultados negativos, es decir, 97.95 % (n= 191) y 2.05 % (n= 4) presentó reactividad positiva al antígeno probado. el grafico muestra la diferencia significativa en las categorías en el ganado muestreado.

Figura 5

Seroprevalencia para Mycobacterium bovis.



Según Costa et al. (2021) lograron una prevalencia del 3,81%, cifra que es ligeramente superior a la del presente trabajo. La similitud en los valores puede que se dé en los estudios epidemiológicos donde el agente circula a niveles bajos, pero ha sido confirmado serológicamente. Según autores, cuando a nivel bajo persistencia de casos positivos en zona. Esto es posible ya que controles limitan transmisión zoonosis, pero no eliminación.

De acuerdo con este estudio, la baja proporción de reactores positivos sugiere que no han estado expuestos de forma intensa, pero sí lo han hecho el tiempo suficiente para evidenciar animales con respuesta inmunológica detectable frente a la micobacteria. En el análisis serológico en general, se observó una seroprevalencia de 2,05 % en la población bovina estudiada, algo que se observará con el apoyo de las cuatro muestras que dieron positivo al punto de corte que se observan en la Tabla 3 y Figura 1. La distribución global de los resultados se resume (Tabla 4), donde se observa que la mayor parte de los animales se mostró seronegativa.

Tabla 7

Resultados individuales positivos detectados por ELISA para Mycobacterium bovis.

Código	Muestra	ELISA
INV530	SS16	94,2
INV536	SS24	83,81
INV553	SFE02	65,19
INV595	GJO06	43,04

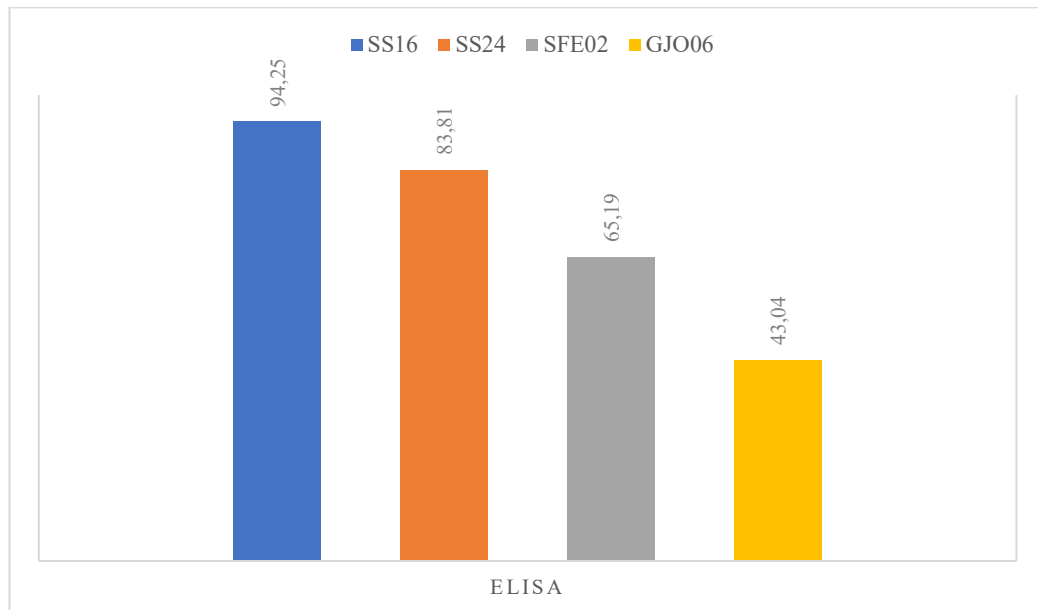
Nota. Valor ≥ 40 (positivo)

Los resultados obtenidos en el ensayo de INV530 (SS16), INV536(SS24) e INV553(SFE02) variaron entre el 43,04% y el 94,25%, y el primero presenta el porcentaje más alto. Indica que tiene un valor un poco más alto que el de su límite. Estos registros se muestran en detalle (Tabla 3).

Como podemos ver, sólo cuatro (4) muestras excedió su punto de corte para ELISA ($\geq 40\%$) lo que confirmará que son un pequeño número de animales con el anticuerpo contra Mycobacterium bovis. Sin embargo, los autores apuntan que la verdadera prevalencia podría ser aún menor, debido a la moderada sensibilidad de la técnica serológica que indica que, igual que en nuestro caso, el poco número de positivos no quiere decir que el agente esté ausente, sino que comparte baja circulación o respuesta serológica de variable, en especial en casos subclínicos o de infección primaria.

Figura 6

Muestras detectadas por ELISA para Mycobacterium bovis.



La figura muestra cuatro registros que superaron el umbral establecido. Las barras horizontales permiten observar comparativamente el grado de Reactividad de las distintas muestras detectadas.

Dichos resultados han sido reportados por los científicos Faysal et al. (2025). En un estudio realizado en ganado de Bangladesh estos investigadores encontraron anticuerpos mediante el método ELISA en el 10,6 % de los animales de la muestra con diferencias entre regiones y entre animales. Esto puede indicar que la respuesta serológica puede ser heterogénea en base a un individuo dependiente de cómo expuesto y la inmunidad estado, sin embargo, los valores a los que está expuesta nuestra población presentan una positividad mucho menor. por lo que se puede aseverar que o el patógeno se encuentra circulando en formas de brote o pueden diferenciarse en manejo, densidad animal o condiciones sanitarias.

Identificación molecular de *Mycobacterium bovis*.

De las 4 muestras de animales que son evaluadas como seropositivas con la prueba serológica ELISA, después del muestreo inicial muestra SFE02, SS24 Y SS16, se destinan a sacrificio. Como segundo paso se aísla la muestra del animal y se lleva

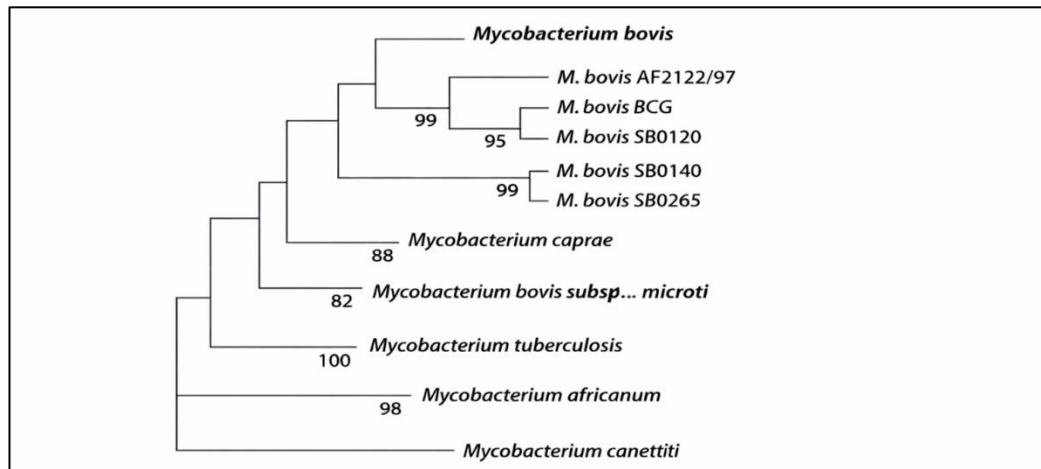
al laboratorio, donde se lleva a cabo la extracción de ADN, la prueba PCR y por medio de la plataforma Illumina se realiza la secuenciación del gen 16s. Los primers aplicados fueron 341F (5'-CCTACGGGNGGCWGCAG-3') y 805R (5'-GACTACHVGGGTATCTAATCC-3') que amplifican la región de variabilidad V3-V4 del gen ribosomal.

Arboles filogenéticos

Se utilizó el programa BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) para encontrar las similitudes entre especies de mi bacteria y las especies del mismo género (*Mycobacterium*). En el programa MEGA se realizó el alineamiento múltiple de secuencias. Esto sirve para llevar a cabo el uso del algoritmo, Clustal que proporciona este software. El objetivo principal de la aplicación de este algoritmo es el alineamiento de secuencias en posiciones homólogas, con el fin de localizar nucleótidos diferentes entre las secuencias. Desde el gen 16S rRNA se obtuvieron secuencias bacterianas para utilizar en la construcción de mi árbol con materiales propios. La forma en la que el árbol filogenético fue hecho, fue por el método Neighbor-Joining o NJ para abreviar. Se utilizan distancias genéticas para ayudar a las filogenias cualquier método filogenético. En total 31 fragmentos fueron sometidos a cálculo de distancias, mediante el modelo o sustitución de nucleótidos, con el que se obtienen estimaciones filogenéticas.

Figura 7

Árbol filogenético de *Mycobacterium bovis*



Un estudio similar a este fue realizado por Ramos-Morales (2017) quien reporta que la enfermedad presenta prevalencias bajas los hatos en la provincia de El Oro, demostrado que puede estar presente pero no necesariamente brotando. De igual manera, Acosta Benavides (2020) estableció una baja prevalencia en la provincia de Carchi, señalando que la presencia del agente puede asociarse a las condiciones de manejo, bioseguridad y sanidad del sistema productivo.

Por el contrario, en las ganaderías de lechería y de bovinos de rastro, la presencia de la tuberculosis bovina es del bajo, pero esto no quiere decir que no haya riesgo. El agente puede estar presente de manera silenciosa dentro de los rebaños. Dicha situación es concordante con lo que se encontró en la presente investigación, puesto que una baja seroprevalencia sí descarta la presencia de animales portadores subclínicos que ayudan a diseminar la enfermedad.

COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.

Se detectó la presencia serológica de *Mycobacterium bovis*, que evidencia el contacto del microorganismo con el animal, mediante la huella que dejó al formarse antisueros, pero no se pudo caracterizar molecularmente.

CONCLUSIONES.

Se determinó una seroprevalencia de *Mycobacterium bovis* en bovinos del cantón Guaranda mediante prueba por ELISA competitiva, mostrando una frecuencia de seropositividad que se incrementa en animales adultos, lo que corrobora el carácter crónico de la tuberculosis bovina, donde los individuos infectados permanecen por largos períodos en estado subclínico.

No fue posible la identificación molecular de *Mycobacterium Bovis*, porque en primera instancia tres de los cuatro animales seropositivos fueron sacrificados, se obtuvo la muestra del restante sin embargo la tardanza en la entrega de los resultados mostró la pérdida de la muestra, sin poder tomar una nueva muestra por la venta del último animal sero positivo lo que impidió la confirmación molecular.

