



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y

VETERINARIA

CARRERA DE AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente practico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

Impacto de la Paratuberculosis bovina en la productividad de
ganaderías en el Ecuador.

AUTORA:

Nayely Ayli Arévalo Santana

TUTOR:

Ing. Zoot. Carmen Vásconez Montufar, Mgtr, Cs.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2024

RESUMEN

En el desarrollo de esta investigación basada en las “Impacto de la Paratuberculosis bovina en la productividad de ganaderías en el Ecuador.” en la cual se planteó como objetivo, evaluar el impacto de la paratuberculosis bovina en la productividad de ganaderías en el Ecuador. La metodología, se determina que se basó en un tipo de investigación básico, donde se desarrolló bajo un enfoque descriptivo-analítico, con un diseño de investigación cualitativo, en su desarrollo se determinó la producción general de bovinos en el Ecuador, la paratuberculosis, definición, agente causal, el ciclo de vida del mismo, su sintomatología, sus daños causados al ganado bovino, su impacto económico en los diferentes tipos de ganaderías dentro del Ecuador, prevalencia global y regional, mecanismos de infección y desarrollo de la enfermedad, vacaciones y programas de erradicación. En cuanto a los resultados, el impacto de la paratuberculosis en las ganaderías del Ecuador se evidencia que tiene un 25%, en las tasas de infección en el ganado, ya que su temprana detección es complicada, sin sus respectivo pruebas ELISA o PCR, En conclusión, las pérdidas económicas asociadas a la paratuberculosis bovina son significativamente con estimaciones que van desde los 200 a 500 \$ por animal infectado a la reducción de la producción de leche y el peso corporal, la epidemiología de la paratuberculosis bovina en ganaderías Ecuador tiene una prevalencia variable, los factores como la alta intensidad de ganado y las prácticas de manejo inadecuadas aumentan la mortalidad, trasmisión y prevalencia de *Mycobacterium avium*.

Palabras Claves: Paratuberculosis, Ganaderías, Sintomatología, Pérdidas, Productividad.

SUMMARY

In the development of this research based on the "Impact of bovine paratuberculosis on the productivity of livestock in Ecuador." in which it was proposed as an objective, to evaluate the impact of bovine paratuberculosis on the productivity of livestock in Ecuador. The methodology, it is determined that it was based on a basic type of research, where it was developed under a descriptive-analytical approach, with a qualitative research design, in its development the general production of cattle in Ecuador, paratuberculosis, definition, causal agent, its life cycle, its symptoms, its damages caused to cattle, its economic impact on the different types of livestock within Ecuador, global and regional prevalence, infection mechanisms and development of the disease, vacations and eradication programs were determined. In terms of the results, the impact of paratuberculosis in livestock in Ecuador is evident at 25% of the infection rates in cattle, because its early detection is complicated without the respective ELISA or PCR tests. In conclusion, the economic losses associated with bovine paratuberculosis are significant, with estimates ranging from \$200 to \$500 per infected animal, due to reduced milk production and body weight. The epidemiology of bovine paratuberculosis in livestock in Ecuador has a variable prevalence, factors such as high livestock intensity and inadequate management practices increase the mortality rate of *Mycobacterium avium* transmission.

