

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Prevalencia de tuberculosis bovina en haciendas ganaderas de la Parroquia Tulcán del Cantón Tulcán”

Trabajo de titulación previa la obtención del
Título de INGENIERO EN DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

AUTOR: Gustavo Rubén Orbe Burbano

TUTOR: Ing. Marcelo Ibarra M.Sc.

TULCÁN - ECUADOR

2019

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Gustavo Rubén Orbe Burbano con el número de cédula 040154121-4 ha elaborado el trabajo de titulación: “Prevalencia de tuberculosis bovina en haciendas ganaderas de la Parroquia Tulcán del Cantón Tulcán”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

.....

Ing. Marcelo Ibarra M.Sc

.....

Dr. Luis Balarezo Ph. D.

Tulcán, 02 de Agosto de 2019

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Gustavo Rubén Orbe Burbano con cédula de identidad número 040154121-4 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal. Los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

.....

Gustavo Rubén Orbe Burbano

Tulcán, 02 de Agosto de 2019

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Gustavo Rubén Orbe Burbano declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Prevalencia de tuberculosis bovina en haciendas ganaderas de la Parroquia Tulcán del Cantón Tulcán” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

.....

Gustavo Rubén Orbe Burbano

Tulcán, 02 de Agosto de 2019

AGRADECIMIENTO

A Dios, por siempre guiarme por el camino del bien y tomar sabias decisiones durante todo este rumbo de mi vida.

A los docentes de mi carrera, por ser unos excelentes profesionales dentro del aula de clases compartiendo sus conocimientos y experiencia, y unas magníficas personas fuera de ella.

A mis compañeros de aula y más que todo a los que llegaron a convertirse en mis amigos, por brindarme esa amistad sincera, supieron ganarse mi confianza para vivir y compartir muchísimos momentos únicos e inolvidables en mi vida dentro de esta etapa universitaria.

DEDICATORIA

A mi padre, Gustavo, por ser el pilar fundamental de este logro, que con su gran sabiduría y consejos siempre encontró la manera de apoyarme y guiarme para alcanzar esta nueva meta en mi vida.

A mi madre, Verónica, por ser mi confidente y mi resguardo en los momentos difíciles durante mis años de estudio, sabiendo siempre levantarme el ánimo para salir de las adversidades y seguir adelante.

A mi hermano, Juan Pablo, que a su corta edad ha demostrado ser una persona extraordinaria con todos los seres que lo rodean y en especial conmigo, gracias por apoyarme en todo hermano.

ÍNDICE

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR	II
AUTORÍA DE TRABAJO	III
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN	13
I. PROBLEMA.....	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.4.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	18
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	18
2.2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.2.1. Importancia de la Tuberculosis Bovina	20
2.2.2. Distribución geográfica	21
2.2.3. Tuberculosis Bovina	22
2.2.4. Factores de riesgo de la Tuberculosis Bovina	29
2.2.5. Prevalencia.....	33
III. METODOLOGÍA	34
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO.....	34
3.1.1. ENFOQUE.....	34
3.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	34

3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER	34
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	35
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	36
3.4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. RESULTADOS.....	45
4.2. DISCUSIÓN	51
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1. CONCLUSIONES	53
5.2. RECOMENDACIONES	53
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
VII. ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Clasificación de los factores de riesgo por Tuberculosis Bovina (TBB).....	30
<i>Figura 2.</i> Fórmula de prevalencia.....	33
<i>Figura 3.</i> Jeringa adecuada para protocolo tuberculinización	37
<i>Figura 4.</i> Calibrador, utilizado para medir el diámetro de la inoculación de derivado proteico purificado (PPD)	37
<i>Figura 5.</i> Gráfico para interpretación de resultados de la prueba tuberculínica comparada.....	42
<i>Figura 6.</i> Mapa del área de estudio de la presente investigación.	43
<i>Figura 7.</i> Tamaño y número de fincas rectoras.	46
<i>Figura 8.</i> Procedencia de animales introducidos a fincas de la zona	47
<i>Figura 9.</i> Especies domésticas diferentes a bovinos existentes en los hatos analizados en la investigación	48
<i>Figura 10.</i> Animales silvestres dentro de la propiedad	49
<i>Figura 11.</i> Aplicación reactivo derivado proteico purificado (PPD).....	61
<i>Figura 12.</i> Aplicación de la prueba tuberculínica ano-caudal comparada	61
<i>Figura 13.</i> Ampolla en la zona ano-caudal de un animal reactor	62
<i>Figura 14.</i> Medición con el calibrador de la ampolla luego de la aplicación de la tuberculina	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones de crecimiento de <i>Mycobacterium</i>	24
Tabla 2. Definición y Operacionalización de variables	35
Tabla 3. Interpretación resultados prueba ano-caudal comparativa	41
Tabla 4. Prevalencia por hatos lecheros.....	45
Tabla 5. Prevalencia por animales	46
Tabla 6. Resultados de la prueba Chi Cuadro de Pearson con respecto al movimiento pecuario como factor de riesgo de tuberculosis bovina	47
Tabla 7. Resultados de la prueba Chi Cuadro de Pearson con respecto a existencia de otras especies domesticas como factor de riesgo de tuberculosis bovina.....	48
Tabla 8. Resultados de la prueba Chi Cuadro de Pearson con respecto a existencia de especies silvestres como factor de riesgo de tuberculosis bovina.	49
Tabla 9. Resultados de la prueba Chi Cuadro de Pearson con respecto a procedencia del agua brindada a los animales como factor de riesgo de tuberculosis bovina.	50
Tabla 10. Resultados de la prueba Chi Cuadro de Pearson con respecto al conocimiento público acerca de la enfermedad (Tuberculosis Bovina).como factor de riesgo de tuberculosis bovina.	50
Tabla 11. Resultados prueba ano-caudal simple.....	59
Tabla 12. Resultados prueba ano-caudal comparativo.	59

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la prevalencia y factores de riesgo asociados a la presencia de Tuberculosis Bovina (*M. bovis*) en haciendas ganaderas de la Parroquia Tulcán del Cantón Tulcán, para lo cual se consideró 380 bovinos mayores a 6 meses de edad, y no se consideraron hembras un mes post parto y un mes pre parto, el total de las muestras procedieron de 24 hatos ganaderos de los socios del Centro Agrícola del Cantón Tulcán. Como diagnóstico se utilizó las pruebas de tuberculina ano-caudal simple y para la confirmación de animales reactivos y sospechosos se aplicó la prueba de tuberculina comparativa. Además, para determinar los factores de riesgo se levantó información mediante un cuestionario utilizando la técnica de la entrevista. La información de prevalencia y su asociación a factores de riesgo se estableció mediante la prueba de chi-cuadrado. La prevalencia encontrada fue de 1.05% a nivel animales (4/380) y a nivel de hatos de 16% (4/24). Como factores de riesgo según la prueba de chi-cuadrado se asocian a la presencia de Tuberculosis bovina, el movimiento pecuario y la procedencia del agua brindada a los animales, mientras que la presencia de otras especies domésticas en el hato, la presencia de especies silvestres en los alrededores del hato y el conocimiento público de la enfermedad no resultaron ser factores de riesgo asociados a la tuberculosis bovina en esta investigación.

Palabras clave: Tuberculosis bovina (TBB), factores de riesgo, prevalencia.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the prevalence and risk factors associated with the presence of Bovine Tuberculosis (*M. bovis*) in cattle farms in the “*Parroquia Tulcán*” of the “*Canton Tulcán*”, for which 380 bovines older than 6 months of age were considered, and cows whit a month postpartum and a month prepartum were not considered, the total of the samples came from 24 cattle herds of the members of the “*Centro Agrícola del Cantón Tulcán*”. As a diagnosis, simple ano-caudal tuberculin tests were used and for reactive and suspicious animals, the comparative tuberculin test was applied. In addition, to determine the risk factors, information was collected using a questionnaire using the interview technique. Prevalence and its association with risk factors was established using the chi-square test. The prevalence found was 1.05% at animal level (4/380) and at herd level of 16% (4/24). As risk factors according to the chi-square test, associated with the presence of bovine tuberculosis, livestock movement and the source of water provided to animals, while the presence are: other domestic species in the herd, the presence of wild species around the herd and public knowledge of the disease were not risk factors associated with bovine tuberculosis in this investigation.

Keywords: Bovine tuberculosis (BTB), risk factors, prevalence.

INTRODUCCIÓN

La ganadería es una de las principales actividades agrícolas del Ecuador, generando el 8% del producto interno bruto (PIB) del país (el telégrafo, 2018). Las regiones Litoral y Amazónica producen principalmente ganado de carne, en tanto que la región Interandina o la Sierra está dedicada al ganado lechero.

Para lograr una buena crianza de bovinos y posteriormente una excelente producción de leche y carne, es muy importante tener controlado parámetros sanitarios, de manejo y nutricionales en los hatos ganaderos. En donde los parámetros sanitarios son los que más consecuencias afectan el normal desarrollo y crianza de dichos animales.

Dentro de los parámetros sanitarios que afectan a los bovinos, la tuberculosis bovina (TBB) es una enfermedad crónica provocada por la bacteria *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*), misma que está estrechamente asociada con los agentes causales de tuberculosis humana y aviar. Esta bacteria ataca principalmente a los ganglios linfáticos del animal, provocando sintomatología respiratoria, como la tos, que en casos agudos puede llegar a provocarles la muerte (OIE, 2014).

La enfermedad se encuentra distribuida por todo el mundo, aunque en países desarrollados se ha llegado a una completa erradicación, debido a la implementación de programas de erradicación que resultaron muy eficaces (OIE, 2008). En Latinoamérica existen zonas con muy baja o nula prevalencia de TBB, como son algunas islas del Caribe, países de prevalencia intermedia, como México y algunas regiones de Centroamérica, y luego están los países con una prevalencia alta, como Argentina o Brasil, y muchos otros que no presentan datos (López, et al., 2006).

En el Ecuador, la existencia de información tanto de casos positivos de tuberculosis bovina como de una prevalencia real son muy escasos, debido a que las instituciones encargadas de su control no presentan una base de datos que puedan ser de consulta para el conocimiento público, y las únicas fuentes de información existentes son investigaciones de instituciones educativas que se presentan como base para determinar una situación real de esta zoonosis en el país.

La presencia o aparición de la TBB en las fincas o hatos ganaderos puede deberse según Reyes (2012) a factores de riesgo, entre los más importantes el movimiento animal, asociado a la adquisición de animales sin registro, la presencia de animales silvestres, entre otros, que en muchas ocasiones no se asocian directamente a la enfermedad por la falta de investigación epidemiológica de esta enfermedad.

Con lo antes mencionado, la presente investigación tiene por objetivo determinar la prevalencia y factores de riesgo asociados a la presencia de Tuberculosis Bovina (*M. bovis*) en haciendas ganaderas de la Parroquia Tulcán del Cantón Tulcán.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A finales de siglo pasado, la tuberculosis humana causó alrededor de tres millones de muertes anuales en personas de todo el mundo, convirtiéndose en la enfermedad infecciosa producida por un mismo agente que más muertes causó en el mundo (SENASA, 2007).

La tuberculosis bovina (TBB) es una enfermedad del ganado bovino, de las más importantes dentro de la sanidad en esta especie, llegando a presentarse afecciones como pérdida de peso inexplicable, pérdida de apetito, problemas respiratorios, tos, abultamiento en el cuello, pecho, ubres u otras partes del cuerpo, presencia de fiebre fluctuante (Agrocalidad, 2016), así mismo afecta a especies silvestres alrededor del mundo, entre ellas los bisontes y búfalos, que son particularmente susceptibles a la enfermedad. Además, todos los animales de sangre caliente pueden resultar afectados (FAO, 2012).

La TBB es una de las enfermedades que figuran en el Código Sanitario para los Animales Terrestres de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) como afecciones de notificación obligatoria a la OIE. La enfermedad ha sido puesta bajo control en casi todos los países desarrollados, con el problema de perdurabilidad de la enfermedad en animales silvestres complicando su erradicación total (OIE, 2014).

De Kantor y Ritacco (2006) mencionan “en Latinoamérica y el Caribe, se estima el 2% de las infecciones tuberculosas en el hombre son causadas por *M. bovis*”, mientras que la situación en Ecuador no está documentada ni cuantificada claramente debido a varios factores, tales como la falta de registros de casos positivos, un restringido uso de técnicas diagnósticas y una escasa inspección veterinaria en los camales. Los únicos reportes sobre la enfermedad se basan en investigaciones aisladas (Proaño y Benitez, 2011).