No fue posible diseñar árboles filogenéticos de *Mycobacterium Bovis* a partir de la muestra de estudio, sin embargo, se utilizó con fines demostrativos el uso de árboles filogenéticos basados en cepas previamente reportadas permitiendo graficar la relación genética del agente.

La tuberculosis bovina se encuentra presente en el cantón Guaranda determinada por la prevalencia serológica, que representa un posible riesgo sanitario a la producción ganadera, así como a la salud pública.

RECOMENDACIONES.

- Recomendamos la elaboración de programas educativos dirigidos a productores de ganado que aseguren un adecuado entendimiento de la enfermedad; debe quedar claro que se trata de una patología crónica y que un animal puede tenerla toda su vida. Esto sirve para identificar a los animales con signos clínicos subclínicos y la importancia de llevarlos al veterinario periódicamente. Del mismo modo, recomendamos poner mayor énfasis en la gestión del hato y la identificación de los animales adultos, ya que son el mayor riesgo epidemiológico.

-Se recomiendan charlas técnicas enfocadas a reforzar el conocimiento sobre la importancia de un diagnóstico a tiempo y como consecuencia a fomentar una correcta toma de muestreo; Lo anterior además a fomentar el uso de técnicas combinadas (serológicas y moleculares) y la asociación con laboratorios de especialidad. Estas medidas permitirán una detección oportuna y facilitarán la confirmación de la enfermedad en campo.

- Adoptar medidas para evitar el contacto entre el ganado y los animales silvestres, principalmente los ciervos, ya que pueden ser reservorios de la bacteria. Esto se puede conseguir mediante la utilización de vallas, el control del pastoreo y la regulación del acceso a los puntos de agua comunes.

- Ante la presencia de la enfermedad se sugiere, aunque en bajos niveles, poner en marcha campañas de concienciación comunitaria en las Parroquias del cantón Guaranda; con énfasis en las medidas de bioseguridad, el manejo sanitario del ganado, control de la entrada de animales y consumo de productos de origen animal (en especial de la leche que debe estar pasteurizada).

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Benavides, J. E. (2020). Prevalencia de tuberculosis bovina (TBB) y factores de riesgo asociados en la provincia del Carchi [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Estatal del Carchi].
- Acosta, J. E., Palacios, K. M., Ibarra, M. E., & López, E. N. (2022). Prevalencia de tuberculosis bovina (TBB) (*Mycobacterium spp.*) y factores de riesgo asociados en la provincia del Carchi. *Sathiri*, 17(2), 118-130. <https://doi.org/10.32645/13906925.1134>
- Agbalaya, M. A., Ishola, O. O., Adesokan, H. K., & Fawole, O. I. (2020). Prevalence of bovine tuberculosis in slaughtered cattle and factors associated with risk of disease transmission among cattle handlers at Oko-Oba Abattoir, Lagos, Nigeria. *Veterinary World*, 13(8), 1725-1731. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.1725-1731>
- Allen, A. R., Skuce, R. A., & Byrne, A. W. (2020). Bovine tuberculosis in Britain and Ireland – A perfect storm? The confluence of potential ecological and epidemiological impediments to controlling a chronic infectious disease. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00559>
- Antonino, C., Pelone, F., Battisti, S., Gamberale, F., & Colafrancesco, R. (2021). The socio-economic costs of bovine tuberculosis. *World Organisation for Animal Health Bulletin*. <http://dx.doi.org/10.20506/bull.2019.1.2916>
- Ayele, B., Palmer, M. V., & Godfray, C. (2020). Zoonotic tuberculosis: Global implications and local interventions. *Emerging Infectious Diseases*, 26(2), 231-236. <https://doi.org/10.3201/eid2602.131690>
- Bernal-Romero, A., Contreras-Guzmán, G., Ramírez-Villaescusa, A., & Pérez-Hernández, M. (2020). Prevalencia de tuberculosis bovina y factores de riesgo en ganado lechero en zonas endémicas. *Journal of Veterinary Science*, 23(1), 54-61. <https://doi.org/10.1016/j.jvsc.2020.09.003>.
- Bhattarai, D., Basnet, S., & Shrestha, A. (2021). Microbial community profiling in cattle using 16S rRNA sequencing for bovine microbial characterization. *Journal of*

Veterinary Microbiology & Genomics, 12(3), 45–56.
<https://doi.org/10.3390/diagnostics10100816>

BMC Microbiology. (2021). Tracing cross species transmission of *Mycobacterium bovis* at the wildlife/livestock interface in South Africa. BMC Microbiology.
<https://bmcmicrobiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12866-020-01956-2>

Broughan, J. M., Downs, S. H., Crawshaw, T. R., Upton, P. A., Brewer, J., & Clifton-Hadley, R. S. (2020). *Mycobacterium bovis* infection in domestic pigs in Great Britain: Risk factors and infection locations in comparison with cattle and badgers. Transboundary and Emerging Diseases, 67(5), 2139-2153.
<https://doi.org/10.1111/tbed.13663>

Buddle, B. M., Vordermeier, H. M., Chambers, M. A., & De Klerk-Lorist, L. M. (2018). Efficacy and safety of BCG vaccine for control of tuberculosis in domestic livestock and wildlife. Frontiers in Veterinary Science.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00259>

Byrne, A. W., Barrett, D., Breslin, P., Madden, J. M., O'Keeffe, J., & Ryan, E. (2021). Future risk of bovine tuberculosis (*Mycobacterium bovis*) breakdown in cattle herds 2013–2018: A dominance analysis approach. *Microorganisms*, 9(5), 1004.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms9051004>

Caminiti, A., La Torre, G., & Pelone, F. (2020). Control and eradication of tuberculosis in cattle: A systematic review of economic evidence. *Veterinary Record*.
<https://doi.org/10.1136/vr.103616>

Casais, R., Iglesias, N., Sevilla, I. A., Garrido, J. M., Balseiro, A., Dominguez, M., & Juste, R. A. (2024). Non-specific effects of inactivated *Mycobacterium bovis* oral and parenteral treatment in a rabbit scabies model. *Veterinary Research*, 55(41).
<https://doi.org/10.1186/s13567-024-01293-y>

CDC. (2021). About Bovine Tuberculosis in Humans. CDC.
<https://www.cdc.gov/tb/topic/bovinetb/default.htm>

- Collins, Á. B., Floyd, S., Gordon, S. V., & More, S. J. (2022). Prevalence of *Mycobacterium bovis* in milk on dairy cattle farms: An international systematic literature review and meta-analysis. *Tuberculosis*, *132*, 102166. <https://doi.org/10.1016/j.tube.2022.102166>
- Cushicóndor-Collaguazo, D. M., Coello-Peralta, R. D., Ortega, E., & Rodriguez Burnham, E. X. (2023). Prevalencia de Tuberculosis Bovina (TBB) mediante inspección post-mortem y cultivo bacteriológico en el matadero municipal del cantón Mejía (Pichincha-Ecuador). *Edwards Deming Higher Technological Institute*, *2*(1), 76-92. <https://doi.org/10.37959/revista.v1i16.233>
- de Macedo, C. R., Santana, G. O., Ranzani, O. T., & Waldman, E. A. (2022). One Health and surveillance of zoonotic tuberculosis in selected low-income, middle-income and high-income countries: A systematic review. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, *16*(6), e0010428. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010428>
- Dibaba, A. B., Kriek, N. P., & Thoen, C. O. (2019). *Tuberculosis in animals: An African perspective*. Springer.
- Dudek, K., & Szacawa, E. (2020). *Mycobacterium bovis* Infections: Occurrence, Pathogenesis, Diagnosis and Control, Including Prevention and Therapy. *Pathogens*, *9*(12), 994. <https://doi.org/10.3390/pathogens9120994>
- Dudek, K., Nicholas, R. A. J., Szacawa, E., & Bednarek, D. (2020). *Mycobacterium bovis* infections—Occurrence, diagnosis and control. *Pathogens*, *9*(8), 640. <https://doi.org/10.3390/pathogens9080640>
- Duffy, S. C., Srinivasan, S., Schilling, M. A., Stuber, T., Danchuk, S. N., Michael, J. S., et al. (2020). Reconsidering *Mycobacterium bovis* as a proxy for zoonotic tuberculosis: A molecular epidemiological surveillance study. *The Lancet Microbe*, *1*(2), e66–e73. [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30011-7](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30011-7)
- Ejo, M., Haile, B., Tariku, T., Nigatu, S., Kebede, E., Bitew, A. B., Demessie, Y., Getaneh, G., Alebie, A., Girma, M., Ota, F., & Nuru, A. (2021). Bacteriological and molecular characterization of *Mycobacterium bovis* isolates from tuberculous lesions

collected among slaughtered cattle, Northwest Ethiopia. *BMC Microbiology*, 21(1), 286. <https://doi.org/10.1186/s12866-021-02349-1>

El Achkar, S., Demanche, C., Osman, M., Rafei, R., Ismail, M. B., Gaudin, C., et al. (2020). *Zoonotic tuberculosis in humans assessed by next-generation sequencing: An 18-month nationwide study in Lebanon*. *European Respiratory Journal*, 55(1), 1900513. <https://doi.org/10.1183/13993003.00513-2019>

Etter, E., Donado, P., Jori, F., Caron, A., Goutard, F., & Roger, F. (2020). Risk analysis and bovine tuberculosis, a re-emerging zoonosis. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1081, 61-73. <https://doi.org/10.1196/annals.1373.006>

European Journal of Wildlife Research. (2020). Environmental determinants of *Mycobacterium bovis* infection in cattle and badgers. Springer. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10344-016-1033-x>

Faysal, M. A., Chowdhury, M. S. R., Tanni, F. Y., Hossain, H., Brishty, K. A., Uddin, M. B., Rahman, M. M., Rahman, M. M., & Hossain, M. M. (2025). Sero-prevalence and molecular detection of *Mycobacterium bovis* in cattle at Sylhet Division of Bangladesh. *Veterinary Medicine and Science*, 11, e70531. <https://doi.org/10.1002/vms3.70531>

Garrido-Haro, A., Barrionuevo-Samaniego, M., Moreno-Caballeros, P., Burbano-Enriquez, A., Sánchez-Vázquez, M. J., Pompei, J., Humblet, M.-F., Ron-Román, J., & Saegerman, C. (2023). Seroprevalence and Risk Factors Related to Bovine Brucellosis in Continental Ecuador. *Pathogens*, 12(1134). <https://doi.org/10.3390/pathogens12091134>

Gates, M. C., & Vaughan, A. (2020). El impacto de la fauna salvaje en la transmisión de tuberculosis bovina. *BMC Veterinary Research*, 16(34), 234-240. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-0234-9>.

Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda. (2024). *La Ciudad*. <https://www.guaranda.gob.ec/newsiteCMT/la-ciudad/>

- Gormley, E., Ní Bhuachalla, D., & Barrett, D. (2021). Epidemiology of bovine tuberculosis in Ireland and current options for control. *Veterinary Journal*, 269, 105-115. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2021.105605>
- Guedes, I. B., Bottene, I. F. N., Monteiro, L. A. R. C. M., Leal Filho, J. M., Heinemann, M. B., Amaku, M., Grisi-Filho, J. H. H., Dias, R. A., Ferreira, F., Telles, E. O., Salvador, V. G. P., & Ferreira Neto, J. S. (2016). Prevalence and risk factors for bovine tuberculosis in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(5), 3579-3588. <https://doi.org/10.5433/>
- Guimaraes, A. M. S., & Zimpel, C. K. (2020). *Mycobacterium bovis*: From Genotyping to Genome Sequencing. *Microorganisms*, 8(5), 667. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8050667>
- Hossain, M. B., Sayeed, M. A., Al Faruk, M. S., Khan, M. M., Rumi, M. A., & Hoque, M. A. (2023). Sero-epidemiology of bovine tuberculosis in dairy cattle in Chattogram, Bangladesh. *Turkish Journal of Veterinary Research*, 7(2), 75–84. <https://doi.org/10.47748/tjvr.1173670>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2023). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2022. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Ioan, P., Popescu, C. A., Stef, L., & Corcionivoschi, N. (2022). Farm biosecurity measures and interventions with an impact on bacterial biofilms. *Agriculture*, 12(8), 1251. <https://doi.org/10.3390/agriculture12081251>
- Jones, G., & Wood, J. L. (2020). The future of bovine tuberculosis control in Great Britain: Vaccination and other tools. *Journal of Veterinary Medicine*, 45(2), 234-245.
- Kelly, D. J., Mullen, E., & Good, M. (2020). *Bovine tuberculosis: The emergence of a new wildlife maintenance host in Ireland*. *Frontiers in Veterinary Science*. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.632525>

- Kwaghe, A. V., Ameh, J. A., Kudi, C. A., Ambali, A. G., Kehinde Adesokan, H., Akinseye, V. O., Adelokun, O. D., Usman, J. G., & Cadmus, S. I. (2023). Prevalence and molecular characterization of *Mycobacterium tuberculosis* complex in cattle and humans, Maiduguri, Borno state, Nigeria: A cross-sectional study. *BMC Microbiology*, 23(1), 7. <https://doi.org/10.1186/s12866-022-02710-y>
- León, I., Lituma, N., & Veintimilla, G. (2022). Estudio situacional de la actividad ganadera en la parroquia Ayapamba, Cantón Atahualpa. *Revista científica Sociedad & Tecnología*, 5(52), 443-457.
- acosta Sánchez, C. J. (2020). Prevalencia de tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*) utilizando la prueba de tuberculina en el cantón Pichincha. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Lopes, B. C., dos Reis, E. M., de Bitencourt, F. B. R., et al. (2020). A molecular strategy to optimize bovine tuberculosis post-mortem diagnosis and the exposure to *Mycobacterium tuberculosis* variant *bovis*. *Molecular Biology Reports*, 47(9), 7291–7296. <https://doi.org/10.1007/s11033-020-05718-7>
- Lorente-Leal, V., Liandris, E., Castellanos, E., Bezos, J., Domínguez, L., & Romero, B. (2019). Validation of a real-time PCR for the detection of *Mycobacterium tuberculosis* complex members in bovine tissue samples. *Frontiers in Veterinary Science*, 6, 61. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00061>
- Malone, K., & Gordon, S. V. (2022). Exploring virulence in *Mycobacterium bovis*: Clues from comparative genomics. *Irish Veterinary Journal*, 75(2), 60-66. <https://doi.org/10.1186/s13620-020-00173-7>
- Masapanta Quilumba, D. A. (2024). *Incidencia de tuberculosis bovina (Mycobacterium bovis) en ganadería doble propósito de la parroquia Isla de Bejucal del cantón Baba*. Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Meiring, C., Van Helden, P. D., & Goosen, W. J. (2018). TB control in humans and animals in South Africa: A perspective on problems and successes. *Frontiers in Veterinary Science*. doi: 10.3389/fvets.2018.00298

- Michel, A. L., Bengis, R. G., & Müller, B. (2021). Bovine tuberculosis in Africa: wildlife reservoirs and control strategies. *Epidemiology and Infection*, 149, e123. <https://doi.org/10.1017/S0950268821001234>
- Michelet, L., de Cruz, K., Hénault, S., Tambosco, J., Richomme, C., & Boschioli, M. L. (2023). Mycobacterium bovis infection in cattle and wildlife: Epidemiology and control measures. *Veterinary Research*, 54(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s13567-023-01145-9>
- Milian-Suazo, F., González-Ruiz, S., Contreras-Magallanes, Y. G., Sosa-Gallegos, S. L., Bárcenas-Reyes, I., Cantó-Alarcón, G. J., & Rodríguez-Hernández, E. (2022). Vaccination strategies in a potential use of the vaccine against bovine tuberculosis in infected herds. *Animals*, 12(23), 3377. <https://doi.org/10.3390/ani12233377>
- Moens, C., Filée, P., Boes, A., Alie, C., Dufrasne, F., André, E., Marché, S., & Fretin, D. (2023). Identification of new *Mycobacterium bovis* antigens and development of a multiplexed serological bead-immunoassay for the diagnosis of bovine tuberculosis in cattle. *PLOS ONE*, 18(10), e0292590. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292590>
- Muhamad Rizal, N. S., Neoh, H. M., Ramli, R., Periyasamy, P. R., Hanafiah, A., Abdul Samat, M. N., Tan, T. L., Wong, K. K., Nathan, S., Chieng, S., Saw, S. H., & Khor, B. Y. (2020). Advantages and limitations of 16S rRNA next-generation sequencing for pathogen identification in diagnostic microbiology laboratories: Perspectives from a middle-income country. *Diagnostics*, 10(10), 816. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10100816>
- Murai, K., Tizzani, P., Awada, L., Mur, L., & Mapitse, N. J. (2021). *Bovine tuberculosis: Global distribution and implementation of prevention and control measures*. WOA Bulletin. <http://dx.doi.org/10.20506/bull.2019.1.2912>
- Musiliu, A. G., & Olayinka, O. O. (2020). Prevalence of bovine tuberculosis in breeding bulls in Nigeria. *PLOS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0131591>

- Musoke, J., & Michel, A. L. (2021). Spillover of *Mycobacterium bovis* from wildlife to livestock: A review of transmission dynamics. *Emerging Infectious Diseases*, 27(3), 448-451. <https://doi.org/10.3201/eid2703.131690>
- Nakamura-Lopez, Y., Valencia-Carmona, O. D., Martinez-Cruz, P. M., Palma-Nicolas, J. P., Gonzalez-y-Merchand, J. A., Rivera-Gutierrez, S., & Muñiz-Salazar, R. (2020). Genetic diversity and drug resistance of *Mycobacterium tuberculosis* complex isolates and nontuberculous mycobacteria identification from presumptive tuberculosis cases in Oaxaca, Mexico. *American Journal of Infectious Diseases*, 16(1), 7-19. <https://doi.org/10.3844/ajidsp.2020.7.19>
- Nugent, G., & Buddle, B. M. (2020). Wildlife tuberculosis: its impact on animal health and the role of surveillance. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 189. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00189>
- OIE. (2021). Bovine tuberculosis at the interface of cattle, wildlife, and humans. *Veterinary Research*. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.03.011>
- O'Neil, B. D., & Pharo, H. J. (2021). The control of bovine tuberculosis in New Zealand: Risk assessment and management strategies. *New Zealand Veterinary Journal*, 43(7), 249-259. <https://doi.org/10.1080/00480169.2021.111109>
- Ortega, J., Infantes-Lorenzo, J. A., Bezos, J., Roy, Á., de Juan, L., Romero, B., Moreno, I., Gómez-Buendía, A., Agulló-Ros, I., Domínguez, L., & Domínguez, M. (2021). Evaluation of P22 ELISA for the detection of *Mycobacterium bovis*-specific antibody in the oral fluid of goats. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 674636. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.674636>
- Pal, M., Berhanu, G., Feyisa, D., Mideksa, B., & Kandi, V. (2021). Bovine tuberculosis: A review of molecular diagnostic methods and impact on public health. *American Journal of Microbiological Research*, 9(1), 1-8. <https://doi.org/10.12691/ajmr-9-1-1>

- Palmer, M. V. (2020). *Mycobacterium bovis*: Characteristics of wildlife reservoir hosts. *Transboundary and Emerging Diseases*, 67(Suppl. 1), 27–40. <https://doi.org/10.1111/tbed.13415>
- Palmer, M. V., & Waters, W. R. (2020). Bovine tuberculosis and wildlife reservoirs in the United States: strategies for control. *Journal of Veterinary Medicine*, 58(2), 234–245. <https://doi.org/10.1016/j.jvetmed.2020.01.123>
- Pérez, H., Arango, M. J., Villagrán, G., Ortiz, D., Chela, L., & Fernández, L. (2021). Determinación biogeográfica (zonas de vida) en la provincia de Pichincha. *Ecuadorian Science Journal*, 5(3), 239-261. <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.158>
- Pet, I., & Stef, L. (2020). Dairy farms biosecurity to protect against infectious diseases and antibiotics overuse. *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.93147>
- PLOS Computational Biology. (2020). A new phylodynamic model of *Mycobacterium bovis* transmission in a multi-host system. *PLOS Computational Biology*. <https://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1007801>
- PLOS Computational Biology. (2020). Impact of temperature and soil type on *Mycobacterium bovis* survival in the environment. *PLOS Computational Biology*. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1007801>
- Rahman, M. A., Pharo, H., & O'Neil, B. D. (2021). Bovine tuberculosis prevalence and risk factors in selected districts of Bangladesh. *PLOS ONE*, 16(6), e0249367. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249367>
- Ramos Morales, N. E. (2017). Determinación de prevalencia de tuberculosis bovina a nivel de hatos ganaderos en la parte baja de la provincia de El Oro [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Machala].