Keywords: Paratuberculosis, Livestock, Symptoms, Losses, Productivity.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
1.CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Líneas de investigación.....	4
2. DESARROLLO.....	5
2.1. Marco conceptual.....	5
2.1.1. Importancia económica de la ganadería en Ecuador.....	5
2.1.1.1. Distribución geográfica de las actividades ganaderas.....	5
2.1.1.1.1. Producción nacional bovina.....	6
2.1.2. Paratuberculosis Bovina.....	7
2.1.2.1. Descripción de la Paratuberculosis bovina.....	7
2.1.2.2. Prevalencia global y regional.....	8
2.1.3. Métodos de diagnóstico y su control.....	10
2.1.3.1. Pruebas de diagnóstico para PTB	10
2.1.3.2. Estrategias de control de la paratuberculosis.....	12
2.1.3.3. Vacunación.....	13
2.1.3.4. Programas de erradicación.....	13
2.1.4. Factores de riesgos asociados a la Paratuberculosis.....	14
2.1.4.1. Factores ambientales.....	14
2.1.4.2. Factores de manejo.....	15
2.1.4.3. Factores biológicos.....	15
2.1.5. Impacto de la Paratuberculosis en la productividad ganadera.....	15
2.1.5.1. Efectos en la productividad de leche y carne.....	15
2.1.5.2. Pérdidas directas e indirectas asociadas a la enfermedad.....	16
2.1.6. Relación con la incidencia de enfermedades secundarias.....	17
2.1.6.1. Respuesta inmunológica del ganado.....	17
2.1.6.2. Efectos en la salud reproductiva y mortalidad del ganado.....	18

2.1.7. Estudios de casos y experiencias ganaderas.	18
2.1.7.1. Mejoras en las estrategias de control.	19
2.1.7.2. Pérdidas económicas asociadas a la Paratuberculosis bovinas.	19
2.2. Marco metodológico.	21
2.3. Resultados.	21
2.4. Discusión de resultados.	22
3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	24
3.1. Conclusiones.....	24
3.2. Recomendaciones.....	25
4.REFERENCIAS Y ANEXOS	26
4.1. Referencias bibliográficas	26
Anexos.....	33

Índice de tablas.

Tabla 1. Producción bovina en el Ecuador.....	6
Tabla 2. Descripción de la Paratuberculosis bovina.....	8
Tabla 3. Métodos utilizados para el diagnóstico de PTB.....	11
Tabla 4. Perdidas asociadas a la PTB.....	17
Tabla 5. Análisis comparativo de la producción entre sanos e infectados.....	19

Índice de Figuras.

Figura 1. Distribución geográfica de la ganadería bovina en el Ecuador (ESPAC-2023).	6
Figura 2. Posibles estrategias para el control de la PTB.....	12

1.CONTEXTUALIZACIÓN.

1.1. Introducción.

La producción bovina mundial es un pilar esencial en la ganadería, al proporcionar carne, leche y otros productos derivados esenciales para la seguridad alimentaria, en los grandes países como Brasil, Estados Unidos, China y países europeos, donde la ganadería bovina abastece tanto el mercado doméstico como internacionales. En el Ecuador la ganadería es esencial en la economía nacional, especialmente en regiones como Sierra y la Costa, el país cuenta con diversas razas adaptadas a sus condiciones climáticas, la producción se orienta a las necesidades del mercado interno (León *et al.* 2022).

Diversas técnicas de cría y manejo del ganado se utilizan en los sistemas de producción bovina, estos sistemas generalmente se clasifican en extensivos, semiintensivos e intensivos, cada uno con características específicas. El ganado se cría en grandes áreas de pastoreo natural en sistemas extensivos, lo que maximiza los recursos naturales y reduce los costos; los sistemas semiintensivos combinan pastoreo con suplementación nutricional y manejo más controlado, por último, en sistemas intensivos, se restringe la cantidad de ganado en áreas limitadas, se les da una dieta equilibrada y están estrictamente monitoreados (UNICEN 2016).

La paratuberculosis bovina (MAP) también conocidas como enfermedad de Johne, es una infección que afecta principalmente a los rumiantes, causada por la bacteria *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis*; esta enfermedad representa un gran desafío para las ganaderías sobre todas las intensivas, debido a su impacto en la salud y la productividad del ganado. La presencia de esta enfermedad en los distintos tipos de ganaderías no solo tiene efectos en la carne, sino que también incrementa los costos asociados al tratamiento y manejo de los animales enfermos (Pérez y Benítez 2019).