Así mismo, en la actualidad la prevalencia real tampoco se puede determinar con exactitud, ya que los únicos controles que hacen las entidades afines al caso como el Ministerio de Agricultura y Ganadería, son programas de control anuales que no quedan en registros ni mucho menos son expuestos al conocimiento público, convirtiendo esta información en toda una incógnita.

Por lo general, se ha diagnosticado que la *Mycobacterium bovis* no es el principal causante de la tuberculosis en el hombre (la principal es *M. tuberculosis*), una persona puede contraer la tuberculosis bovina mediante el consumo de leche cruda de animales enfermos o inhalando gotículas de fluidos salivales infectivos. Se calcula que en ciertos países hasta un 10% de los casos de tuberculosis humana son debidos a la tuberculosis bovina (OIE, 2014).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La prevalencia real de TBB en haciendas ganaderas de la parroquia Tulcán- Cantón Tulcán genera un problema silencio y desapercibido por los ganaderos de la zona, y está asociada a distintos factores de riesgo que están presentes dentro de las fincas.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La tuberculosis bovina tiene una importancia variable a lo largo de América Latina, llegando, aunque a paso lento, a un intento de eliminación de la enfermedad. La demanda de alimentos de excelente calidad a escala mundial está contribuyendo a destacar la importancia del control y erradicación de las enfermedades zoonóticas en la región, beneficiando la economía de los países de la zona, varios de estos, productores y exportadores de carne y productos lácteos, y a la vez, la salud de sus poblaciones (De Kantor, 2008).

Si los gobiernos de América Latina, que en su mayoría no lo han hecho, están empezando a crear programas de control y erradicación de tuberculosis bovina, se tendría un dato más certero de la situación real del porcentaje de prevalencia de la enfermedad en la zona y en caso de existir casos positivos, cuales son los factores de riesgo que están causando la presencia o introducción de la tuberculosis bovina en las ganaderías de la región.

La importancia de la TBB a nivel del Ecuador está regulada por entidades gubernamentales como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), quienes luego de una inspección personalizada a fincas y haciendas ganaderas que declaren y presenten registros y certificados que avalen que sus animales estén libres de TBB, se les entrega un documento que los certifica como predio libre de Tuberculosis Bovina, mismo que les permite comercializar primeramente sus animales sanos y luego los derivados lácteos a toda la

población nacional, además que, se les otorga una compensación económica por predio libre de TBB, el cual es de 0,01 centavos por litro de leche.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la prevalencia y factores de riesgo asociados a la presencia de Tuberculosis Bovina (*M. bovis*) en haciendas ganaderas de la Parroquia Tulcán del Cantón Tulcán.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la Tuberculosis Bovina (TBB) en las haciendas ganaderas de los pequeños y medianos ganaderos del Cantón Tulcán, mediante las pruebas de tuberculinización simple y comparativa.
- Identificar los factores de riesgo asociados a la TBB mediante un análisis de datos obtenidos de la encuesta a realizarse a pequeños y medianos ganaderos del Cantón Tulcán.
- Asociar los factores de riesgo con los resultados obtenidos de la prevalencia de la TBB para determinar las causas de la posible presencia de la enfermedad en la zona.

1.4.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Qué porcentaje de prevalencia de TBB existe en las haciendas ganaderas de la parroquia Tulcán del cantón Tulcán?

¿Cuáles son los factores de riesgo asociados a la TBB que pueden presentarse en las haciendas ganaderas de la parroquia Tulcán del cantón Tulcán?

¿Se pueden proponer y poner en práctica medidas de control para erradicar, en el caso de existir, animales con TBB?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Chicaiza J.D. & Quinotoa I. (Marzo, 2013) realizaron una investigación en las provincias de Cotopaxi, Carchi e Imbabura. La prevalencia encontrada en las tres provincias fue del 1%. De la misma manera, se realizó un análisis de prevalencia de fincas rectoras positivas a tuberculosis bovina de las tres provincias, resultando un 8.47% en Cotopaxi, 3.57% en Carchi y 4.55% en Imbabura. Según los datos obtenidos, animales de fincas grandes y la densidad poblacional presentaron el mayor riesgo de presentar la enfermedad (OR = 23.12; OR= 5.85; OR= 4.68, respectivamente). El estudio reveló que la TBB sigue siendo un problema que se mantiene en el Ecuador, que los modelos bayesianos son una herramienta útil para la investigación de este tipo de enfermedades.

Cushicondor D. (Octubre, 2014) realizó su investigación en el matadero municipal del cantón Mejía de la provincia de Pichincha, donde analizó 395 animales con ayuda de la prueba inspección macroscópica post-mortem(IP), donde obtuvo una prevalencia aparente en lesiones semejantes con la enfermedad de 1.01% (IC95%: 0.28% – 2.57%), así mismo, realizó un cultivo bacteriológico de las muestras de tejido recolectadas de los 395 animales, obteniendo una prevalencia aparente de *Mycobacterium bovis* de 1.52% (IC95%= 0.56% – 3.28%), ratificando la existencia de la bacteria en una de las lesiones localizadas. En lo que respecta a la asociación de la enfermedad con factores biológicos y de procedencia, la edad, el sexo, el biotipo y el origen de los animales no se determinaron como factores asociativos a la *M.bovis*, concluyendo en que los resultados obtenidos en la investigación deben ser reconfirmados en otros estudios a mayor escala.

Paillacho P. (2015) analizó la prevalencia de tuberculosis bovina y factores de riesgo, en la parroquia Santa Martha de Cuba, provincia del Carchi. El diagnóstico y levantamiento de información lo realizó en la Asociación Artesanal San Pedro, la cual estaba conformada por 30 unidades de producción agropecuarias (UPAs) ganaderas, integrada por un total de 368 animales mayores de 6 meses en todas las categorías tanto hembras o machos. Utilizó la prueba de hipersensibilidad retardada, con el método de Tuberculinización Cervical Comparativa y estudios estadísticos descriptivos de Cohorte para el análisis de factores de riesgo. La prevalencia en bovinos fue de 0.54%, con 2 animales reactivos positivos de los

368 bovinos muestreados, y la prevalencia en UPAs fue de 6.6 %, de 30 UPAs muestreadas con 2 UPAs positivas con al menos un animal reactor. Los factores de riesgo observados fueron: movimientos pecuarios, compra de animales en lugares con estado sanitario, origen desconocido del agua de consumo animal, y la presencia de hospederos tanto domésticos como silvestres.

Echeverría G. (2011) realizó una investigación en los camales municipales de los cantones Cayambe y Pelileo, tomando muestras de pulmón de los bovinos faenados, con posteriores análisis de laboratorio como extracción de ADN, llegando a obtener una prevalencia aparente PA= 4.33% y una prevalencia real PR=2.51%, mientras que para cada camal la PA se estimó en 4.06% y 4.56%, Cayambe y Pelileo respectivamente, mostrando que la metodología empleada fue muy eficiente para detectar *M.bovis* y confirmar a la vía respiratoria como un importante canal en la transmisión de la enfermedad.

Herrera E. (2011) analizó la situación de la tuberculosis bovina en cinco propiedades del cantón Otavalo, provincia de Imbabura. La investigación la realizó en hatos ganadero, muestreando un total de sesenta y seis animales, de los cuales todos eran mayores a seis meses de edad y se encontraban en plena producción. Utilizó el protocolo de reacción intradérmica cervical comparada. Los resultados obtenidos en la investigación fueron los siguientes: prevalencia predial 60%, la prevalencia real de tuberculosis bovina fue de 6.9%, encontrándose la mayor prevalencia en animales menores de 3 años. Recomendó seguir con posteriores investigaciones para obtener una prevalencia real en el país y así establecer con las autoridades de control un programa de erradicación definitivo de la enfermedad.

A nivel internacional, en el Cantón Los Chacos de la Provincia Warnes del Departamento de Santa Cruz, Bolivia, Ramos, S., Guzmán, C., Marín, G. (2005) determinaron la presencia de Tuberculosis bovina tomando como muestra 1691 animales, efectuándose la prueba intradérmica cervical simple y comparada; se consideró las variables categoría, edad, sexo y raza. Los resultados se analizaron estadísticamente mediante la prueba de comparación de proporciones y Chi cuadrado. De los 1691 bovinos sometidos, a la prueba de tuberculina intradérmica comparada, se observaron 14 animales positivos (0,83%), y 10 sospechosos (0,59%). De acuerdo a los resultados obtenidos, la prevalencia es baja, las autoridades zoonosanitarias locales y nacionales deberán tomar medidas para su control y posterior erradicación de la tuberculosis bovina en la zona lechera del Cantón Los Chacos.

En Colombia Bohórquez A., Castro C., Wintaco L., et al. (2016) realizaron una investigación relacionada con uno de los factores de riesgo de TBB, la cual consistió en realizar la supervisión epidemiológica clásica y molecular de la tuberculosis humana (TB) causada por *Mycobacterium bovis* en empleadores de la cadena de producción bovina en haciendas con bovinos reactores positivos de los Departamentos de Antioquia, Boyacá y Cundinamarca en un periodo de un año. Fueron a treinta y tres fincas ganaderas y recolectaron información de ciento sesenta y cuatro trabajadores de la cadena de producción bovina. Se identificaron como potenciales factores de riesgo para el desarrollo de TB la permanencia en la finca reactiva positiva por más de un año, desconocimiento de la enfermedad y presencia de posibles reservorios como perros y gatos. No se descubrieron casos de TB por *M. bovis* ni por *M. tuberculosis* en los trabajadores de las fincas visitadas.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Importancia de la Tuberculosis Bovina

El inicio de la producción industrial de leche con asentamientos de grandes rebaños a lo largo del siglo XX, abrió la oportunidad para el crecimiento de la infección por *M. bovis* en el ganado, lo que se evidenciaría más tarde con el contagio del agente a las personas, principalmente a través del consumo de leche, influyendo inicialmente en la epidemia de tuberculosis humana. Seguidamente la pasteurización de la leche disminuyó drásticamente la incidencia de infección por *M. bovis*, pero en zonas en desarrollo o donde ha existido una producción de subsistencia con consumo de leche cruda, continua el peligro de zoonosis mientras no se realice un control de la tuberculosis en el ganado y en otras poblaciones animales que vivan en un mismo hábitat y puedan tener la infección (Abalos y Retamal, 2004).

Gil y Samartino (2001) afirman que en países donde se implantó la pasteurización obligatoria de la leche y se establecieron campañas efectivas de eliminación de la tuberculosis bovina, la zoonosis causada por *M. bovis* es casi nula. A pesar de ello, en algunas zonas de países latinoamericanos aún en la actualidad emplean el ordeño manual y se consume leche cruda o hervida en forma insuficiente. La incidencia de *M. bovis* en el hombre por lo general no se presenta como un factor importante, y la epidemiología de la enfermedad muestra que los casos que ocurren responden generalmente a factores socioculturales.

En el Ecuador no hay una política nacional que permita un control, siendo necesario la creación de una prueba de tuberculinización periódica obligatoria, que alcanzaría una reducción sistemática. Esta forma de diagnosticar actualmente solo se está ejecutando de manera aislada en pocas áreas lecheras del país (Proaño y Benitez, 2011).

2.2.2. Distribución geográfica

La *M. bovis* y *M. tuberculosis* están presentes alrededor de todo el mundo. *M. africanum* predomina en el continente africano, aunque también se ha logrado aislar en Inglaterra y Alemania. Cepas de *M. africanum* están relacionadas fenotípicamente con *M. tuberculosis* siendo la nitrosa positivas, encontrándose en la región de África occidental; en cambio las que se parecen a *M. bovis* son nitrosa negativas y se aíslan más al este de África (Acha y Szyfres, 2001).

La tuberculosis bovina hace tiempo estuvo presente por todo el mundo, pero gracias a programas de control, se ha logrado erradicar la enfermedad de animales domésticos en bastantes países. El listado de naciones que actualmente están declaradas como libres de TBB son Dinamarca, Lituania, Luxemburgo, Islandia, Suecia, Noruega, Suiza, Finlandia, Austria, República Checa, Letonia, Eslovaquia, Estonia, Australia, Singapur, Israel, Canadá, Jamaica y Barbados. En países como Nueva Zelanda, Japón, México, EE. UU y algunos países de América Central y América del Sur se están implementando programas de erradicación. La tuberculosis bovina aún está diseminada en África, partes de Asia y en algunos países del Medio Oriente (The Center for Food Security & Public Health, 2010).