- Rhodes, S., Casal, C., & Álvarez, J. (2021). The anamnestic boosting effect of the skin test on antibody responses in cattle infected with *Mycobacterium bovis*. TBHub. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00843>
- Román-Cárdenas, F., & Chávez-Valdivieso, R. (2017). Prospección de tuberculosis en ganaderías lecheras y en bovinos faenados del cantón Loja. Centro de Biotecnología, Universidad Nacional de Loja.
- Salto Cabezas, E. A. (2020). Incidencia de la tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*) mediante la prueba intradérmica caudal (tuberculina) en el cantón El Empalme [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo].
- Samad, M. A., Rahman, A., & Islam, M. A. (2016). Seroprevalence and risk factors associated with bovine tuberculosis in cattle in Eastern Bhutan. PLOS Neglected Tropical Diseases, 10(5), e0004562. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004562>
- Sichewo, P. R., Hlokwé, T. M., Etter, E. M., & Michel, A. L. (2020). Tracing cross species transmission of *Mycobacterium bovis* at the wildlife/livestock interface in South Africa. BMC Microbiology, 20(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s12866-020-01736->
- Srinivasan, S., Conlan, A. J. K., Easterling, L. A., Herrera, C., Dandapat, P., Veerasami, M., Ameni, G., Jindal, N., Dhinkar Raj, G., Wood, J., Juleff, N., Bakker, D., Vordermeier, M., & Kapur, V. (2021). A meta-analysis of the effect of Bacillus Calmette-Guérin vaccination against bovine tuberculosis: Is perfect the enemy of good? Frontiers in Veterinary Science, 8, 637580. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.637580>
- Stanley, S., Liu, Q., & Fortune, S. M. (2022). *Mycobacterium tuberculosis* functional genetic diversity, altered drug sensitivity, and precision medicine. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 12, Article 1007958. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2022.1007958>
- Stokstad, M., Klem, T. B., Myrmel, M., Oma, V. S., Toftaker, I., Østerås, O., & Nødtvedt, A. (2020). Using biosecurity measures to combat respiratory disease in cattle: The Norwegian control program for bovine respiratory syncytial virus and bovine

coronavirus. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 167.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00167>

Sutton, D., & Vordermeier, M. (2021). A scoping review on bovine tuberculosis highlights the need for novel data streams and analytical approaches. *Veterinary Research*.
<https://doi.org/10.1186/s13567-021-00982-5>

Taye, H., Alemu, K., Mihret, A., Wood, J. L. N., Shkedy, Z., Berg, S., & Aseffa, A. (2021). Global prevalence of *Mycobacterium bovis* infections among human tuberculosis cases: WOA. (2020). Bovine tuberculosis: Diagnostic methods and control programs. World Organisation for Animal Health. <https://www.woah.org/bovine-tuberculosis>

TB Hub. (2021). Practical guidance on biosecurity - Bovine TB. TB Hub.
<https://tbhub.co.uk/biosecurity>

Timsit, E., McMullen, C., Amat, S., & Alexander, T. W. (2020). Respiratory bacterial microbiota in cattle: From development to modulation to enhance respiratory health. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*.

Torgerson, P. R., & Torgerson, D. J. (2021). Economic impact of bovine tuberculosis in livestock: Global perspectives. *Trends in Microbiology*.
<https://doi.org/10.1016/j.tim.2020.11.002>

Tsegaye, W., Aseffa, A., Mamo, G., Ameni, G., & Medhin, G. (2021). Factors affecting bovine tuberculosis occurrence in cattle farms in Ethiopia. *Veterinary Medicine and Science*, 7(2), 370-380. <https://doi.org/10.1002/vms3.374>

Veldhuis, A., Aalberts, M., Penterman, P., & van Schaik, G. (2023). Bayesian diagnostic test evaluation and true prevalence estimation of *Mycobacterium bovis* in dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 216, 105946.
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2023.105946>

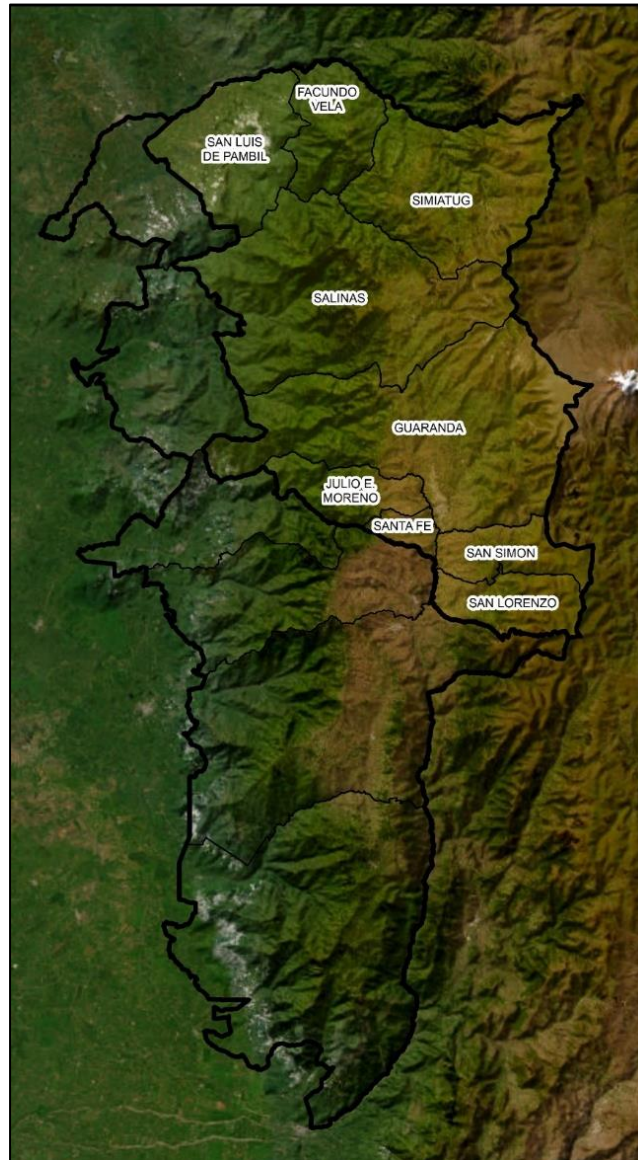
Vordermeier, M., & Chambers, M. A. (2020). Potential benefits of cattle vaccination as a supplementary control for bovine tuberculosis. *PLOS Computational Biology*.
<https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1004038>

- Wangmo, K., Gurung, R. B., Choden, T., Letho, S., Pokhrel, N., Lungten, L., et al. (2024). Seroprevalence and risk factors associated with bovine tuberculosis in cattle in Eastern Bhutan. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 18(5), e0012223. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012223>
- Waters, W. R., Palmer, M. V., & Thacker, T. C. (2020). Bovine tuberculosis in domestic animals and wildlife: Risks to human health and control strategies. *Transboundary and Emerging Diseases*, 67(5), 1987-1999. <https://doi.org/10.1111/tbed.13548>
- WHO, FAO, & OIE. (2021). Zoonotic tuberculosis roadmap: Tackling human and animal health together. World Health Organization.
- Woah, Bulletin. (2020). Challenges to the control of *Mycobacterium bovis* in livestock and wildlife. *Irish Veterinary Journal*. <https://doi.org/10.1186/s13620-020-00173-7>
- World Organization for Animal Health (WOAH). (2021). Global Distribution and Evolution of *Mycobacterium bovis* Lineages. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.580513>
- Zimpel, C. K., Patané, J. S. L., Guedes, A. C. P., & Fritsche, A. (2020). Evaluación de factores de riesgo en la transmisión de *Mycobacterium bovis* en ganado bovino. *Veterinary Research*, 12(3), 315-322. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00843>.

ANEXOS

Anexo 1

Mapa de ubicación de la investigación



Mapa generado con ArcGis.


Anexo 2

Croquis del ensayo

Parroquia	Vacas en edad reproductiva	Proporción respecto a la población (%)	Proporción (%)	Nro. de muestras por parroquias
Ángel Polibio Chávez	37	0.14	0.27	1
Gabriel Ignacio Veintimilla	1990	7.55	14.73	15
Guanujo	9336	35.46	69.15	69
Facundo Vela	273	1.03	2.02	2
Julio Moreno	195	0.74	1.44	1
Salinas	6461	24.54	47.85	48
San Lorenzo	909	3.45	6.73	7
San Luis de Pambil	2027	7.6	15.01	15
San Simón	1247	4.73	9.23	9
Santa Fe	346	1.31	2.56	2
Simiátug	3506	13.31	25.96	26
Total	26327	100	194.98	195

Anexo 3

Encuesta para recolección de datos

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR		
MEDICINA VETERINARIA		
Tema de tesis: Caracterización molecular de <i>Mycobacterium bovis</i> en ganadería bovina del cantón Guaranda.		
Autores: Axel Eduardo Jara Chiriboga, Yurico Anabel Carlosama Toro		
Información del Propietario		
Nombre del propietario		
Edad		
Sexo		
Información de la Finca		
Nombre de la finca		
Ubicación de la finca		
Sector de la finca		
Parroquia de la finca		
Información del Animal		
Identificación del animal		
Edad del animal		
Sexo del animal		
Raza del animal		
C.C del animal		
Condiciones de Manejo		
Tipo de alimentación		
Frecuencia de alimentación		
Tipo de estabulación		
Uso de agua		
Condiciones Sanitarias		
Control veterinario	Sí ()	No ()
Vacunación	Sí ()	No ()
Desparasitación	Sí ()	No ()
Contacto con otras especies		
Presencia de fauna silvestre	Sí ()	No ()
Contacto con otras fincas	Sí ()	No ()
Historia de Enfermedades		
Historial de tuberculosis	Sí ()	No ()
Mortalidad	Sí ()	No ()

Anexo 4 *Datos de los animales del estudio*

Nro. De Predios	N°	Código	Identificación	Raza	CC 1.5/5	Edad	Parroquia	Sector	Coordenadas
Predio 1	1	1 APC	Colorada Amarilla	Mestiza	3.5	7 años	Ángel Polibio Chávez	Merced Alta	-1.603709, -79.006544
Predio 2	2	1 SIV	Esperanza	Mestiza	3	4 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.558491, -78.989671
	3	2 SIV	Morena	Mestiza	3	5 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.558491, -78.989672
	4	3 SIV	Mercedes	Jersey	3	5 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.558491, -78.989673
Predio 3	5	4 SIV	Sin Cachos	Mestiza	2.75	9 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.558137, -78.986817
	6	5 SIV	Cachona	Brown Swiss	3.25	11 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.558137, -78.986818
	7	6 SIV	Cacho Quebrado	Brown Swiss	2.75	4 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.558137, -78.986819
	8	7 SIV	Cachos Rectos	Brown Swiss	3	6 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.558137, -78.986820
Predio 4	9	8 SIV	Crema	Brown Swiss	3	7 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.560872, -78.987718
	10	9 SIV	Pintada	Holstein	3	5 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.560872, -78.987719
	11	10 SIV	Mulata Oscura	Brown Swiss	2.75	6 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.560872, -78.987720
Predio 5	12	11 SIV	Crema Cachona	Brown Swiss	3.25	6 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.564261, -78.989778
	13	12 SIV	Crema Oscura	Brown Swiss	3	9 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.564261, -78.989779
	14	13 SIV	Café oscuro	Mestiza	2.75	11 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.564261, -78.989780