La investigación sobre el impacto de la paratuberculosis bovina en la productividad de las ganaderías intensivas para desarrollar estrategias efectivas de manejo y control, comprender la epidemiología de la enfermedad, los factores de riesgos y las mejores prácticas de bioseguridad podrá ayudar a reducir la prevalencia de la paratuberculosis y mejorar la rentabilidad de las explotaciones ganaderas.

1.2. Planteamiento del problema

La presencia de esta bacteria *Mycobacterium avium*, presenta una problemática grave para las ganaderías debido a su difícil detección y control, esta enfermedad causada por la bacteria se caracteriza por un periodo de incubación largo y sistemas que solo se manifiestan en etapas avanzadas; esto complica la identificación temprana y permite la propagación silenciosa dentro del rebaño, las infecciones subclínicas pueden pasar desapercibida, lo que contribuyen a la disminución de la productividad y la trasmisión constante de la bacteria (OMSA 2017).

El impacto económico de esta enfermedad en las ganaderías, la reducción en la producción de leche, la pérdidas de peso y el aumento de la mortalidad entre los animales afectados generan costos directos e indirectos; los gastos veterinarios, el tratamiento de los animales enfermos y las pérdida en la calidad de los productos derivados son problema recurrente, además, la enfermedad puede llevar a la necesidad de sacrificar animales infectados para controlar su propagación, lo cual implica una pérdida adicional de capital para productores (Caminiti *et al.* 2016).

El control de la paratuberculosis en distintos tipos de ganaderías, enfrenta numerosos desafíos, como la densidad de los animales y prácticas de manejos intensivo favorecen la trasmisión horizontal de la bacterias, las medidas de bioseguridad, los programas de vacunación no siempre son efectivos, debido a la resistencia de la bacterias y la falta de métodos diagnósticos precisos; la implementación de estrategias integrales, incluyendo el monitoreo constante en la educación de los productores, es esencial para reducir la prevalencia de estas enfermedades para mitigar su impacto en la productividad ganadera.

1.3. Justificación.

Mediante el análisis en el impacto de la paratuberculosis bovina en la productividad de ganadería, es importante su estudio debido a las altas pérdidas económicas que esta enfermedad provoca en el sector ganadero, esta contrariedad no tan solo afecta gravemente la producción de leche y carne, sino los costos de producción, es por eso que es mejor comprender como esta enfermedad afecta la productividad, que permitirá desarrollar estrategias más efectivas de control y prevención, beneficiando así la rentabilidad y sostenibilidad de las ganadería.

El impacto de esta enfermedad en las ganaderías del Ecuador es significativa perjudicial y requiere una atención urgente y detallada, la reducción en la producción de leche, la pérdida de peso y el aumento de mortalidad entre los animales afectados generan costos directos e indirectos que no pueden ser ignorados; los gastos veterinario y el tratamiento de los animales enfermos incrementan los costos operativos, mientras que la disminución en la calidad de los productos derivados afectan tanto la demanda como los ingresos, la necesidad de sacrificar animales infectados para controlarla propagación resulta en pérdidas financieras.

Por otra parte, este estudio se lo considera fundamental para mejorar la salud y el bienestar del ganado bovino, al identificar los factores de riesgo y las prácticas de manejo asociadas a la propagación de la enfermedad se pueden implementar medidas más efectivas para reducir su prevalencia. Esto no solo incrementará la productividad de las ganaderías, sino que también contribuirá al bienestar animal y a la calidad de los productos derivados; además, la investigación proporcionará datos valiosos que ayudarán a los productores a adoptar prácticas más seguras y eficientes, reduciendo las pérdidas asociadas con esta enfermedad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar el impacto de la paratuberculosis bovina en la productividad de ganaderías intensivas.

1.4.2. Objetivos específicos

- Describir la epidemiología de la paratuberculosis bovina en ganaderías intensivas
- Identificar los factores de riesgos de la paratuberculosis bovina en la ganadería.
- Indagar las pérdidas económicas asociadas a la paratuberculosis bovina.