López, Otero, Vallecillo et al. (2006) mencionan que en América Latina, la TB humana y bovina constituyen un problema de difícil erradicación. Brasil, Perú y México son los países con más casos activos (55% del total de casos aproximados) aunque no corresponden a aquéllos con mayor incidencia de la enfermedad. De acuerdo con la reactividad de bovinos a la prueba de hipersensibilidad de tipo retardado a la tuberculina o derivado proteico purificado (PPD), existen zonas con muy baja o nula prevalencia de TBB, tales como algunas islas del Caribe, países de prevalencia intermedia, como México y algunas regiones de Centroamérica, y luego están los países con una prevalencia alta, como Argentina o Brasil.

Desafortunadamente, siendo estos países los productores del 70% de ganado en toda la región, son los de mayor prevalencia de tuberculosis bovina, presentando a la enfermedad como causante de la mayoría de pérdidas económicas, convirtiéndola en un foco de infección para los seres humanos que no puede ser ignorado.

El estado actual de la tuberculosis en el Ecuador no presenta una clara documentación que refute su control, debido a múltiples factores, tales como la falta de registros de casos positivos, uso de técnicas de diagnóstico demasiado limitadas y una falta de controles por parte de personal veterinario en los establecimientos de faenamiento. Los únicos reportes sobre la enfermedad se basan en investigaciones aisladas. En lo que respecta a seres humanos solo se tiene registro de un estudio en trabajadores de finca y de camal, realizado por Benítez-Capistros, en el 2007, encontrándose un 29% de reactores a la prueba del skin test (tuberculinización). Aunque esta prueba no es específica para la detección del complejo *M. tuberculosis*, se halló una asociación altamente significativa entre la positividad al skin test y el consumo de leche cruda ($p < 0.000$) (Proaño y Benitez, 2011).

2.2.3. Tuberculosis Bovina

2.2.3.1. Definición

La tuberculosis bovina (TBB) es una enfermedad crónica provocada por una bacteria llamada *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*), que se encuentra íntimamente ligada con las bacterias causantes de la tuberculosis humana y aviar. Afecta prácticamente a la mayoría de mamíferos, causando un deterioro de su salud, atacando a los ganglios linfáticos del animal, provocando a menudo tos crónica, hasta provocarles la muerte (OIE, 2014).

Los animales más jóvenes y a las hembras son los más propensos al contagio debido a factores estresantes como la preñez avanzada, producción lechera muy alta, parición, entre otros. Las personas que trabajan y tienen contacto con animales infectados también pueden infectarse ya que es una zoonosis, también afecta a especies domesticas como porcinos, caprinos, equinos, y en menor frecuencia a especies de compañía como perros, gatos.

2.2.3.2. Etiología

2.2.3.2.1. Agente causal

Los agentes etiológicos de la tuberculosis de los mamíferos son *Mycobacterium tuberculosis* (el principal causante de tuberculosis humana), *M. bovis* (tuberculosis bovina) y *M. africanum* (tuberculosis humana en África Tropical). Esta última especie tiene características intermedias entre *M. tuberculosis* y *M. bovis*. A estos agentes se debe agregar el *M. microti*, que causa la tuberculosis de los roedores, aunque no es de interés zoonótico, siendo, por lado *M. bovis* el agente principal de la tuberculosis zoonótica; el del hombre y otros primates es *M. tuberculosis*. Las micobacterias tuberculosas son bacilos alcohol-ácidoresistentes, gram-positivos, no esporógenos. Estas micobacterias son resistentes a muchos desinfectantes, a la desecación y a otros factores adversos del medio, debido a que su pared tiene un alto contenido de lípidos (Acha y Szyfres, 2001).

Vadillo et al. (2002) mencionan que “el género *Mycobacterium* está formado por bacilos aerobios, inmóviles, no esporulados, que presentan una medida de 1 a 10 μ m de largo por 0.2 a 0.6 μ m de ancho, pudiendo formar filamentos ramificados. La pared celular de estos es rica en lípidos, lo que habilita a que la superficie sea hidrofóbica y a que la micobacteria sea sólida a sustancias desinfectantes y a los colorantes de laboratorio. Son bacilos, que una vez teñidos con colorantes, son resistentes a la decoloración con base a soluciones ácidas y por esta característica se ha determinado el nombre de acidorresistentes la cual se determina por la tinción de Ziehl-Neelsen (ZN), donde adquieren una coloración roja intensa sobre fondo azul”.

Igualmente, Vadillo et al. (2002) afirman que como la pared de las bacterias es compleja y son muy exigentes en requerimientos nutricionales, crecen con lentitud y tienen un tiempo de generación de 12 a 24 horas con un rango 2 horas hasta 21 días, variando según las especies y condiciones de cultivo, para el que necesitan medios enriquecidos y que contengan yema de huevo. Las micobacterias son resistentes a la desecación, los ácidos y álcalis y sensibles a la luz solar directa, luz UV, temperatura superior a 70°C, sublimados corrosivos y desinfectantes orgánicos; como fenol y cresoles (Citado en Neira et al, 2006, p.10).

2.2.3.2.2. Descripción de la bacteria

Mycobacterium es un género de bacterias que se encuentra en los animales y puede transmitirse al ser humano (zoonosis), principalmente, por consumir los derivados alimenticios de animales enfermos (principalmente leche cruda y sus derivados). Causa la enfermedad conocida como Tuberculosis (Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria, 2014).

2.2.3.2.3. Reservorio

La bacteria se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de la naturaleza, habitando principalmente en el agua, el suelo y el tracto gastrointestinal de los animales.

Los mamíferos rumiantes (bovinos, ovinos, caprinos), están entre los principales reservorios animales de la bacteria *Mycobacterium*, aunque también se podrían encontrar en animales domésticos como perros y gatos, y salvajes (ciervos, jabalís, zorros, etc.), que pueden ayudar a la difusión y supervivencia de la infección bacteriana en el ganado. Una persona se presenta como un hospedero accidental, debido a que se puede presentar un contacto directo o indirecto con los animales infectados o sus alimentos derivados (Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria, 2014).

2.2.3.2.4. Condiciones de supervivencia

El género *Mycobacterium*, diferencia de otros seres patógenos, presenta una gran resistencia en su pared celular, permitiéndoles tener una gran capacidad para sobrevivir en el ambiente, incluso llegando a sobrevivir a desinfectantes químicos, ácidos, alcalinos, detergentes y también crean resistencia contra algunos antibióticos. En conclusión, *M. bovis* pueden llegar a sobrevivir durante bastantes meses en condiciones de extremo calor, frío y humedad, hasta 332 días en una temperatura óptima entre 12 y 24°C. Por el contrario, *Mycobacterium spp* son termosensibles a la pasteurización, que es un tratamiento térmico (Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria, 2014).

Tabla 1. Condiciones de crecimiento de *Mycobacterium*

	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura (°C)	25	37	45
pH	4	6	8

Fuente: Elika.net

2.2.3.3. Patogenia

En animales sin contacto previo con la tuberculosis

La infección primaria que presenta son reacciones tisulares en el punto en el que se asienta la bacteria. Luego, en el complejo primario, las lesiones del primer asentamiento (órgano de entrada) también aparecen en los nódulos linfáticos regionales. Según su localización:

- complejo primario respiratorio (pulmones + nódulos).
- complejo primario digestivo (intestino + nódulos).
- complejo primario oro-nasal (tonsilas + nódulos).

Si se detiene la evolución del complejo primario, éste se encapsula, y los focos caseificados se calcifican por la precipitación de sales cálcicas (CRESA, 2015).

Si las defensas inmunitarias del animal escasean, la infección puede extenderse de manera muy pronta a partir del foco primario vía linfo-hematógena. Podría presentarse una difusión intra-canicular cuando penetra en los bronquios, el intestino, las vías biliares, etc.

El cuadro más frecuente es la tuberculosis miliar, con formación de tubérculos de edad semejante en diferentes órganos, con los pulmones, riñón, hígado y bazo como principales afectados (CRESA, 2015).

En animales con contacto previo con la tuberculosis

CRESA (2015) afirma que un animal que ya posee inmunidad adquirida durante la primera infección, puede responder a un nuevo contagio de una forma diferente. El nuevo contagio podría deberse a bacterias que penetran desde el exterior y a focos primarios hasta entonces inactivos. Este conjunto de reacciones recibe el nombre de complejo post-primario. Solo hay difusión intra-canicular (no linfo-hematógena), por lo que se puede originar tuberculosis crónica en un órgano concreto (sin caseificación) sin que se produzcan lesiones tuberculosas en los nódulos.

2.2.3.4. Síntomas y lesiones

La TBB suele presentar una evolución dilatada en el tiempo, y los síntomas pueden tardar meses o años en presentarse (Instituto Colombiano Agropecuario, 2019), además que suelen

ocurrir síntomas genéricos de otras enfermedades como el deterioro del estado de salud y la reducción de la producción lechera.

Los signos clínicos que pueden exhibirse durante la enfermedad son diversos, como la gran mayoría de lesiones, pudiendo observarse debilidad progresiva, pérdida de apetito, fiebre fluctuante, esos entre los más comunes, mientras que los síntomas específicos que se presentan son la aceleración de la respiración (taquipneas), una dificultad de respirar (disnea) del animal, diarrea, y en especial ganglios linfáticos grandes, muy notorios a simple vista, y más tarde la inminente muerte. Muy raramente, la bacteria puede permanecer en el organismo hospedador pasando desapercibida sin desencadenar la enfermedad (CRESA, 2015)

2.2.3.5. Diagnóstico de la enfermedad

SENASA (2007) indica los siguientes tipos de diagnóstico de la TBB:

2.2.3.5.1. Clínico: No reviste gran importancia pues esta enfermedad no produce signos clínicos evidentes y el animal afectado puede presentar un estado general favorable.

2.2.3.5.2. Bacteriológico: Es el diagnóstico más preciso de todos. Puede ser por examen directo o por cultivo. Las muestras para hacer el examen diagnóstico deben tomarse de los ganglios o también de los órganos infectados o con sospecha de contagio.

2.2.3.5.3. Examen directo: Se realiza mediante un extendido con el material sospechoso y coloreado y observado mediante microscopía.

2.2.3.5.4. Examen por cultivo: Para este el material a usar debe enviarse a los laboratorios con las debidas condiciones requeridas según las pruebas a realizar. Según el tiempo entre la extracción de la muestra y el procesamiento de la misma, si es menor de 24 horas enviar con hielo, si es mayor en solución sobresaturada de borato de sodio al 3%. El tiempo mínimo que demora el diagnóstico es de 60 días.

2.2.3.5.5. Histopatológico: Enviar material tomado de ganglios o trozos de órganos afectados o sospechosos de estarlo en una solución de formol al 10%.

2.2.3.5.6. Inmuno-alérgico: La prueba de tuberculina constituye, hoy en día, el instrumento básico para la detección de infección tuberculosa. Es así que la prueba desempeña un papel fundamental en el programa de control y erradicación de la tuberculosis bovina.

La definición de la prueba tuberculínica, es sin duda el primer paso. Esta prueba consiste en la inoculación de un antígeno, el PPD (derivado proteico purificado) por vía intradérmica a un animal, para reconocer si el mismo fue infectado por el agente causante de la enfermedad (Delgado, 2019).

Delgado (2019) afirma que para las pruebas diagnósticas se usan dos clases de tuberculina: Tuberculina vieja de Koch (obtenida por el crecimiento de la mycobacteria tuberculosa en carne), en desuso, y el Derivado Proteico Purificado o PPD (compuesto por el conjunto de varios productos metabólicos del *Mycobacterium* obtenido en un medio sintético, varias veces precipitado en amonio saturado al 50% con ácido tricloroacético), que se usa en la actualidad.

Cuando el antígeno (PPD) se inocula por vía intradérmica en la piel de un animal sensibilizado, es decir, expuesto con anterioridad al agente, como para que el animal pueda haber desarrollado su respuesta inmunitaria, se presenta una inflamación en el lugar de la inoculación. Esta respuesta inflamatoria tarda varias horas en desarrollarse y alcanzar su máxima expresión, variando según las especies. En los bovinos y otros rumiantes a las 72 horas (Delgado, 2019).

La reacción a la tuberculina, una reacción in vivo, es la única forma práctica masiva para demostrar el hecho más significativo en tuberculosis, que es la infección del ganado con el *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*) (Delgado, 2019).

2.2.3.6. Vías de contagio

El contagio de esta enfermedad generalmente se da por dos factores importantes que se debe tener muy en cuenta. Uno de esos es por vía digestiva, al momento de amamantar al ternero, leche infectada y no pasterizadas, pasto o aguas contaminadas, ya que el patógeno está presente en las heces y orines de los animales contagiados con la enfermedad.