	15	14 SIV	Colorada Grande	Mestiza	3	8 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.564261, -78.989781
	16	15 SIV	Mulata	Mestiza	3	7 años	Gabriel Ignacio Veintimilla	Chalata Alto	-1.564261, -78.989782
Predio 6	17	1 GJO	Colorada	Mestiza	2.75	4 años	Guanujo	Chaquishca	-1.542157, -78.991729
	18	2 GJO	Cristal	Holstein	3	5 años	Guanujo	Chaquishca	-1.542157, -78.991730
	19	3 GJO	Teresa	Holstein	3	7 años	Guanujo	Chaquishca	-1.542157, -78.991731
Predio 7	20	4 GJO	Cachudita	Brown Swiss	2.75	7 años	Guanujo	Las Cochas	-1.551026, -78.986107
	21	5 GJO	Cachona	Brown Swiss	2.75	6 años	Guanujo	Las Cochas	-1.551026, -78.986108
	22	6 GJO	Fortuna	Jersey	2.75	7 años	Guanujo	Las Cochas	-1.551026, -78.986109
	23	7 GJO	Negra	Mestiza	2.75	9 años	Guanujo	Las Cochas	-1.551026, -78.986110
	24	8 GJO	Negra Mocha	Mestiza	2.75	8 años	Guanujo	Las Cochas	-1.551026, -78.986111
Predio 8	25	9 GJO	Browns Swiss Oscura	Brown Swiss	3	11 años	Guanujo	Las Cochas	-1.553557, -78.985410
	26	10 GJO	Julia	Brown Swiss	3	8 años	Guanujo	Las Cochas	-1.553557, -78.985411
	27	11 GJO	Naranja Mulata	Jersey	3	9 años	Guanujo	Las Cochas	-1.553557, -78.985412
Predio 9	28	12 GJO	Cachos Pequeños	Mestiza	2.75	6 años	Guanujo	Las Cochas	-1.543315, -78.975292
	29	13 GJO	Negra coja	Mestiza	2.5	7 años	Guanujo	Las Cochas	-1.543315, -78.975293
	30	14 GJO	Browns Swiss	Brown Swiss	3	5 años	Guanujo	Las Cochas	-1.543315, -78.975294

	31	15 GJO	Pequeña	Brown Swiss	3	5 años	Guanaju	Las Cochas	-1.543315, - 78.975295
Predio 10	32	16 GJO	Flaca sin cacho	Brown Swiss	2.75	3 años	Guanaju	Las Cochas	-1.547230, - 78.975303
	33	17 GJO	Mocha	Mestiza	3	3 años y medio	Guanaju	Las Cochas	-1.547230, - 78.975304
	34	18 GJO	Negra Cachona	Mestiza	3	4 años	Guanaju	Las Cochas	-1.547230, - 78.975305
	35	19 GJO	Cacho Pequeño	Mestiza	2.75	4 años	Guanaju	Las Cochas	-1.547230, - 78.975306
	36	20 GJO	Viejita	Mestiza	2.75	9 años	Guanaju	Las Cochas	-1.547230, - 78.975307
	37	21 GJO	Negra Grande	Mestiza	2.75	7 años	Guanaju	Las Cochas	-1.547230, - 78.975308
Predio 11	38	22 GJO	Colorada	Brown Swiss	2.75	3 años	Guanaju	Las Cochas	-1.551680, - 78.977556
	39	23 GJO	Pinta Flaca	Holstein	2.75	4 años	Guanaju	Las Cochas	-1.551680, - 78.977557
	40	24 GJO	La Negrita	Mestiza	2.75	6 años	Guanaju	Las Cochas	-1.551680, - 78.977558
	41	25 GJO	La Viejita	Brown Swiss	3	6 años	Guanaju	Las Cochas	-1.551680, - 78.977559
	42	26 GJO	Cara Blanca	Brown Swiss	3	4 años	Guanaju	Las Cochas	-1.551680, - 78.977560
	43	27 GJO	Frente Blanca	Brown Swiss	2.75	5 años	Guanaju	Las Cochas	-1.551680, - 78.977561
	44	28 GJO	Pintada Cacho Roto	Holstein	2.75	6 años	Guanaju	Las Cochas	-1.551680, - 78.977562
	45	29 GJO	Pintada Gorda	Holstein	2.75	4 años	Guanaju	Las Cochas	-1.551680, - 78.977563
	46	30 GJO	Nagra Pequeña	Mestiza	2.5	4 años	Guanaju	Las Cochas	-1.551680, - 78.977564

	47	31 GJO	Cachona	Brown Swiss	3	5 años	Guanaju	Las Coch	-1.551680, - 78.977565
Predio 12	48	32 GJO	Manzanilla	Mestiza	3	7 años	Guanaju	Las Coch	-1.555852, - 78.978490
Predio 13	49	33 GJO	Negrita Cachona	Mestiza	2.5	4 años	Guanaju	Las Coch	-1.551958, - 78.975622
	50	34 GJO	Mocha	Brown Swiss	3	4 años	Guanaju	Las Coch	-1.551958, - 78.975623
Predio 14	51	35 GJO	Mocha Colorada	Mestiza	2.75	6 años	Guanaju	Paltabamba	-1.581383, - 78.977956
	52	36 GJO	Lomo Colorado	Jersey	2.75	8 años	Guanaju	Paltabamba	-1.581383, - 78.977957
	53	37 GJO	Pintada Mochita	Mestiza	2.75	6 años	Guanaju	Paltabamba	-1.581383, - 78.977958
	54	38 GJO	Pintada	Mestiza	3	6 años	Guanaju	Paltabamba	-1.581383, - 78.977959
	55	39 GJO	Amarilla	Jersey	2.75	4 años	Guanaju	Paltabamba	-1.581383, - 78.977960
	56	40 GJO	Atigrada	Jersey	2.75	5 años	Guanaju	Paltabamba	-1.581383, - 78.977961
Predio 15	57	41 GJO	Mulata Mocha	Mestiza	2.75	7 años	Guanaju	Paltabamba	-1.582585, - 78.974952
	58	42 GJO	Colorada	Mestiza	3	7 años	Guanaju	Paltabamba	-1.582585, - 78.974953
Predio 16	59	43 GJO	Camila Amarilla	Jersey	3	4 años	Guanaju	Paltabamba	-1.583185, - 78.982334
	60	44 GJO	Carmen	Ayrshire	3.25	4 años	Guanaju	Paltabamba	-1.583185, - 78.982335
	61	45 GJO	Carmita	Ayrshire	3.25	8 años	Guanaju	Paltabamba	-1.583185, - 78.982336
	62	46 GJO	Coneja	Jersey	3	5 años	Guanaju	Paltabamba	-1.583185, - 78.982337

	63	47 GJO	Coneja Cachona	Jersey	3	5 años	Guanujo	Paltabamba	-1.583185, - 78.982338
	64	48 GJO	Juliana 020	Jersey	2.75	5 años	Guanujo	Paltabamba	-1.583185, - 78.982339
	65	49 GJO	Juliana 012	Jersey	3	6 años	Guanujo	Paltabamba	-1.583185, - 78.982340
	66	50 GJO	Juliana 013	Jersey	3	6 años	Guanujo	Paltabamba	-1.583185, - 78.982341
Predios 17	67	51 GJO	Morita	Holstein	3	4 años	Guanujo	Sixipamba	-1.525058, - 79.011016
Predio 18	68	52 GJO	Negra cachona	Mestiza	2.75	5 años	Guanujo	Atandahua	-1.554281, - 79.037641
	69	53 GJO	Amarilla Cachona	Mestiza	2.75	4 años	Guanujo	Atandahua	-1.554281, - 79.037642
Predio 19	70	54 GJO	Mulata Lola	Mestiza	2.75	4 años	Guanujo	Atandahua	-1.555686, - 79.042609
	71	55 GJO	Maria Pintada	Holstein	3	10 años	Guanujo	Cachico	-1.555686, - 79.042610
Predio 20	72	56 GJO	Martina	Mestiza	2.5	4 años	Guanujo	Bramadero chico	-1.546081, - 79.053638
	73	57 GJO	Fortuna	Mestiza	3	4 años	Guanujo	Bramadero chico	-1.546081, - 79.053638
Predio 21	74	58 GJO	Rosa	Mestiza	3	6 años	Guanujo	Bramadero chico	-1.546081, - 79.053638
Predio 22	75	59 GJO	Flor de Aba	Holstein	2.5	7 años	Guanujo	Quilitahua	-1.551701, - 79.053767
Predio 23	76	60 GJO	Gringa	Brown Swiss	2.75	4 años	Guanujo	Yatapamba	-1.543164, - 79.054947
	77	61 GJO	Cachosa Pinta	Mestiza	2.75	10 años	Guanujo	Yatapamba	-1.543164, - 79.054948
	78	62 GJO	Negrita	Mestiza	2.5	5 años	Guanujo	Yatapamba	-1.543164, - 79.054949

	79	63 GJO	Ambateña	Mestiza	2.75	9 años	Guanaju	Yatapamba	-1.543164, - 79.054950
Predio 24	80	64 GJO	Negra Mocha	Mestiza	2.75	5 años	Guanaju	Bellavista	-1.527463, - 78.974069
	81	65 GJO	Anita	Brown Swiss	2.75	3 años	Guanaju	Bellavista	-1.527463, - 78.974070
	82	66 GJO	Bonita	Mestiza	2.75	9 años	Guanaju	Bellavista	-1.527463, - 78.974071
	83	67 GJO	Fortunita	Mestiza	2.5	4 años	Guanaju	Bellavista	-1.527463, - 78.974072
	84	68 GJO	Cacho cortado	Mestiza	2.75	8 años	Guanaju	Bellavista	-1.527463, - 78.974073
	85	69 GJO	Fosforito	Mestiza	2.75	4 años	Guanaju	Bellavista	-1.527463, - 78.974074
Predio 25	86	1 FV	Normandita	Mestiza	3	4 años	Facundo Vela	La Unión	-1.204427, - 79.059386
	87	2 FV	Negrita Lola	Brown Swiss	3	11 años	Facundo Vela	La Unión	-1.204427, - 79.059387
Predio 26	88	1 JM	Carishina	Brown Swiss	3	3 años	Julio Moreno	Hoaripata el Espino	-1.582366, - 79.030658
Predio 27	89	1 SS	Negra Mocha	Mestiza	2.75	5 años	Salinas	Apahua	-1.463450, - 79.040498
	90	2 SS	Fernanda	Mestiza	3	5 años	Salinas	Apahua	-1.463450, - 79.040499
	91	3 SS	Motonga	Mestiza	3	9 años	Salinas	Apahua	-1.463450, - 79.040500
Predio 28	92	4 SS	Princesa	Mestiza	3	5 años	Salinas	Apahua	-1.463450, - 79.040501
	93	5 SS	Blanca	Mestiza	3.5	11 años	Salinas	Apahua	-1.463890, - 79.039070
Predio 29	94	6 SS	Yulissa	Mestiza	3	6 años	Salinas	Apahua	-1.463890, - 79.039071