1.5. Líneas de investigación

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos Agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. El enfoque principal de este estudio se centra en el “Impacto de la paratuberculosis bovina en la productividad de ganaderías intensivas”. En este contexto, la línea específicamente se aborda en la Salud y bienestar animal en la Sublíneas de Producción y reproducción animal.

2. DESARROLLO

2.1. Marco conceptual.

La ganadería bovina tiene una gran relevancia para la economía a nivel nacional; sin embargo, su producción puede verse afectada por la carencia de los planes sanitarios. El desarrollo de esta investigación pretende dar a conocer el impacto de la paratuberculosis bovina (PTB) en la productividad de las ganaderías en Ecuador; este análisis documental brindará información actualizada con respecto a las estrategias que permitan controlar y prevenir esta enfermedad.

Cabe destacar que la PTB se distribuye a nivel mundial y es difícil detectarla, pero muestra como característica principal una larga incubación de la bacteria que; a produce: esto contribuye a la diseminación de la enfermedad, los animales que se encuentran afectados reducen su rendimiento productivo y, en última instancia, las pérdidas económicas suelen ser considerables para los ganaderos; a través de esta investigación, se espera brindar de estrategias de manejo efectivas que garanticen la salud de los bovinos.

2.1.1. Importancia económica de la ganadería en Ecuador.

La ganadería en Ecuador desempeña un papel fundamental en la economía nacional, contribuyendo significativamente al Producto Interno Bruto (8,2 %), este sector es una fuente principal de ingresos para los miles de familias en áreas rurales, donde la ganadería intensiva y extensiva se combina para satisfacer al mercado interno; la producción ganadera incluye carne, leche y sus derivados, los cuales no solo son esenciales para la dieta de la población ecuatoriana, sino que también representan una importante fuente de trabajo en su cadena de distribución (MEA 2020).

2.1.1.1. Distribución geográfica de las actividades ganaderas.

La diversidad climática y geográfica de Ecuador afecta la distribución geográfica de las actividades ganaderas, debido a sus extensas planicies, clima favorable, la región Costa, especialmente en provincias como Manabí y Los Ríos, las mismas que se destacan por la presencia de ganado doble propósito. En provincias como Pichincha y Chimborazo (Sierra) se cuentan con la presencia de ganado lechero; mientras que, en la Amazonía la ganadería es menos intensiva (RIMISP 2015).

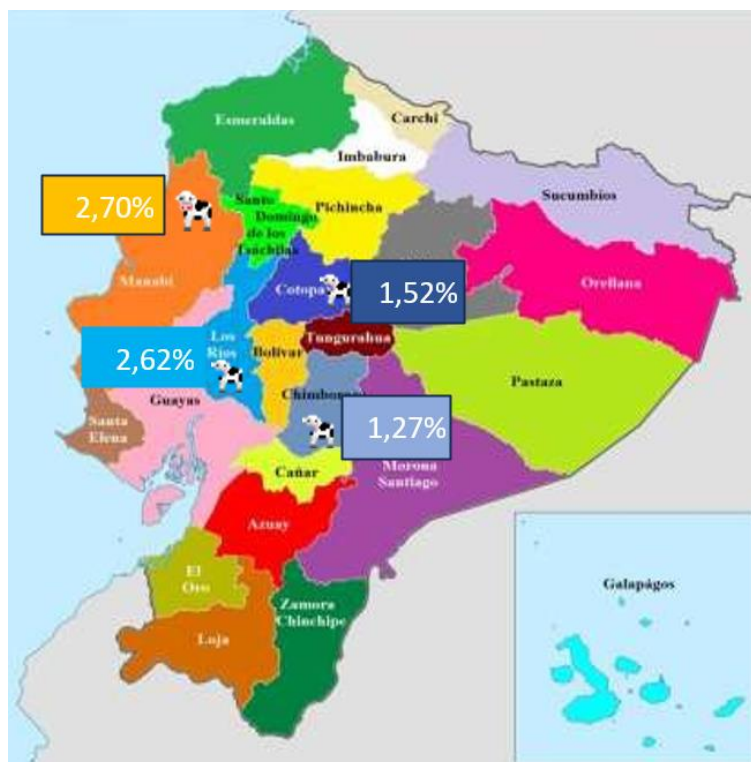


Figura 1. Distribución geográfica de la ganadería bovina en el Ecuador (ESPAC-2023).