El 90% de los casos se da por las vías Respiratorias o Aerógena ya que el animal estornuda y al mismo tiempo arroja una secreción nasofaríngea, por otro lado, se da al mugir el bovino elimina gotas con bacilos patógenos, sin estar ausente de la enfermedad cuando el animal estornuda se puede decir que estos son las principales vías de contagio ya sea de un animal a otro o al hombre. Así mismo un 1 al 2% de contagio puede darse por la ubre de la vaca ya que pueden tener mastitis (SENASA, 2007).

2.2.3.7. Prevención y control

OIE (2014) afirma que el método habitual para controlar la TBB consiste en una prueba individual de rastreo seguida del inminente sacrificio de los animales infectados. Igualmente han sido de mucha utilidad para contener o suprimir la enfermedad programas de erradicación como: examen post mortem de la carne, medidas intensivas de vigilancia (inspecciones de fincas y haciendas ganaderas), realizar pruebas sistemáticas a cada individuo y erradicación de los animales contagiados con la enfermedad o que hayan estado en contacto con la infección, así como un control del movimiento de los animales.

En tanto que para los exámenes post mortem se procuraran encontrar tubérculos en los pulmones y ganglios linfáticos, esto está estipulado en el Código Sanitario para los Animales Terrestres de la OIE. Detectando animales reactivos con TBB se puede impedir la comercialización de su carne, que en muchas oportunidades se logra, para poner en alerta a las autoridades de control y así buscar la procedencia del animal contagiado para someter a pruebas al hato de dónde procede y en ciertas oportunidades, medidas de cuarentena pertinentes. Pasteurizar la leche de animales infectados ha logrado que la enfermedad no se propague en poblaciones humanas (OIE, 2014).

Rara vez se intenta administrar un tratamiento a los animales infectados, porque resulta más caro que el sacrificio del animal, logrando con este último el objetivo de eliminación de la enfermedad. En medicina humana se practica la vacunación, caso contrario al de los animales que, aunque existe la vacuna, esta presenta una eficacia variable e interfiere con la ejecución de pruebas destinadas a erradicar la enfermedad. Actualmente se están probando una serie de nuevas vacunas experimentales (OIE, 2014).

2.2.4. Factores de riesgo de la Tuberculosis Bovina

Un animal o un hato ganadero están en constante exposición a eventos que pueden asociarse al riesgo de contagio por TBB; sin embargo, no todos se presentan como agentes causales infección o enfermedad. Los factores que están asociados causalmente, están relacionados entre ellos en una compleja red de sucesiones de eventos que terminan con el individuo o el hato infectado o enfermo. Si se identifican los componentes de esta red, es posible evaluar y gestionar su riesgo, buscando alcanzar el bienestar de nuestros animales.

Reyes (2012) asegura que los factores de riesgo de la tuberculosis bovina están vinculados al contacto directo entre los animales y a las condiciones de manejo que lo favorecen; aunque, en la actualidad la fauna silvestre se ha convertido en un problema para eliminarla en algunos países. Los factores de riesgo de la TBB, han sido estudiados de acuerdo a categorías o situaciones específicas. Es así como existen estudios de factores de riesgo relacionados con las características particulares de un país o región, con el manejo al que son sometidos los animales o la fauna silvestre presente en una zona geográfica. No obstante, existen pocas revisiones donde los factores de riesgo se clasifiquen ampliamente.

Hay que tener en consideración el hecho de que algunos de los factores presentados, tienen importancia en la estimación del riesgo en todo nivel, por lo tanto la clasificación propuesta en esta monografía tiene un carácter más bien práctico, con el objetivo de facilitar el proceso de análisis de estos factores y sus riesgos (Reyes, 2012).

2.2.4.1. Clasificación de los factores de riesgo de la infección por TBB.

Reyes (2012) propone un bosquejo que resume los principales factores de riesgo de la enfermedad (figura 1), de acuerdo al riesgo de introducción y exposición-diseminación del *M. Bovis* en el hato bovino. Los factores que determinan el riesgo de ingreso del agente causal al rebaño, están relacionados con la dinámica del movimiento animal y la existencia de hospederos susceptibles infectados en el rebaño o en su entorno, así como las características del agente y su sobrevivencia en el medio. Por otra parte, el riesgo de exposición y diseminación del agente, está definido por factores relacionados con la vía de contagio de *M. Bovis* y la susceptibilidad de los hospederos, los manejos realizados a

los animales y el medio en el que habitan y las características de los métodos de detección de los animales infectados.

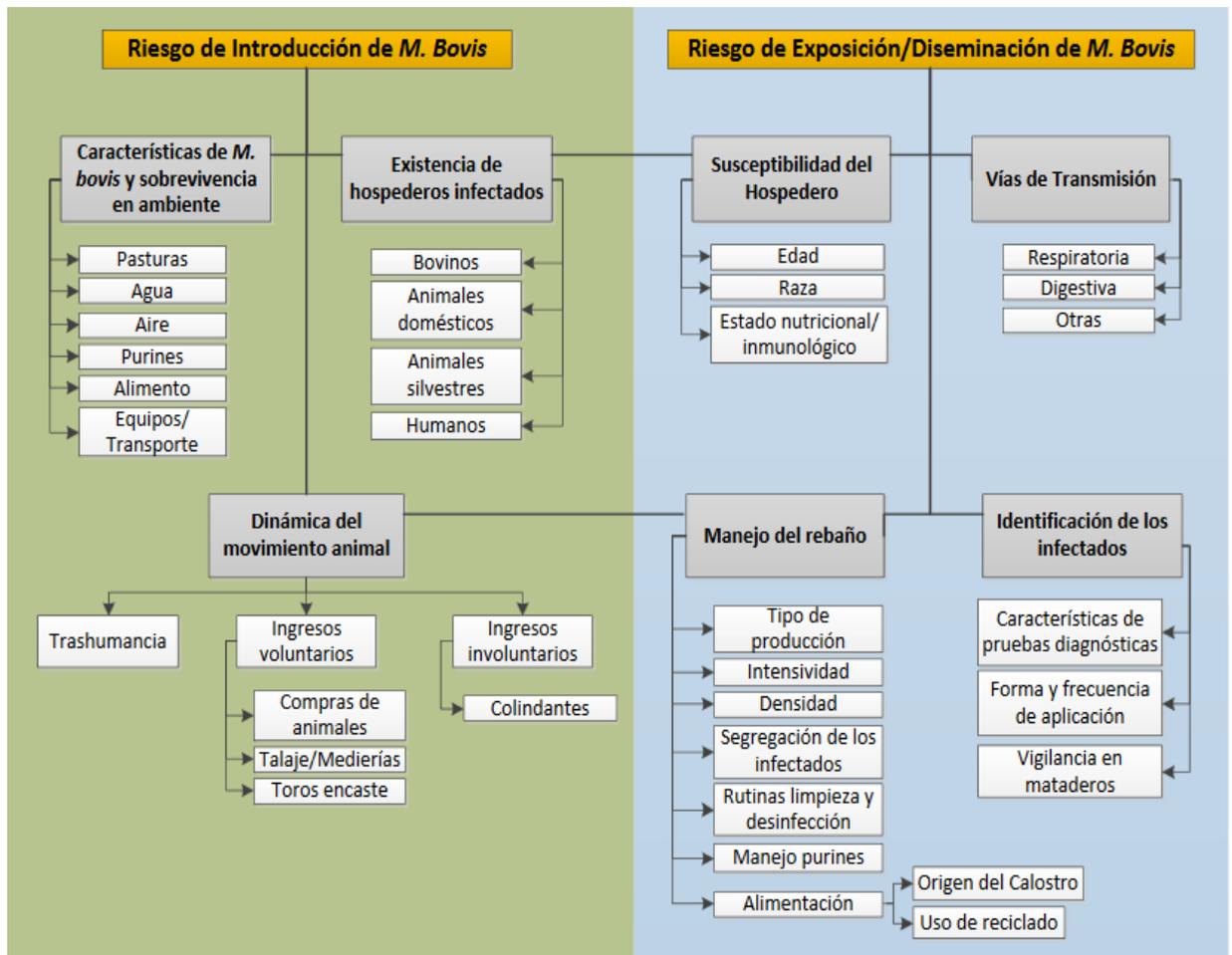


Figura 1. Clasificación de los factores de riesgo por Tuberculosis Bovina (TBB)
Fuente: Reyes P. (2012)

Entre los principales factores de riesgo citados por Reyes (2012) se encuentran:

2.2.4.1.1. Animales domésticos

Una gran variedad de hospederos puede ser afectados por TBB y a pesar que en la gran mayoría de ellos la enfermedad es auto limitante, pueden principalmente actuar como fuente de contagio para el ser humano y otros animales. En animales domésticos, la infección por *M. bovis* ha sido descrita en cabras, ovejas, caballos y cerdos.

En camélidos sudamericanos, también se ha descrito y ha adquirido importancia en Europa, debido a la importación de alpacas y llamas. En países desarrollados, se ha aumentado la vigilancia en zonas donde abunda el ciervo rojo y se le ha estipulado un estatus de riesgo al rebaño. Por otro lado, en los países en vías de desarrollo todas las especies susceptibles deberían ser monitoreadas. El contagio de animales domésticos hacia el ganado bovino no debería ser descartado, ya que tal variedad de hospederos puede complicar los intentos de controlar o eliminar la enfermedad (Reyes, 2012).

2.2.4.1.2. Animales silvestres

El ingreso de la TBB en el rebaño y su posterior mantención, igualmente puede ser a través de animales silvestres. Las especies silvestres pueden infectar al rebaño por contacto directo, lo cual es raro; sin embargo, algunos animales en etapas finales de la enfermedad modifican su conducta haciéndose más evidente. Por medio del contacto indirecto, el rebaño puede contagiarse por contaminación del ambiente con heces, orina y exudados de animales silvestres, al permanecer alimentándose en las mismas pasturas o beber en puntos en común con estos animales (Reyes, 2012).

Alguna de las especies silvestres a las cuales se les han descrito un papel en la mantención y diseminación de la TBB, como lo menciona Reyes (2012) son el tejón (*Meles meles*) en Irlanda y Reino Unido, la zarigüeya australiana o de cola de cepillo (*Trichosurus vulpecula*), el hurón (*Mustela furo*) en Nueva Zelanda, el búfalo africano (*Syncerus caffer*) en partes de Sudáfrica, el antílope acuático (*Kobus leche kafuensis*) y otros Bovidae en África, el bisonte de Norteamérica (*Bison bison*) en partes de Canadá y el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en Michigan, EE.UU.

2.2.4.1.3. Humanos

Reyes (2012) argumenta que los humanos contaminados con la enfermedad también pueden ser la causa de infección para los animales, actuando como huésped accidental de la Tuberculosis Bovina. A nivel mundial, 3,1% de los casos de tuberculosis en humanos son producidos por *M. bovis*. En América latina, se especula que la incidencia real de *M. bovis* es subestimada y en muchos casos incluso ignorada. A pesar que los casos de transmisión

del ser humano al rebaño son escasos, existen reportes de transmisión de *M. bovis* y *M. tuberculosis* al rebaño, a través de trabajadores que padecían de tuberculosis pulmonar o genitourinaria. A pesar que *M. tuberculosis* causa una infección menor y no progresiva en los animales, podría causar sensibilización a la tuberculina bovina, el antígeno usado rutinariamente en el diagnóstico de la tuberculosis en el rebaño.

Los factores que contribuyen a la infección de *M. bovis* en el ser humano son: la tenencia de ganado, historial de trabajo con animales, vivir con un pariente que posea ganado y la ingesta de leche no pasteurizada o carne cruda. El peligro del uso de leche no pasteurizada en la producción de quesos madurados, crema y yogurt no ha sido bien identificado; sin embargo, se considera un potencial riesgo para la salud pública. Las labores relacionadas con la adquisición de la infección son: los trabajadores de mataderos, veterinarios y técnicos de laboratorio, cuidadores de animales en los zoológicos y trabajadores de reservas animales y parques nacionales (Reyes, 2012).

2.2.4.1.4. Agua

El agua debería considerarse como potencial fuente de ingreso de *M. bovis*, debido a que puede contaminarse con excretas del ganado o de animales silvestres. A pesar de que el agente no perdura en los fómites por mucho tiempo, en la dosis suficiente como para transmitir la infección oralmente, las salpicaduras durante la ingestión de agua, pueden proporcionar un medio de entrada del bacilo en las vías respiratorias, un medio satisfactorio de transmisión de la enfermedad. Sin embargo, la disponibilidad de fuentes naturales de agua no fue un factor de riesgo importante en un estudio epidemiológico realizado en Irlanda. Por otra parte, el uso de implementos o vehículos de transporte contaminados, podría introducir el agente dentro del rebaño, dependiendo de la existencia de las condiciones ambientales que benefician la permanencia del agente (Reyes, 2012).