Predio 30	95	7 SS	Blanquita	Holstein	3	11 años	Salinas	Apahua	-1.463987, - 79.031036
Predio 31	96	8 SS	Olguita	Mestiza	2.5	7 años	Salinas	Apahua	-1.461724, - 79.028177
	97	9 SS	Esperanza	Brown Swiss	3	8 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.434552, - 79.036283
	98	10 SS	Martina	Brown Swiss	3	7 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.434552, - 79.036284
	99	11 SS	Tigre	Brown Swiss	3	9 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.434552, - 79.036285
Predio 32	100	12 SS	Cotaleña	Mestiza	2.75	9 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.427580, - 79.036964
	101	13 SS	Barrosita	Mestiza	2.75	7 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.427580, - 79.036965
Predio 33	102	14 SS	María A 012	Holstein	3.5	4 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.437191, - 79.041257
Predio 34	103	15 SS	Blanquita	Mestiza	2.5	5 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.427580, - 79.036964
	104	16 SS	Panchita	Mestiza	2.5	4 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.427580, - 79.036965
Predio 35	105	17 SS	Negra Primeriza	Mestiza	3	3 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.429766, - 79.030168
	106	18 SS	Guarandeña	Mestiza	3	6 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.429766, - 79.030169
Predio 36	107	19 SS	Martita	Holstein	3	6 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.433386, - 79.033752
Predio 37	108	20 SS	María Ángeles 04	Jersey	3	5 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.437191, - 79.041257
	109	21 SS	María Ángeles 21	Jersey	3	4 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.437191, - 79.041258
	110	22 SS	María Ángeles 15	Holstein	3	6 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.437191, - 79.041259

	11 1	23 SS	María Ángeles 33	Jersey	3.5	3 años	Salinas	Mercedes de Pumin	-1.437191, - 79.041260
Predio 38	11 2	24 SS	Dominga	Mestiza	2.5	6 años	Salinas	Apahua	-1.459111, - 79.046026
	11 3	25 SS	Flaquita	Mestiza	2.75	7 años	Salinas	Apahua	-1.459111, - 79.046026
	11 4	26 SS	Mocha	Mestiza	2.75	5 años	Salinas	Apahua	-1.459111, - 79.046026
Predio 39	11 5	27 SS	Negra	Mestiza	2.75	5 años	Salinas	El Estadio	-1.409795, - 79.028087
Predio 40	11 6	28 SS	Paridita	Mestiza	2.75	6 años	Salinas	El Estadio	-1.409795, - 79.028087
Predio 41	11 7	29 SS	Martha	Jersey	3	4 años	Salinas	Plancha	-1.417831, - 79.035560
	11 8	30 SS	Rosita	Mestiza	2.5	5 años	Salinas	Plancha	-1.417831, - 79.035561
	11 9	31 SS	María	Ayrshire	2.5	6 años	Salinas	Plancha	-1.417831, - 79.035562
	12 0	32 SS	Blanca	Ayrshire	2.75	7 años	Salinas	Plancha	-1.417831, - 79.035563
Predio 42	12 1	33 SS	Colorada Cachona	Brown Swiss	2.75	9 años	Salinas	Plancha	-1.426004, - 79.037641
	12 2	34 SS	Guarandehita	Mestiza	2.75	9 años	Salinas	Plancha	-1.426004, - 79.037642
	12 3	35 SS	Martita	Mestiza	2.75	10 años	Salinas	Plancha	-1.426004, - 79.037643
	12 4	36 SS	Mocha pequeña	Mestiza	3	8 años	Salinas	Plancha	-1.426004, - 79.037644
Predio 43	12 5	37 SS	Mocha Barrosa	Brown Swiss	3	6 años	Salinas	Las Minas	-1.404304, - 79.037185
	12 6	38 SS	Mocha Mulata	Brown Swiss	3	7 años	Salinas	Las Minas	-1.404304, - 79.037186

	12 7	39 SS	Blanca	Mestiza	3	7 años	Salinas	Las Minas	-1.404304, - 79.037187
Predio 44	12 8	40 SS	Brava	Brown Swiss	3	7 años	Salinas	El Estadio	-1.405151, - 79.026349
	12 9	41 SS	Blancanieves	Brown Swiss	2.75	5 años	Salinas	El Estadio	-1.405151, - 79.026350
	13 0	42 SS	Mocha Blanca	Brown Swiss	2.75	4 años	Salinas	El Estadio	-1.405151, - 79.026351
	13 1	43 SS	Chiquita	Mestiza	3	6 años	Salinas	El Estadio	-1.405151, - 79.026352
Predio 45	13 2	44 SS	Bebé	Brown Swiss	3	9 años	Salinas	Pumin	-1.445264, - 79.043129
	13 3	45 SS	Colorada	Mestiza	3	3 años	Salinas	Pumin	-1.445264, - 79.043130
Predio 46	13 4	46 SS	Mocha	Mestiza	2.75	3 años	Salinas	San Carlos	-1.431485, - 79.019360
	13 5	47 SS	Linda	Brown Swiss	2.75	4 años	Salinas	San Carlos	-1.431485, - 79.019361
	13 6	48 SS	Esperanza	Brown Swiss	2.75	4 años	Salinas	San Carlos	-1.431485, - 79.019362
Predio 47	13 7	1 SL	Careta	Mestiza	3	5 años	San Lorenzo	Censo Naguan	-1.680994, - 78.979920
	13 8	2 SL	Negra	Mestiza	3	8 años	San Lorenzo	Censo Naguan	-1.680994, - 78.979921
	13 9	3 SL	Pintasa	Holstein	3	10 años	San Lorenzo	Censo Naguan	-1.680994, - 78.979922
Predio 48	14 0	4 SL	Aba	Holstein	3	8 años	San Lorenzo	Hundushi	-1.667836, - 78.992136
	14 1	5 SL	Colorada	Mestiza	3	8 años	San Lorenzo	Hundushi	-1.667836, - 78.992137
	14 2	6 SL	Mulata	Mestiza	3	7 años	San Lorenzo	Hundushi	-1.667836, - 78.992138

	14 3	7 SL	Loquita	Mestiza	2.5	4 años	San Lorenzo	Hundushi	-1.667836, - 78.992139
Predio 49	14 4	1 SLD	Negra	Mestiza	2.75	11 años	San Luis de Pambil	Guagraurco	-1.226872, - 79.246082
	14 5	2 SLD	Pequeñita	Mestiza	2.75	5 años	San Luis de Pambil	Guagraurco	-1.226872, - 79.246083
	14 6	3 SLD	Fajada	Mestiza	2.5	9 años	San Luis de Pambil	Guagraurco	-1.226872, - 79.246084
	14 7	4 SLD	Negra Cachona	Mestiza	2.5	10 años	San Luis de Pambil	Guagraurco	-1.226872, - 79.246084
Predio 50	14 8	5 SLD	Pintadita	Mestiza	2.5	4 años	San Luis de Pambil	Tabanal	-1.226658, - 79.271531
	14 9	6 SLD	Pintada Grande	Mestiza	2.75	4 años	San Luis de Pambil	Tabanal	-1.226658, - 79.271532
	15 0	7 SLD	Pintada pequeña	Mestiza	2.75	5 años	San Luis de Pambil	Tabanal	-1.226658, - 79.271531
Predio 51	15 1	8 SLD	Negra Brown Swiss	Mestiza	3.5	7 años	San Luis de Pambil	Río Verde	-1.215481, - 79.248485
	15 2	9 SLD	Charo Amarilla	Mestiza	3.5	7 años	San Luis de Pambil	Río Verde	-1.215481, - 79.248486
	15 3	10 SLD	Pony Girolando	Mestiza	2.75	4 años	San Luis de Pambil	Río Verde	-1.215481, - 79.248487
	15 4	11 SLD	Pony Negra	Mestiza	3	7 años	San Luis de Pambil	Río Verde	-1.215481, - 79.248488
Predio 52	15 5	12 SLD	Brown Swiss	Brown Swiss	3	8 años	San Luis de Pambil	Río Verde	-1.219728, - 79.252691
	15 6	13 SLD	Loca	Brown Swiss	3	7 años	San Luis de Pambil	Río Verde	-1.219728, - 79.252692
	15 7	14 SLD	Roja	Mestiza	3	6 años	San Luis de Pambil	Río Verde	-1.219728, - 79.252693
Predio 53	15 8	15 SLD	Colorada	Mestiza	2.75	3 años	San Luis de Pambil	Río Verde	-1.219728, - 79.252694

Predio 54	15 9	1	Cachorra	Mestiza	3.5	9 años	San Simón	Tandaguan	-1.651804, - 78.975239
Predio 55	16 0	2	Benita	Mestiza	3	3 años	San Simón	Shacundo	-1.647214, - 78.974220
Predio 56	16 1	3	Bragadita	Mestiza	2.5	9 años	San Simón	Tandaguan	-1.652608, - 78.966259
	16 2	4	Chispidita	Mestiza	2.5	9 años	San Simón	Tandaguan	-1.652608, - 78.966260
Predio 57	16 3	5	Pinta Café	Mestiza	2.75	10 años	San Simón	Tandaguan	-1.653702, - 78.959543
	16 4	6	Frontina Blanca	Mestiza	3	9 años	San Simón	Tandaguan	-1.653702, - 78.959544
	16 5	7	Florcita	Mestiza	2.5	3 años	San Simón	Tandaguan	-1.653702, - 78.959545
	16 6	8	Rosita	Mestiza	2.5	8 años	San Simón	Tandaguan	-1.653702, - 78.959546
	16 7	9	Luchita	Mestiza	2.5	6 años	San Simón	Tandaguan	-1.653702, - 78.959547
Predio 58	16 8	1 SF	Rafica	Holstein	2.75	6 años	Santa Fe	Moranshuaco	-1.614683, - 79.019835
	16 9	2 SF	Pazmiña	Mestiza	3	7 años	Santa Fe	Moranshuaco	-1.614683, - 79.019836
Predio 59	17 0	1 STG	Maigua	Mestiza	2.75	6 años	Simiatug	Huantuquiaco	-1.278079, - 78.956000
	17 1	2 STG	Bachita	Mestiza	2.75	3 años	Simiatug	Huantuquiaco	-1.278079, - 78.956001
	17 2	3 STG	Hechera	Mestiza	2.75	4 años	Simiatug	Huantuquiaco	-1.278079, - 78.956002
Predio 60	17 3	4 STG	Cachuda	Brown Swiss	2.75	8 años	Simiatug	Surupamba	-1.285242, - 78.955250
Predio 61	17 4	5 STG	Negra	Mestiza	2.5	4 años	Simiatug	Surupamba	-1.285188, - 78.955250