2.2.4.1.5. Movimiento animal

Reyes (2012) nos menciona que el movimiento animal desde rebaños infectados o de áreas en donde la enfermedad es endémica, ha sido uno de los determinantes críticos en la epidemiología de la enfermedad. La entrada de animales a un rebaño a través de la compra, en combinación con la moderada sensibilidad de la prueba del pliegue ano caudal, conforman los principales factores de riesgo relacionados con la introducción de la enfermedad. Considerando el origen de los animales comprados, se ha demostrado que aquellos que provienen de zonas de alta prevalencia, aumentan el riesgo de que ocurra un brote en el rebaño. Incluso en áreas endémicas, la entrada de un animal infectado es una importante causa de persistencia, ya que los rebaños son re-expuestos y posiblemente también son re-infectados. Por lo anterior, se debería considerar el chequeo de los animales en lo posible antes, o si no es factible, después de la compra y la mantención en cuarentena una vez que ingresen al rebaño.

2.2.5. Prevalencia

La prevalencia es una medida de frecuencia que determina la proporción de individuos que se encuentran enfermos al momento de evaluar el padecimiento en la población, por lo tanto, no hay tiempo de seguimiento (Fajardo, 2017).

Moreno, López y Corcho (2000) definen a la prevalencia como la proporción de la población que sufre la enfermedad en estudio en un momento dado, y se denomina únicamente como prevalencia (p). Al igual que todas las proporciones, no presenta dimensiones y para nada puede tomar valores menores de 0 o mayores de 1. Por lo general, se manifiesta como casos por 1 000 o por 100 habitantes.

Pita, Pértegas, y Valdés (2004) establecieron una fórmula para la determinación de la prevalencia. La **prevalencia (P)** cuantifica la proporción de individuos de una población que padecen una enfermedad en un momento o periodo de tiempo determinado. Su cálculo se estima mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{\text{Nº de casos con la enfermedad en un momento dado}}{\text{Total de población en ese momento}}$$

Figura 2. Fórmula de prevalencia
Fuente: Pita, Pértegas, y Valdés (2004).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. ENFOQUE

La presente investigación tiene un enfoque mixto, debido a que presenta características cuantitativas y cualitativas. Cuantitativa debido a la evaluación del porcentaje de animales infectados con tuberculosis bovina mediante el análisis de prevalencia, y cualitativa porque se determinó cuáles fueron los factores de riesgo que incidieron en la infección-contagio de TBB.

3.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación explorativa, ya que en la investigación se realizó en campo, en hatos ganaderos del Cantón Tulcán, en los cuales se utilizó la técnica de observación y no se modificó el área de estudio. Con este tipo de investigación, dentro sus propósitos, podemos citar la posibilidad de formular el problema de investigación, para extraer datos y términos que nos permitan generar las preguntas necesarias. Asimismo, proporciona la formulación de hipótesis sobre el tema a explorar (Morales, s.f.).

3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER

Afirmativa:

La prevalencia actual y factores asociados a Tuberculosis bovina en haciendas ganaderas de los pequeños y medianos productores del Cantón Tulcán están subestimados.

Nula:

La prevalencia actual y factores asociados a Tuberculosis bovina en haciendas ganaderas de los pequeños y medianos productores del Cantón Tulcán no están subestimados.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2. Definición y Operacionalización de variables

Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
La prevalencia actual y factores asociados a Tuberculosis bovina en haciendas ganaderas de los pequeños y medianos productores del Cantón Tulcán esta subestimada.	V.D. prevalencia de tuberculosis bovina	Diagnóstico	-Animales reactivos a TBB. -Fincas/hatos reactivos con uno o más animales.	Observación	-Prueba tuberculínica simple y comparada. -Reactivos PPD bovina y PPD aviar -Ficha de observación.
	V.I. Factores de riesgo.	-Transmisión - Identificación -Control	-Movimiento pecuario. -Presencia de otras especies domesticas en el hato. -Presencia de especies silvestres en los alrededores del hato. -Procedencia del agua brindada a los animales. -Conocimiento público de la enfermedad (TBB).	Encuesta	-Cuestionario -Banco de preguntas

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Métodos

3.4.1.1. Prueba Tuberculínica

Esta prueba constituye el método más utilizado para la detección de la tuberculosis bovina. Consiste en medir el engrosamiento de la piel, inyectando tuberculina bovina por vía intradérmica en la zona media y midiendo toda posible hinchazón posterior en el punto de aplicación del reactivo 72 horas más tarde (OIE, 2018).

La prueba comparativa de la tuberculina intradérmica con tuberculina bovina y aviar se utiliza principalmente para diferenciar entre animales infectados con *M. bovis* y animales sensibilizados a la tuberculina debido a una exposición a otras micobacterias o géneros relacionados.

La decisión relativa a si utilizar la prueba simple o la comparativa en general, según OIE (2018), se basa en la prevalencia de la infección por tuberculosis y en el nivel de exposición ambiental a otros microorganismos que causen sensibilización.

3.4.1.2. Tuberculina PPD

Las tuberculinas que se utilizan para los animales, son el derivado proteico purificado de tuberculina bovina (PPD bovino), elaborada con *Mycobacterium bovis* y el PPD aviar, elaborada con una cepa de *M. avium* (Torres, 2015).

Las tuberculinas PPD deben ser transportadas y conservadas en frío (+2°C a +8°C), protegiéndolas de la luz solar directa durante el trabajo de campo, así como también del congelamiento (freezer), ya que puede causar la precipitación de la tuberculoproteína.

Torres P. (2015) sugiere que una vez usado una parte del reactivo, el sobrante debe desecharse en caso de no usar ese mismo día, debido a que puede contaminarse y sufrir una desnaturalización, con precipitación y turbidez. Se deben tomar las debidas medidas cautelares en su manejo, para impedir la introducción de contaminantes dentro del frasco.

3.4.1.3. Instrumental utilizado para la prueba de diagnóstico tuberculínica

a) JERINGAS

Volumen, de 1 ml, graduadas en 0,1 mililitro.



Figura 3. Jeringa adecuada para protocolo tuberculinización
Fuente: ortopediasmasvida.cl

b) AGUJAS

Usar agujas hipodérmicas, conforme a normas IRAM 9031/78, calibre 6, longitud de la cánula 5 milímetros, que presenten una punta tipo “b” (bisel corto). Preferiblemente utilizar agujas desechables de similares características o de mayor longitud de cánula. Para las pruebas tuberculínicas de animales difíciles de inmovilizar, usar agujas más cortas (Torres, 2015).

c) CALIBRADORES

Utilizar calibres metálicos o plásticos, mismos que deben estar graduados al 0,1 milímetro.



Figura 4. Calibrador, utilizado para medir el diámetro de la inoculación de derivado proteico purificado (PPD)

Fuente: indiamart.com

3.4.1.4. TÉCNICA DE APLICACIÓN, LECTURA E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA TUBERCULÍNICA

3.4.1.4.1. Prueba ano - caudal simple

3.4.1.4.1.1. Aplicación:

Previo el protocolo de tuberculinización, todos los animales deben estar identificados. La prueba tuberculínica básica operativa o de rutina fue la intradérmica, aplicada en el tercio medio del pliegue ano-caudal interno, a unos 6 centímetros de la base de la cola y en el centro del pliegue.

Torres (2015) presenta un protocolo correcto de aplicación.

- Sujetar correctamente el animal en la manga, tratando de apretarlo contra los otros animales, para evitar que se mueva.
- Anotar el número de identificación del animal a tuberculinizar (Arete, marca, etc.)
- Conservar el reactivo al resguardo del sol dentro de una heladera con refrigerantes como hielo.
- Anotar en el protocolo de tuberculinización la marca, serie y fecha de vencimiento de la tuberculina.
- Limpiar con un algodón embebido en alcohol de 70° la aguja de inoculación cada vez que se cargue la jeringa o entre animal y animal inoculado.
- Usar jeringas y agujas limpias.
- Elevar la cola del animal con la ayuda de otra persona, hasta que el pliegue ano-caudal este ligeramente estirado (anexos, figura 11).
- Limpiar previamente a la inoculación la zona de aplicación preferiblemente con una toalla de papel desechable.
- No usar productos químicos o desinfectantes que irriten la piel de la región.

- Aplicar mediante la introducción intradérmica de la aguja de la forma más paralela posible al pliegue en toda su longitud, en las capas superficiales de la piel retirando un poco la jeringa e inyectar 0,1 mililitro de reactivo. Si la inyección fue bien aplicada, en el lugar inoculado debe aparecer una pápula.
- Es recomendable no usar sobrantes de tuberculina de un día para el otro.

3.4.1.4.1.2. Lectura

Torres (2015) menciona el siguiente protocolo de toma de resultados:

- Se realiza a las 72 horas (más o menos 6 horas) luego de la inoculación. En caso de impedimento por razones climáticas u otras causas, se podrá realizarse hasta 24 horas más tarde, dejando constancia en el protocolo de la demora en la lectura.
- Inmovilizar muy bien animal y verificar su identidad.
- La lectura de la tuberculina se hará levantando la cola del animal hasta estirar ligeramente el pliegue ano-caudal.
- Con los dedos índice y pulgar de la otra mano, se palpa el pliegue inyectado para comprobar si existe un engrosamiento.
- Medir el pliegue inoculado con ayuda del calibrador (anexos, figura 14) y anotar en el protocolo el engrosamiento, comparar la medida actual con la medida previa del pliegue, se calculará por diferencia el aumento del grosor. En un caso de no haber realizado la medición del grosor de la piel previamente a la inoculación, tomar como referencia el pliegue opuesto a la aplicación.

Cualquier sea la reacción observada (de cualquier grosor) anotar en el protocolo de tuberculinización.

3.4.1.4.1.3. Interpretación

En la primera prueba, cuando se desconoce si el hato está infectado o no, se aplicó el siguiente criterio general:

P = POSITIVO: engrosamiento de la piel de igual o mayor de 5 milímetros. (anexos, figura 13).

S = SOSPECHOSO: engrosamiento de 3 milímetros o más, y menos de 5 milímetros.

N = NEGATIVO: engrosamiento menor de 3 milímetros.

En un hato pueden presentarse las 3 situaciones siguientes:

- Ninguno de los animales del hato presentó reacciones mayores de 3 milímetros. En este caso se considera al hato como no infectado.
- En el hato existieron animales reaccionantes de 3 milímetros a 5 milímetros y no hay animales con una reacción mayor de 5 milímetros. Para este caso se clasifica el hato como Sospechoso. Para aclarar este estado, proceder a una segunda prueba ano-caudal a los 60 días de la primera, en todos los animales que presentaron reacción, siendo la interpretación la siguiente:
 - Si los animales sospechosos presentan una pronunciada reducción en el tamaño de las reacciones, se los podrá clasificar como negativos, y se considerará el hato como no infectado.
 - Si los animales presentan el mismo tamaño de reacción, se mantendrá la clasificación de sospechosos hasta un tercer examen definitivo a los 60 días del segundo.
 - Si en el hato se observa animales con grandes reacciones, de 5 milímetros o más, o en el caso de existir un antecedente de contaminación en el hato, se considerará este como infectado y se aplicará un criterio estricto, clasificando todos los animales con 3 milímetros o más, como positivos (Torres, 2015).

3.4.1.4.2. Prueba ano - caudal comparativa

El protocolo para la aplicación de esta prueba es muy similar al de la prueba ano-caudal simple, con diferencia de un paso:

- Aplicar mediante la introducción intradérmica de la aguja en uno de los pliegues en toda su longitud, en las capas superficiales de la piel, inyectar 0,1 mililitro de tuberculina PPD aviar, y en el otro pliegue inyectar 0,1 mililitro de tuberculina PPD bovina biológicamente balanceados (anexos, figura 12). Se debe procurar usar una jeringa para cada tuberculina (Torres, 2015).

3.4.1.4.2.1. Lectura e Interpretación

- Se realiza igualmente a las 72 horas luego de la inoculación.
- Inmovilizar muy bien animal y verificar su identidad.
- La lectura de las tuberculinas se hará levantando la cola del animal hasta tener una visibilidad de los pliegues ano-caudales.
- Con los dedos índice y pulgar de la otra mano, se palpa uno por uno los pliegues inoculados para comprobar si existe un engrosamiento.
- Medir con ayuda del calibrador el engrosamiento de cada una de las inoculaciones y anotar en el protocolo el engrosamiento, comparar la medida actual con la medida previa del pliegue, se calculará por diferencia el aumento del grosor.
- La interpretación está basada en el tamaño de la respuesta a la tuberculina bovina comparada con la aviar, así que, se considera reactor positivo, al animal con 4 mm o más de respuesta a la PPD bovina que a la PPD aviar (Torres, 2015).

Tabla 3. Interpretación resultados prueba ano-caudal comparativa

PPD bovino	PPD aviar	Respuesta
Más de 4 mm.	0	Positiva
Más de 2 mm.	0	Sospechosa
Igual o menor de 2 mm.	0	Negativa

Fuente: Torres P. (2015)

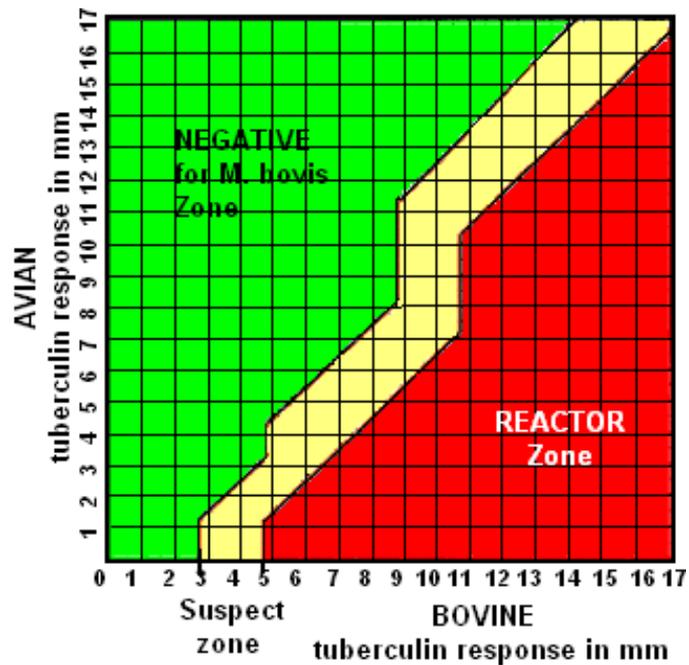


Figura 5. Gráfico para interpretación de resultados de la prueba tuberculínica comparada
Fuente: Grooms & Molesworth, 2000

3.4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la toma de muestra de la presente investigación se consideró a los socios del Centro Agrícola del Cantón Tulcán, que concentran un total de 24 hatos ganaderos ubicados en su mayoría en el sector sur-occidente de la parroquia Tulcán del Cantón Tulcán, se procedió a muestrear animales mayores de 6 meses de edad, así mismo según Proaño y Benitez (2009), no se deben considerar para la investigación hembras con un mes post parto y un mes pre parto, resultando una muestra final de 380 unidades bovinas para la investigación. Además, los hatos fueron clasificados por tamaño, según el número de animales, siendo esto:

- Hatos Grandes: # de animales mayor de 50
- Hatos Medianos: # de animales entre 20 a 50
- Hatos Pequeños: # de animales menor de 20

3.4.3. ÁREA DE ESTUDIO

Como área de estudio se tomó a las propiedades de los asociados al Centro Agrícola del Cantón Tulcán, mismos que en su mayoría tiene sus fincas en el sector sur-occidental del cantón Tulcán.



Figura 6. Mapa del área de estudio de la presente investigación.
Fuente: Google Maps

Coordenadas del área de estudio

Longitud: 0°46'02.9"N

Latitud: 77°43'56.9"W (Sector las juntas)

Altitud: 2900 a 3200 msnm.

Clima: 6 °C – 10°C. (GAD Tulcán, 2012)

Delimitaciones del área de estudio

Norte: Parroquia Tulcán

Sur: Páramo de Chalpatán

Este: Parroquia Urbina

Oeste: Parroquia Tufiño

3.4.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.4.5.1. Prueba de chi cuadrada de Pearson

Esta prueba mide la relación de independencia o dependencia entre dos variables de tipo cualitativo o categórico. La prueba de χ^2 puede ser usada como una prueba de significancia estadística no paramétrica para comparar proporciones o frecuencias. Los datos se presentan en tablas de contingencia o también denominadas tablas 2 x 2 (Hernández, s.f.).

3.4.5.2. Requisitos de la prueba de chi cuadrada de Pearson

Hernández (s.f.) argumenta que se debe contar con dos variables cualitativas, ya sea de tipo nominal u ordinal. Los datos deben ser obtenidos de manera aleatoria. Las frecuencias esperadas por celdas deben ser > 5 , sólo se puede permitir una celda con un valor < 5 sin llegar al cero.

3.4.5.3. Significancia estadística

Por lo general la mayoría de los investigadores trabajan con un nivel de significancia de 5% (equivalente a un nivel de confianza de 95%), por lo que aceptan que existe asociación entre las variables estudiadas cuando el valor de p es menor a 0,05 (Hernández, s.f.).

3.4.5.4. Principales aplicaciones de la prueba chi-cuadrado

Al examinar una población un carácter cuantitativo o cualitativo el estudio resulta muy tedioso por el gran número de elementos del que consta la población. Por lo habitual, se examina una muestra recolectada de la población, lo que llevará a poseer una sucesión de datos, y saber hasta qué momento la muestra se puede reconocer como perteneciente a una distribución teórica conocida. Constantemente existirán desviaciones entre la distribución empírica u observada y la distribución teórica. Se propone la cuestión de conocer si estas desviaciones son debidas a una coincidencia o al haber tomado una distribución teórica inadecuada (De la Fuente, s.f.).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Prevalencia

La prueba se la realizó a 380 animales de 24 hatos ganaderos, propiedad de cada uno de los socios del Centro Agrícola del Cantón Tulcán, distribuidos la mayoría en el sector sur-occidental del Cantón Tulcán.

Se realizó la prueba tuberculínica en dos etapas. La primera, la prueba ano-caudal simple (anexos, tabla 11), luego, para confirmar los casos sospechosos, se implementó la prueba ano-caudal comparativa (anexos, tabla 12) obteniendo así los siguientes resultados que se indican a continuación.

Luego de las respectivas pruebas de campo y el análisis se puede decir que, de 380 animales, 4 resultaron ser positivos, con una prevalencia en animales $P= 1.05\%$, y a nivel de hatos, de 24 fincas analizadas, 4 resultaron ser rectoras, resultando una prevalencia de $P=16.66\%$.

Tabla 4. Prevalencia por hatos lecheros

Sector	Hatos por sector	Hatos reactivos	Prevalencia
San Miguel	3	1	33.33%
El manzano	1	0	0%
La Modelo	3	0	0%
Chulamuez	2	2	100%
San Gerardo	8	0	0%
Las Peñas	3	0	0%
San Pedrito	2	1	50%
Chapuez	2	0	0%
TOTAL	24	4	16.66%.

Tabla 5. Prevalencia por animales

Sector	ID Hato	Tamaño del hato	Bovinos en el hato	Bovinos reactivos	No reactivos	Prevalencia
El manzano	Hato N°1	M	28	0	28	0%
San miguel	Hato N°1	P	17	0	17	0%
	Hato N°2	P	10	0	10	0%
	Hato N°3	P	9	1	8	11.11%
La modelo	Hato N°1	M	23	0	23	0%
	Hato N°2	P	6	0	6	0%
	Hato N°3	P	10	0	10	0%
Chulamuez	Hato N°1	P	9	1	8	11.11%
	Hato N°2	P	12	1	11	8.30%
San Gerardo	Hato N°1	P	7	0	7	0%
	Hato N°2	P	5	0	5	0%
	Hato N°3	P	15	0	15	0%
	Hato N°4	P	6	0	6	0%
	Hato N°5	M	25	0	25	0%
	Hato N°6	P	16	0	16	0%
	Hato N°7	P	6	0	6	0%
	Hato N°8	P	18	0	18	0%
Las peñas	Hato N°1	M	25	0	25	0%
	Hato N°2	M	22	0	22	0%
	Hato N°3	P	13	0	13	0%
San pedrito	Hato N°1	P	15	0	15	0%
	Hato N°2	P	12	1	11	8.30%
Chapuez	Hato N°1	M	34	0	34	0%
	Hato N°2	M	37	0	37	0%
TOTAL			380	4	376	1.05%

Tamaño de los hatos: P= Pequeño, M= Mediano, G= Grande

La presencia de animales reactivos se dio en su totalidad en hatos pequeños, donde el número de animales no superaba los veinte individuos.

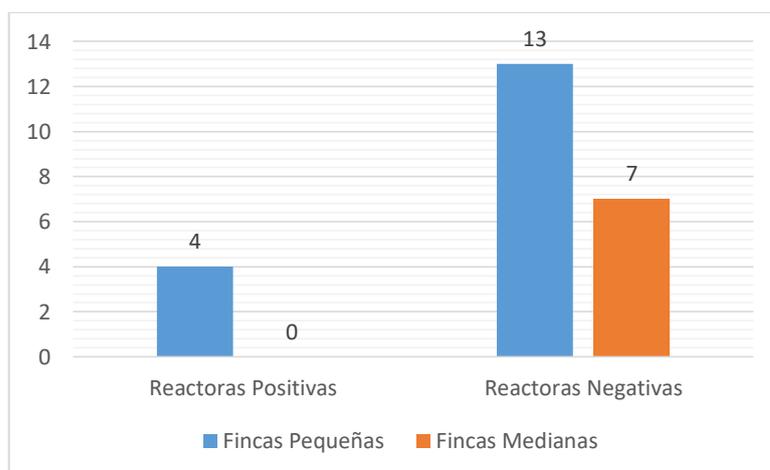


Figura 7. Tamaño y número de fincas reactivas.

4.1.2. FACTORES DE RIESGO

4.1.2.1. Movimiento pecuario

La adquisición e introducción de animales foráneos al ható es un factor de riesgo desde el punto de vista estadístico, ya que el valor de $P < 0.05$, expuesto en la tabla 6, siendo la compra de animales en ferias ganaderas (50%) y a vecinos de fincas aledañas (50%) como principales sectores de origen de estos animales reactivos, como muestra la figura 8.

Tabla 6. Resultados de la prueba Chi Cuadrado de Pearson con respecto al movimiento pecuario como factor de riesgo de tuberculosis bovina

		NO	SI	TOTAL	Porcentaje (%)
Animales reactivos	NO	16	4	20	20%
	SI	0	4	4	100%
TOTAL		16	8	24	
Chi Cuadrado Pearson				9,60	
Valor de P				0,0019	

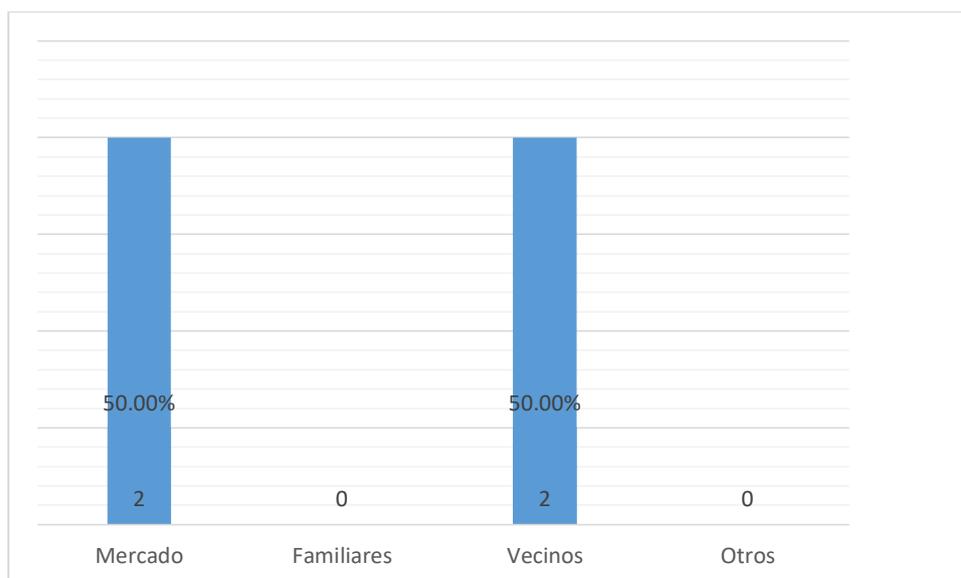


Figura 8. Procedencia de animales introducidos a fincas de la zona

4.1.2.2. Especies domésticas

Estadísticamente la existencia en las propiedades de otras especies domesticas no es considerado como un factor de riesgo debido a que el valor de $P > 0.05$, expuesto en la tabla 7. Además, no es factor de riesgo porque en las fincas predominan gallinas y en segundo lugar perros (Figura 9).