	17 5	6 STG	Mulata	Brown Swiss	3	7 años	Simiatug	Surupamba	-1.285188, - 78.955251
	17 6	7 STG	Amarilla	Mestiza	2.75	5 años	Simiatug	Surupamba	-1.285188, - 78.955252
Predio 62	17 7	8 STG	Marta Julia	Mestiza	2.5	8 años	Simiatug	Pimbalo	-1.277827, - 78.938255
Predio 63	17 8	9 STG	Losera/Amarilla	Mestiza	2.75	5 años	Simiatug	Pimbalo	-1.278631, - 78.933084
	17 9	10 STG	Morocho	Mestiza	2.75	7 años	Simiatug	Pimbalo	-1.278631, - 78.933085
Predio 64	18 0	11 STG	Ambateña	Mestiza	2.75	5 años	Simiatug	Pimbalo	-1.280036, - 78.938834
Predio 65	18 1	12 STG	Negra	Mestiza	2.75	6 años	Simiatug	Pimbalo	-1.275553, - 78.940390
Predio 66	18 2	13 STG	Morgana	Mestiza	3	3 años	Simiatug	Pimbalo	-1.273504, - 78.936045
Predio 67	18 3	14 STG	Mulata	Mestiza	2.75	4 años	Simiatug	Pimbalo	-1.272013, - 78.939918
Predio 68	18 4	15 STG	Pintada	Mestiza	2.75	3 años	Simiatug	Pimbalo	-1.275960, - 78.931517
	18 5	16 STG	Negra	Mestiza	3	4 años	Simiatug	Pimbalo	-1.275960, - 78.931518
Predio 69	18 6	17 STG	Mulata	Mestiza	2.5	5 años	Simiatug	Pimbalo	-1.278931, - 78.932161
	18 7	18 STG	Negra	Mestiza	2.5	5 años	Simiatug	Pimbalo	-1.278931, - 78.932162
	18 8	19 STG	Maracha	Mestiza	2.5	4 años	Simiatug	Pimbalo	-1.278931, - 78.932163
Predio 70	18 9	20 STG	Morocho	Mestiza	2.75	4 años	Simiatug	Pimbalo	-1.280444, - 78.940508
	19 0	21 STG	Negra Muca	Mestiza	2.75	6 años	Simiatug	Pimbalo	-1.280444, - 78.940509

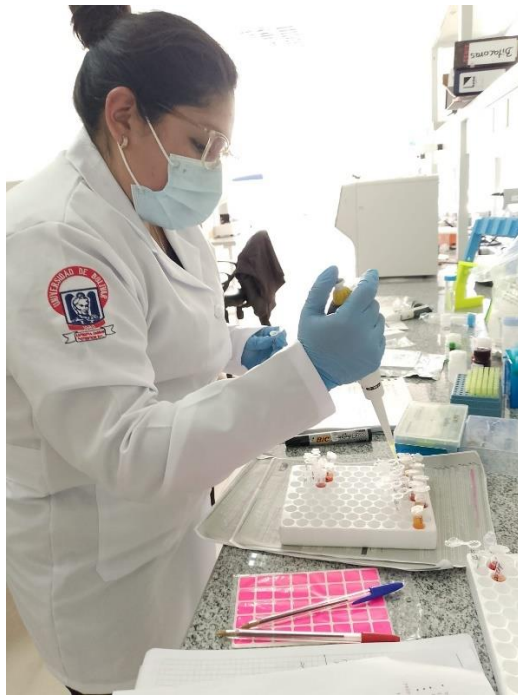
	19 1	22 STG	Ambateñita	Mestiza	3	6 años	Simiatug	Pimbalo	-1.280444, - 78.940510
Predio 71	19 2	23 STG	Lola	Mestiza	3	3 años	Simiatug	Pimbalo	-1.278642, - 78.939971
	19 3	24 STG	Morita	Mestiza	2.5	3 años	Simiatug	Pimbalo	-1.278642, - 78.939972
	19 4	25 STG	Cachona Negra	Mestiza	2.75	9 años	Simiatug	Pimbalo	-1.278642, - 78.939973
	19 5	26 STG	Pinta	Mestiza	2.75	9 años	Simiatug	Pimbalo	-1.278642, - 78.939974

Anexo 5

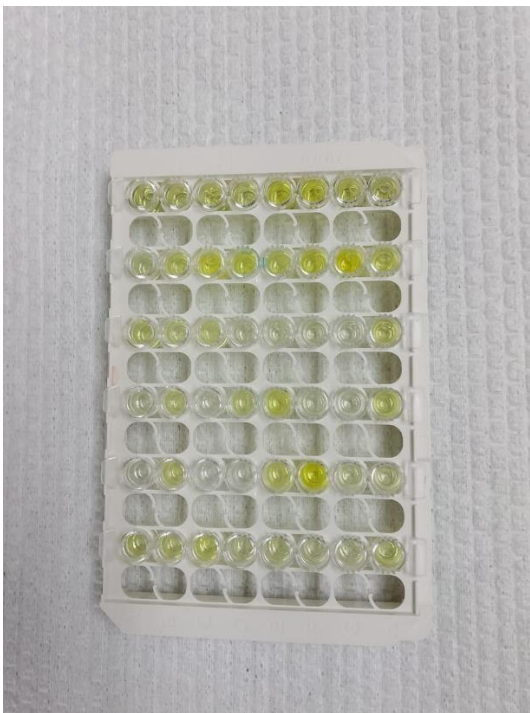
Fotos de proyecto



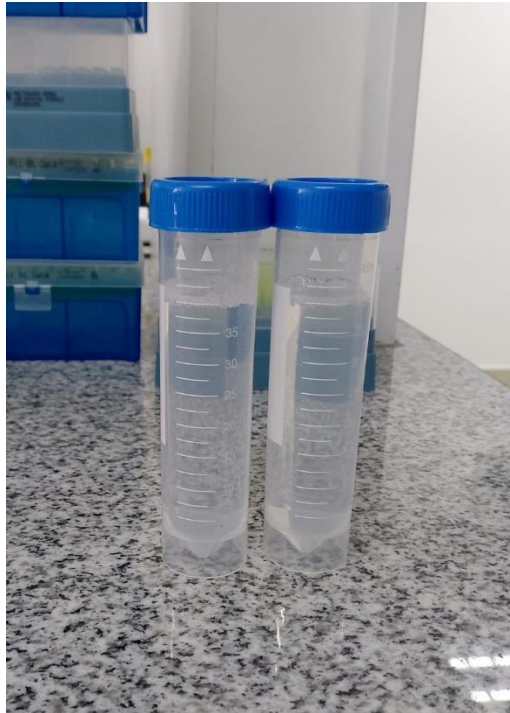
Tipificación de las muestras



Extracción de ADN



Muestreo en micro Eppendorf



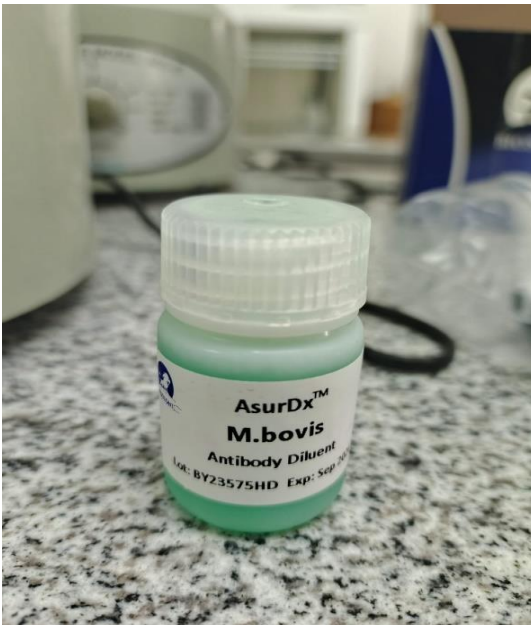
Reactivos



Muestreo en bovinos del canton guaranda



Técnica ano-caudal




Eluyente de anticuerpos de M. bovis



Visita de campo


Anexo 6

Base de datos


 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	Código	197
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Página	1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N.º 244-2025

Descripción de la muestra	
Solicitantes	Axel Jara Chiriboga - Yurico Carlosama Toro
Muestras	Suero de vovinos
Código asignado UEB	INV 401 HASTA INV 595
Estado de la muestra	Líquido
Envase de recepción	Tubos Ependorf
Análisis requerido(s)	Anti cuerpos Mycobacterium bovis ELISA
Fecha de recepción	07-07-2025
Fecha de análisis	07/07/2025 hasta 25/07/2025
Fecha de informe	22-08-2025
Técnico asignado	DCSQ

 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	Código	197
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Página	1 de 1


INV511	GJO55	30,12
INV512	GJO56	8,60
INV513	GJO57	8,39
INV514	GJO58	32,91
INV515	GJO59	8,86
INV516	GJO60	32,33
INV517	GJO61	29,11
INV518	GJO62	19,04
INV519	GJO63	21,62
INV520	SS04	10,76
INV521	SS05	14,66
INV522	SS06	9,39
INV523	SS17	4,38
INV524	SS08	5,22
INV525	SS09	12,97
INV526	SS10	13,77
INV527	SS11	18,04
INV528	SS12	14,03
INV529	SS14	3,53
INV530	SS16	94,25
INV531	SS18	10,07
INV532	SS19	26,53

 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	Código	197
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Página	1 de 1