Tabla 7. Resultados de la prueba Chi Cuadro de Pearson con respecto a existencia de otras especies domesticas como factor de riesgo de tuberculosis bovina.

		NO	SI	TOTAL	Porcentaje (%)
Animales reactivos	NO	4	16	20	80%
	SI	0	4	4	100%
TOTAL		4	20	24	
Chi Cuadrado Pearson				0,96	
Valor de P				0,32	

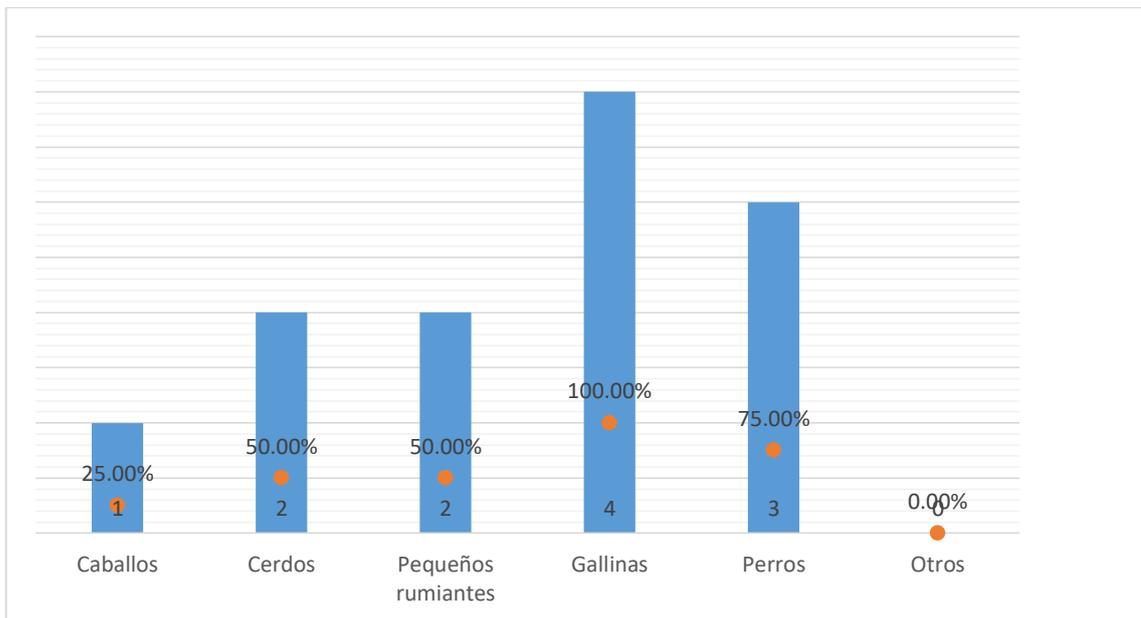


Figura 9. Especies domésticas diferentes a bovinos existentes en los hatos analizados en la investigación

4.1.2.3. Especies Silvestres

La presencia de animales silvestres en las fincas desde el punto de vista estadístico no es considerado en esta investigación como un factor de riesgo, ya que el valor de $P > 0,05$, como se muestra en la tabla 8, aunque, luego de la encuesta realizada a los moradores y propietarios de los hatos, confirmaron mediante sus avistamientos diarios, como lo muestra la figura 10, la presencia de roedores y otros mamíferos (erizos, armadillos, chucures) en los hatos.

Tabla 8. Resultados de la prueba Chi Cuadro de Pearson con respecto a existencia de especies silvestres como factor de riesgo de tuberculosis bovina.

		NO	SI	TOTAL	Porcentaje (%)
Animales reactivos	NO	1	19	20	95%
	SI	1	3	4	75%
TOTAL		2	22	24	
Chi Cuadrado Pearson				1,75	
Valor de P				0,18	

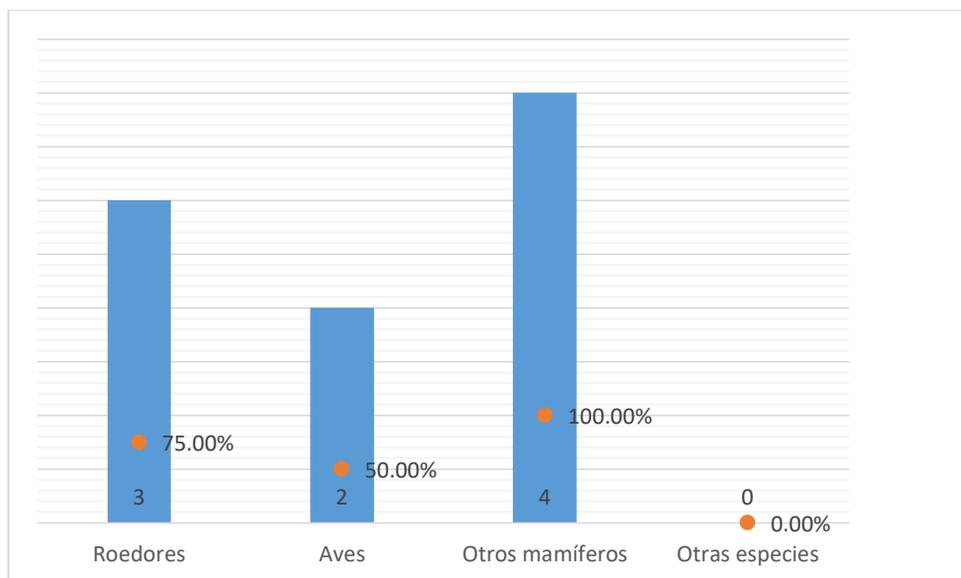


Figura 10. Animales silvestres dentro de la propiedad

4.1.2.4. Agua

En este estudio el agua brindada a los animales estadísticamente resulto ser un factor de riesgo, ya que el valor de $P < 0.05$, como lo muestra la tabla 9.

Tabla 9. Resultados de la prueba Chi Cuadro de Pearson con respecto a procedencia del agua brindada a los animales como factor de riesgo de tuberculosis bovina.

		Acequia	otros	TOTAL	Porcentaje (%)
Animales reactivos	NO	8	12	20	60%
	SI	4	0	4	0%
TOTAL		12	12	24	
Chi Cuadrado Pearson				4,80	
Valor de P				0,028	

4.1.2.5. Conocimiento de la enfermedad

El desconocimiento de la TBB por parte de los moradores desde el punto de vista estadístico no es considerado como un factor de riesgo en esta investigación, ya que el valor de $P > 0,05$, expuesto en la tabla 10.

Tabla 10. Resultados de la prueba Chi Cuadro de Pearson con respecto al conocimiento público acerca de la enfermedad (Tuberculosis Bovina). como factor de riesgo de tuberculosis bovina.

		No	Si	TOTAL	Porcentaje (%)
Animales reactivos	NO	19	1	20	5%
	SI	4	0	4	0%
TOTAL		23	1	24	
Chi Cuadrado Pearson				0,21	
Valor de P				0,64	

4.2. DISCUSIÓN

El porcentaje de prevalencia en animales en este estudio resultó ser del 1.05%, valor que, en comparación con investigaciones pasadas como la realizada por Paillacho (2015) encontró una prevalencia de $P=0.54\%$, mientras que Chicaiza y Quinotoa (2013) encontraron una prevalencia en Cotopaxi, Carchi e Imbabura del 1%, y a nivel de la provincia del Carchi del 3.57%, lo que indica la presencia de la enfermedad (TBB) en la provincia del Carchi.

En cuanto a factores de riesgo, Proaño y Benitez (2009) mencionan que la reciente introducción de nuevos animales en una manada del mercado o de una manada a otra es también un factor de riesgo conocido para TBB, encontrando en su estudio una relación significativa entre la introducción de este tipo de ganado y la infección por TBB ($P = 0.04$). La adquisición de animales fuera de las propiedades se dá con mucha frecuencia en los sectores estudiados en esta investigación, siendo mercados y vecinos de las granjas los principales puntos de origen de adquisición. A esto se debe añadir que el principal problema en sí es que los animales entran con un estatus sanitario desconocido, ya que los anteriores dueños no presentan un documento que asegure que los animales estén sanos y libres de cualquier enfermedad, en este caso de TBB.

Por otro lado, la existencia de otras especies domésticas en la presente investigación no está considerado como factor de riesgo, aunque, según Reyes (2012) la transmisión de animales domésticos al ganado bovino no debería descartarse, debido a que estas especies se presentan como hospederos y podrían complicar los intentos de controlar o erradicar la enfermedad. Así mismo, Paillacho (2015), asegura que la mayoría de fincas donde realizó su investigación, los bovinos tiene una estrecha relación con otras especies domésticas, mismas que pueden llegar a ser hospederos de *M. bovis* y generar un futuro contagio de la enfermedad al ganado.

La presencia de especies silvestres, así mismo, no resultó ser un factor de riesgo en esta investigación, corroborando lo estipulado por OIE (2014), donde menciona que la enfermedad ha sido puesta bajo control en casi todos los países desarrollados, con el problema de perdurabilidad de la enfermedad en animales silvestres, los cuales se presentan como hospederos y a través del contacto indirecto, el rebaño puede infectarse por contaminación del ambiente con heces, orina y exudados de animales silvestres, al compartir las pasturas o beber agua en puntos en común con estos animales.

En cuanto al origen del agua, Reyes (2012) menciona que puede contaminarse con excretas del ganado o de animales silvestres y también deberían considerarse como potencial fuente de ingreso de *M. bovis*. A pesar de que el agente no sobrevive en los fómites por mucho tiempo, en la dosis suficiente como para transmitir la infección oralmente, las salpicaduras durante la ingestión de agua, pueden proporcionar un medio de entrada del bacilo en las vías respiratorias, un medio eficiente de transmisión de la enfermedad. Para prevenir esta vía de contagio, SENASA (2007) menciona que una buena medida de control en caso de existir animales reactivos positivos es evitar el uso común de bebederos por animales enfermos y sanos. Este factor de riesgo puede llegar a corroborarse debido a que de los cuatro hatos ganaderos reactivos encontrados en este estudio, dos se encontraban en la misma zona, llevando a un posible contagio debido a que la fuente de agua brindada a los animales de estas granjas es una acequia, como lo muestra la tabla 9, misma que pasa por el borde de dos fincas reactivas.

La proximidad a otros rebaños afectados con TBB, ha sido asociada con una mayor probabilidad de tener un animal infectado. Es así como granjas que tienen un rebaño colindante infectado, son más propensas a tener un brote, en comparación con aquellos rebaños que no comparten límites (Reyes, 2012). Esto último combinado con el desconocimiento parcial y en algunos casos total de la existencia de la enfermedad (TBB) por parte de los propietarios de los hatos y los moradores, conlleva a un potencial factor de riesgo, ya que al ignorar la existencia de una enfermedad que puede llegar a causar muchos problemas dentro de sus hatos ganaderos, priva a los propietarios a tomar cualquier medida de precaución o un posible control ante una hipotética aparición de la TBB.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El porcentaje de prevalencia de tuberculosis bovina en hatos en la parroquia Tulcán del cantón Tulcán es de $P= 16,66\%$.
- El porcentaje de prevalencia de tuberculosis bovina en animales en la parroquia Tulcán del cantón Tulcán es de $P=1,05\%$.
- El movimiento pecuario, según el análisis estadístico chi cuadrado, resultó ser un factor de riesgo en esta investigación, donde la adquisición de animales en ferias ganaderas y a vecinos son los principales orígenes de animales de remplazo.
- La procedencia del agua brindada a los animales, según el análisis estadístico chi cuadrado, resultó ser un factor de riesgo en esta investigación.
- No se mostraron como factores de riesgo mediante la prueba chi cuadrado la presencia de otras especies domésticas en el hato, la presencia de especies silvestres en los alrededores del hato y el conocimiento público de la enfermedad.

5.2. RECOMENDACIONES

- En la presente investigación se corroboró la presencia de la TBB con una prevalencia de $1,05\%$, por lo que se recomienda como mecanismo de prevención el diagnóstico de los animales, mediante las pruebas de tuberculinización.
- Propietarios de hatos se deben cerciorar de comprar o adquirir animales en zonas que estén libres de tuberculosis bovina, ya sea en fincas con registros que avalen que son predios libres de TBB, y en el caso de los mercados, exigir que los animales tengan la certificación respectiva.
- A pesar que la presencia de animales domésticos y silvestres en la presente investigación no pudieron ser considerados como factor de riesgo, se recomienda para el caso de animales domésticos aislarles de áreas productivas, mientras que para animales silvestres mejorar el sistema de cercado.

- Para los propietarios de fincas que comparten acequias, riachuelos o cualquier fuente de agua para el consumo de sus animales, es importante conocer acerca del estado sanitario de sus fincas vecinas para eliminar cualquier sospecha de un posible contagio de enfermedades por este medio, así mismo, tratar de ser lo más aseados posibles en sus propiedades con las fuentes de agua, ya que no son los únicos que las están usando, sino que más adelante muchas más granjas pueden utilizarlas.
- Capacitar a los propietarios para el momento que vayan a adquirir animales fuera de sus propiedades, ya sea en mercados locales, a vecinos o familiares, se cercioren muy cuidadosamente de sus antecedentes de salud, de su origen, ya que, si no toman estas medidas de precaución, pueden estar causando la introducción de enfermedades a su propiedad y por ende contagiando a sus animales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abalos, P. y Retamal, P. (2004). *Tuberculosis: ¿una zoonosis re-emergente?* Santiago, Chile. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/profile/Pedro_Abalos/publication/237515129_Tuberculosis_una_zoonosis_re-emergente/links/00b495376dc844a309000000.pdf
- Acha, P. y Szyfres, B. (2001). *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales*. Washington, EUA. Recuperado de:
<http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/709/9275315809.pdf>
- Agrocalidad. (2016). *INSTRUCTIVO PARA LOS PROCESOS DE CERTIFICACIÓN Y RECERTIFICACIÓN DE PREDIOS LIBRES DE BRUSELOSIS Y TUBERCULOSIS BOVINA*.
- CRESA. (25 de Febrero de 2015). *TUBERCULOSIS BOVINA*. Recuperado de www.cresa.es/granja/tuberculosis.pdf
- De Kantor, I. N., Paolicchi, F., Bernardelli, A., Torres, P. M., Canal, A., Lobo, J. R., ... & Insaurrealde, A. L. (2008). *LA TUBERCULOSIS BOVINA EN AMÉRICA LATINA. SITUACIÓN ACTUAL Y RECOMENDACIONES*. In III Congreso Latinoamericano de Zoonosis, OIE, Buenos Aires, Argentina.
- De la Fuente, S. (S.F.). *APLICACIONES DE LA CHI-CUADRADO: TABLAS DE CONTINGENCIA. HOMOGENEIDAD. DEPENDENCIA E INDEPENDENCIA*. Recuperado de <http://www.fuenterrebollo.com/Aeronautica2016/contingencia.pdf>
- Delgado, A. (2019). *LA PRUEBA DE TUBERCULINA*. Recuperado de <http://www.actualidadganadera.com/articulos/la-prueba-de-tuberculina.html>
- Echeverría, G. (2011). *DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE TUBERCULOSIS BOVINA (TBB) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE NESTED-PCR EN BOVINOS FAENADOS EN LOS CAMALES MUNICIPALES DE LOS CANTONES CAYAMBE (PICHINCHA) Y PELILEO (TUNGURAHUA)*. Sangolqui.
- El Telégrafo. (2018). *El 8% del PIB lo genera el sector agropecuario*. Recuperado de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/pib-sector-agropecuario-ecuador>
- FAO. (2012). *Boletín de enfermedades transfronterizas de los animales*. EMPRES, 2-44.
- Fajardo, A. (2017). *MEDICIÓN EN EPIDEMIOLOGÍA: PREVALENCIA, INCIDENCIA, RIESGO, MEDIDAS DE IMPACTO*. Ciudad de México, México. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ram/v64n1/2448-9190-ram-64-01-00109.pdf>

- Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria. (2014). *Ficha MYCOBACTERIUM*. Recuperado de http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento150/33Mycobacterium.pdf
- Gil, A. y Samartino, L. (2001). *ZOONOSIS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL DE LAS ÁREAS URBANAS Y PERIURBANAS DE AMÉRICA LATINA*. Recuperado de http://www.fao.org/Ag/againfo/resources/es/publications/sector_discuss/PP_Nr2_Final.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Tulcán. (2012). *Atlas PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. Tulcán. Ecuador.
- Hernández, L. (S.F.). Prueba de chi cuadrada de Pearson (χ^2). Recuperado de https://www.academia.edu/37850061/Prueba_de_chi_cuadrada_de_Pearson_x_2
- Herrera, E.(2011). *Dianóstico de Tuberculosis Bovina, mediante la Prueba Intradermica Cervical comparada en cinco hatos lecheros de la Ciudad de Otavalo, Provincia de Imbabura*.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2019) Tuberculosis Bovina. Recuperado de [https://www.ica.gov.co/getdoc/37fff3e7-2414-4129-a10406f55f7f6c63/tuberculosis-bovina-\(1\).aspx](https://www.ica.gov.co/getdoc/37fff3e7-2414-4129-a10406f55f7f6c63/tuberculosis-bovina-(1).aspx)
- Leal-Bohórquez, A. F., Castro-Osorio, C. M., Wintaco-Martínez, L. M., Villalobos, R., & Puerto-Castro, G. M. (2016). Tuberculosis por Mycobacterium bovis en trabajadores de fincas en saneamiento para tuberculosis bovina, de Antioquia, Boyacá y Cundinamarca. *Revista de Salud Pública*, 18, 727-737.
- López, L., Díaz, F., Vallecillo, A., Esquivel, H., Gutiérrez, J. (2006). *Tuberculosis humana y bovina en Latinoamérica: De estudios sobre virulencia hacia herramientas para su control*. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/lamico/mi-2006/mi062r.pdf>
- Moreno, A., López, S., Corcho, A. (2000). PRINCIPALES MEDIDAS EN EPIDEMIOLOGÍA. Recuperado de https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/asset/s/spm/v42n4/2882.pdf
- Morales, N. (S.F.). Investigación Exploratoria: Tipos, Metodología y Ejemplos. Recuperado de <https://www.lifeder.com/investigacion-exploratoria/>
- Neira, R. , Rodríguez G. , Silva A. , Arias L. , Guerrero, M. , León, C. (2006). *Estudio macro y microscópico de la tuberculosis aviar en un zoológico de la Sabana de Bogotá*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4943769>
- OIE. (2008). *TUBERCULOSIS BOVINA*. Recuperado de http://web.oie.int/esp/normes/mmanual/pdf_es/2.3.03_Tuberculosis_bovina.pdf

- OIE. (13 de Octubre de 2014). *FICHAS DE INFORMACION GENERAL SOBRE ENFERMEDADES ANIMALES*. Recuperado de <http://www.oie.int/doc/ged/D14008.PDF>
- OIE. (2018). *TUBERCULOSIS BOVINA*. Recuperado de http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.04.06_BOVINE_TB.pdf
- Paillacho, P. (2015). *PREVALENCIA DE TUBERCULOSIS BOVINA EN LA PARROQUIA SANTA MARTHA DE CUBA DEL CANTÓN TULCÁN*. Tulcan. Ecuador.
- Pita, S., Pértegas, S., & Valdés, F. (2004). *Medidas de frecuencia de enfermedad*. Coruña (España). Recuperado de https://www.fisterra.com/mbe/investiga/medidas_frecuencia/med_frec2.pdf
- Proaño-Pérez F., Benítez-Ortiz W., Celi-Eraza M., Ron-Garrido L., Benítez-Capistros R., Portaels F, Rigouts L, Linden A. (2009). *Comparative Intradermal Tuberculin Test in Dairy Cattle in the North of Ecuador and Risk Factors Associated with Bovine Tuberculosis*. [Prueba comparativa de tuberculina intradérmica en ganado lechero en el norte de Ecuador y factores de riesgo asociados con la tuberculosis bovina] Quito, Ecuador. Recuperado de <https://scholar.google.com.ec/citations?user=N3SO2NgAAAAJ&hl=es>
- Proaño, F., & Benitez, W. (2011). *Epidemiología de la Tuberculosis Bovina en Ecuador*. Vademecum Veterinario, 1-2.
- Ramos, S., Guzmán, C., Marín, G.(2010). *DETERMINACION DE LA TUBERCULOSIS BOVINA EN HATOS LECHEROS, CANTON LOS CHACOS*. Santa Cruz. Bolivia.
- Reyes, P. (14 de Agosto de 2012). *TUBERCULOSIS BOVINA: LA IMPORTANCIA DE LOS FACTORES DE RIESGO EN LA INTRODUCCIÓN Y EXPOSICIÓN - DISEMINACIÓN DE M. BOVIS EN EL REBAÑO BOVINO*. Recuperado de https://www2.sag.gob.cl/Pecuaria/bvo/BVO_15_I_semestre_2012/libros/monografia_TB_factores_riesgo_PReyes.pdf
- SENASA. (2007). *PROGRAMA NACIONAL DE LUCHA CONTRA LA TUBERCULOSIS BOVINA*. Sitio Argentino de Produccion Animal, 4-7.
- Torres, P. (2015). *PRUEBAS TUBERCULÍNICAS (INOCULACIÓN, LECTURA INTERPRETACIÓN) PREGUNTAS Y RESPUESTAS*. Recuperado de http://www.senasa.gov.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/ANIMAL/BOVINOS_BUBALINOS/PROD_PRIMARIA/SANIDAD/ENF_Y ESTRAT/TUBERCULOSIS/file1008-5.pdf

Torres, P. (2015). *PRUEBAS DIAGNÓSTICAS DE CAMPO*. Recuperado de http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/ANIMAL/BOVINOS_BUBALINOS/PROD_PRIMARIA/SANIDAD/ENF_Y_ESTRAT/TUBERCULOSIS/file1012-9.pdf

The Center for Food Security & Public Health, (2010). *Tuberculosis bovina*. Recuperado de http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/bovine_tuberculosis-es.pdf

VII. ANEXOS

Tabla 11. Resultados prueba ano-caudal simple

Sector	Hatos por sector	Bovinos reactores	No reactores	Total	Prevalencia
El Manzano	1	0	28	28	0%
San Miguel	3	2	34	36	5.56%
La Modelo	3	1	38	39	2.56%
Chulamuez	2	3	18	21	14.29%
San Gerardo	8	3	95	98	3.06%
Las Peñas	3	3	57	60	5%
San Pedrito	2	2	25	27	7.41%
Chapuez	2	1	70	71	1.41%
TOTAL	24	15	365	380	3.94%

Tabla 12. Resultados prueba ano-caudal comparativo.

Sector	Hatos por sector	Bovinos reactores	No reactores	Total	Prevalencia
San Miguel	1	1	1	2	50%
La Modelo	1	0	1	1	0%
Chulamuez	2	2	1	3	66.67%
San Gerardo	3	0	3	3	0%
Las Peñas	2	0	3	3	0%
San Pedrito	1	1	1	2	50%
Chapuez	1	0	1	1	0%
TOTAL	11	4	11	15	26.67%

ENCUESTA FACTORES DE RIESGO TUBERCULOSIS BOVINA (TBB)

1. Origen o procedencia de Animales
¿Últimamente ha adquirido animales fuera de su propiedad? Sí___ No___
¿Dónde? Mercado___ Familiares___ Vecinos___ Otros___
2. ¿Posee otras especies domesticas aparte de bovinos? Sí ___ No___
¿Cuales? Caballos___ Cerdos ___ Pequeños Rumiantes___
Gallinas___ Perros___ Otros_____
3. Dentro de su propiedad ¿Conoce usted acerca de la existencia de animales silvestres? Sí___ No___
¿Cuáles? Roedores___ Aves___ Otros mamíferos___ Otros_____
4. Procedencia del agua que brinda a sus animales.
Potable___ Pozo___ Acequia___ Rio___ Estanque___ Otros___
5. ¿Conoce usted si los vecinos de su propiedad tuvieron o tiene problemas con la TBB? Sí___ No___
6. ¿Conoce usted si algún familiar suyo padeció o padece de esta enfermedad?
Sí___ No___

Realizado por: Orbe R. (2019)



Figura 11. Aplicación reactivo derivado proteico purificado (PPD)



Figura 12. Aplicación de la prueba tuberculínica ano-caudal comparada



Figura 13. Ampolla en la zona ano-caudal de un animal reactor



Figura 14. Medición con el calibrador de la ampolla luego de la aplicación de la tuberculina
Fuente: Torres P. (2013)