INFORME DE ENSAYOS N.º 244-2025

Descripción de la muestra	
Solicitantes	Axel Jara Chiriboga - Yurico Carlosama Toro
Muestras	Suero de bovinos
Código asignado UEB	INV 401 HASTA INV 595
Estado de la muestra	Líquido
Envase de recepción	Tubos Ependorf
Análisis requerido(s)	Anti cuerpos Mycobacterium bovis ELISA
Fecha de recepción	07-07-2025
Fecha de análisis	07/07/2025 hasta 25/07/2025
Fecha de informe	22-08-2025
Técnico asignado	DCSQ


Código de muestra	Nombre	Resultado	Unidad	Valores de referencia
INV401	GJO01	10,18	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV402	GJO02	2,69	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV403	GJO03	10,65	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV404	GJO07	11,23	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV405	GJO08	2,69	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV406	GJO09	16,67	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV407	GJO10	2,69	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV408	GJO11	7,54	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV409	STG16	12,24	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV410	SIV13	7,07	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV411	SIV12	6,91	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV412	SIP15	8,65	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV413	SS03	5,75	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV414	SS04	21,57	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV415	17	1,90	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV416	18	7,07	%	Negativo < 40 Positivo >40

 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador			Código 197
				Versión 1
	INFORME DE RESULTADOS			Año 2025
				Página 1 de 1


INV417	19	16,40	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV418	20	31,12	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV419	21	14,93	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV420	FV14	17,83	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV421	SS06	18,41	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV422	SS02	11,66	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV423	SS05	6,22	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV424	SIV 7	18,20	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV425	SIV03	30,75	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV426	SIV04	31,22	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV427	SIV10	23,95	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV428	SIV11	13,24	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV429	SIV12	16,19	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV430	SIV13	17,41	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV431	SS01	28,64	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV432	SS02	15,35	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV433	SS03	12,34	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV434	SS04	18,78	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV435	SS05	13,61	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV436	SS06	18,78	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV437	SS07	12,24	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV438	SIV2	12,13	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV439	SIV1	10,81	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV440	SIV3	9,23	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV441	SIV4	1,58	%	Negativo < 40

 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador		Código 197
			Versión 1
	INFORME DE RESULTADOS		Año 2025
			Página 1 de 1


				Positivo >40
INV442	SIV5	4,38	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV443	SIV6	4,54	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV444	SL01	33,76	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV445	SL02	11,02	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV446	AL03	14,50	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV447	01	9,12	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV448	02	4,59	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV449	03	0,26	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV450	04	9,02	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV451	05	9,12	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV452	06	18,93	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV453	07	23,95	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV454	08	16,09	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV455	09	34,18	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV456	010	6,38	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV457	011	18,30	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV458	012	18,99	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV459	SS10	12,76	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV460	GJO04	6,07	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV461	GJO05	3,85	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV462	GJO06	1,53	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV463	GJO07	22,94	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV464	GJO08	14,29	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV465	GJO09	6,22	%	Negativo < 40 Positivo >40

 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador		Código 197
			Versión 1
	INFORME DE RESULTADOS		Año 2025
			Página 1 de 1


INV466	GJO10	25,63	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV467	GJO11	8,23	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV468	GJO15	12,39	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV469	GJO14	3,43	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV470	GJO13	10,50	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV471	GJO12	5,33	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV472	GJO16	8,76	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV473	GJO17	9,39	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV474	GJO18	17,30	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV475	GJO19	6,38	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV476	GJO20	7,65	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV477	GJO21	8,12	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV478	GJO22	6,75	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV479	GJO23	13,71	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV480	GJO24	0,74	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV481	GJO25	9,92	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV482	GJO26	3,22	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV483	GJO27	0,32	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV484	GJO28	15,40	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV485	GJO29	38,55	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV486	GJO30	5,06	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV487	GJO31	7,70	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV488	GJO32	0,63	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV489	GJO33	6,70	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV490	GJO34	1,79	%	Negativo < 40

 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador		Código 197
			Versión 1
	INFORME DE RESULTADOS		Año 2025
			Página 1 de 1


				Positivo >40
INV491	GJO35	7,54	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV492	GJO36	19,30	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV493	GJO37	2,80	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV494	GJO38	3,90	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV495	GJO39	14,93	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV496	GJO40	9,70	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV497	GJO41	4,64	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV498	GJO42	11,18	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV499	GJO43	4,80	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV500	GJO44	11,45	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV501	GJO45	2,69	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV502	GJO46	4,01	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV503	GJO47	18,72	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV504	GJO48	4,38	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV505	GJO49	13,08	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV506	GJO50	17,46	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV507	GJO51	22,57	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV508	GJO52	16,51	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV509	GJO53	27,11	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV510	GJO54	14,77	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV511	GJO55	30,12	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV512	GJO56	8,60	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV513	GJO57	8,39	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV514	GJO58	32,91	%	Negativo < 40 Positivo >40

 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador		Código	197
			Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS		Año	2025
			Página	1 de 1


INV515	GJO59	8,86	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV516	GJO60	32,33	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV517	GJO61	29,11	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV518	GJO62	19,04	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV519	GJO63	21,62	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV520	SS04	10,76	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV521	SS05	14,66	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV522	SS06	9,39	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV523	SS17	4,38	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV524	SS08	5,22	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV525	SS09	12,97	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV526	SS10	13,77	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV527	SS11	18,04	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV528	SS12	14,03	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV529	SS14	3,53	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV530	SS16	94,25	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV531	SS18	10,07	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV532	SS19	26,53	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV533	SS21	5,64	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV534	SS22	17,09	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV535	SS23	9,18	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV536	SS24	83,81	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV537	SS27	0,69	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV538	SS29	5,43	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV539	SS31	8,44	%	Negativo < 40

 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador		Código	197
			Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS		Año	2025
			Página	1 de 1

				Positivo >40
INV540	SS32	36,71	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV541	SS33	31,59	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV542	SS34	4,75	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV543	SS35	12,08	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV544	SS38	11,81	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV545	SS39	15,08	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV546	SS40	17,35	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV547	SS44	16,09	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV548	SS45	4,54	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV549	SS46	14,08	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV550	SS47	12,97	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV551	SS48	14,77	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV552	SFE01	38,55	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV553	SFE02	65,19	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV554	GJO64	11,71	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV555	APC02	5,06	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV556	JH01	6,33	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV557	STG02	9,55	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV558	STG03	16,30	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV559	STG04	6,38	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV560	STG05	2,80	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV561	STG06	18,62	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV562	STG07	12,13	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV563	STG09	5,27	%	Negativo < 40 Positivo >40

 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador		Código	197
			Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS		Año	2025
			Página	1 de 1

INV564	STG12	11,08	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV565	STG14	2,85	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV566	STG15	15,98	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV567	STG16	9,92	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV568	SLD12	12,76	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV569	SLD8	6,07	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV570	SLD05	3,85	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV571	SS36	1,53	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV572	SLD9	22,94	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV573	SLD10	14,29	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV574	STG20	6,22	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV575	SS37	25,63	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV576	SLD06	8,23	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV577	STG24	12,39	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV578	STG17	3,43	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV579	STG19	32,91	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV580	FV01	8,86	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV581	FV02	32,33	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV582	SS25	29,11	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV583	SLD11	19,04	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV584	SLD04	21,62	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV585	SLD07	10,76	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV586	STG08	14,66	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV587	STG01	9,39	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV715	GJO07	25,26	%	Negativo < 40

 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador	Código	197
		Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2025
		Página	1 de 1

				Positivo >40
INV716	GJO 08	39,66	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV590	SF01	5,49	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV591	SF02	24,10	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV592	SF03	17,62	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV593	SF04	23,95	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV594	GJO05	29,59	%	Negativo < 40 Positivo >40
INV595	GJO06	43,04	%	Negativo < 40 Positivo >40



Lic. Derly Cristina Silva Quiroz
REALIZADO



Dr. Favián Bayas
REVISADO

Anexo 7

Glosario de términos técnicos

Árbol filogenético: Un árbol filogenético es una representación gráfica (o esquema) que describe los secretos evolutivos de seres vivos o secuencias de ADN.

Bioseguridad: Conjunto de medidas y prácticas biológicas que buscan prevenir la introducción, propagación y diseminación de agentes patógenos en una unidad de producción animal.

Caracterización Molecular: Caracterización molecular es el proceso que permite determinar el ADN de un microorganismo. Es decir, identifica sus características genéticas. Como un ejemplar de *Mycobacterium bovis*.

ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay): a prueba serológica ELISA para CFTM es utilizada para la detección de anticuerpos anti-*Mycobacterium bovis* en muestras de suero bovino.

Epidemiología: es la ciencia que estudia la incidencia, distribución y posible control de las enfermedades y otros trastornos en las poblaciones humanas.

Factores de Riesgo: Factores que aumentan la probabilidad de que un animal contraiga una enfermedad. En el marco de la presente investigación, se incluyen el manejo del ganado, el contacto con fauna silvestre y las condiciones sanitarias.

***Mycobacterium bovis*:** bacterias que forman parte del complejo *Mycobacterium tuberculosis* y que causan tuberculosis en los bóvidos y también en otras especies animales, incluido el ser humano.

Odds Ratio (Razón de Momios): Medida estadística que se usa para evaluar la fuerza de asociación entre un factor de riesgo y un evento o enfermedad, como la tuberculosis bovina.

PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa): Reacción en cadena de la polimerasa que permite amplificar más allá de la capacidad natural de la célula un

fragmento específico de ADN. El diagnóstico molecular por PCR de *Mycobacterium bovis* y su agente causal en ancianos *Mycobacterium tuberculosis*.

Prevalencia: Se entiende como la prevalencia la proporción de individuos dentro de una población que sufren de una enfermedad. La prevalencia en el ganado de *Mycobacterium bovis*.

Reservorio: Se trata de un organismo o medio en el que vive, se multiplica o desde donde puede transmitirse el agente infeccioso.

Seroprevalencia: La seroprevalencia es la medida de la prevalencia de una determinada enfermedad en una población, a partir de la presencia de autoanticuerpos en sangre. Esta es detectada durante pruebas serológicas como por ejemplo ELISA.

Tuberculosis Bovina (TB): La tuberculosis bovina (TB) es una enfermedad infecciosa crónica causada por *Mycobacterium bovis* que afecta principalmente al ganado bovino y puede transmitirse a humanos.

Vector: Un organismo que lleva un agente infeccioso de un hospedador a otro hospedador. En el caso de la tuberculosis bovina no es importante.

Zoonosis: Se considera a aquella enfermedad que se transmite de los animales a los humanos. Por ejemplo, la tuberculosis bovina. Esto ocurre a través del contacto con animales o productos infectados.