Fuente: elaborada por el autor.

2.1.1.1. Producción nacional bovina.

La ganadería a nivel nacional tiene una importancia socioeconómico notable, en las zonas rurales, donde las oportunidades de empleo pueden ser limitadas; este sector promueve el desarrollo económico al ofrecer alimento y sustento a las comunidades locales. Por otra parte, los sectores ganaderos contribuyen al bienestar social, puesto que mejoran la calidad de vida de las personas, favoreciendo la cohesión social y la preservación de tradiciones culturales asociados a la vida de los ganaderos (MAG 2019).

En la siguiente tabla se detalla la evolución de la ganadería bovina en el país y la distribución a nivel de regiones (tabla 1).

Tabla 1. Producción bovina en el Ecuador.

Regiones	2021	2022	2023
Total, Nacional	4.066.930	3.860.493	3.723.196
Región Costa (%)	39,13	38,55	54,78
Región Sierra (%)	51,9	59,8	36,62
Región Amazonia (%)	8,97	1,65	8,6

Fuente: ESPAC. Adaptado por el autor.

Es preciso señalar que cada año el número de bovinos reportados en Ecuador va decreciendo, evidenciándose de esta manera la necesidad de desarrollar estrategias que permita a los ganaderos enfrentar los múltiples desafíos que afectan al desarrollo ganadero sostenible del país. La CFN (2022) señala que, para asegurar la resiliencia del sector y su capacidad para contribuir al desarrollo económico, social de Ecuador se requiere fortalecer el sector ganadero mediante políticas públicas adecuadas a la adopción de tecnologías avanzadas.

2.1.2. Paratuberculosis Bovina.

Según OMSA (2022), la enfermedad de Johne, también conocida como PTB fue identificada en Alemania, quien la descubrió fue el veterinario Heinrich Albert Johne y su colega Langdon Frothingham en el año 1895, estos investigadores lograron describir la enfermedad por primera vez, al detectar a la *Mycobacterium avium* subespecie paratuberculosis (MAP) en el intestino de una vaca que tenía diarrea y pérdida de peso constantes, lo que interfería con la correcta absorción de nutrientes.

Desde su descubrimiento, la enfermedad de Johne ha sido objeto de numerosos estudios debido a su impacto en la salud de los rumiantes: ha sido reconocida como una enfermedad infecciosa crónica, que afecta principalmente al ganado bovino, aunque también puede infectar a otros rumiantes; no obstante, en la actualidad se ha logrado conocer mejor su transmisión, prevalencia y efecto económico. Según AXON (2023) la principal vía de transmisión es la ingestión de alimentos o agua contaminados con las heces de animales infectados; debido a la dificultad de erradicar la infección la PTB sigue siendo un gran desafío para la industria ganadera.

2.1.2.1. Descripción de la Paratuberculosis bovina.

La bacteria *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* (MAP) causa la paratuberculosis bovina, la infección inicial del animal se da a través de la ingestión de alimentos, agua o leche contaminados con el patógeno: esta enfermedad se establece en el intestino delgado del animal e invade las células del epitelio intestinal y los tejidos linfáticos, lo que provoca una respuesta inflamatoria crónica que afecta la capacidad del intestino para absorber nutrientes (MSPS 2020).

El ciclo de vida de la MAP inicia desde que es excretada por los animales infectados, contaminando el entorno e infectando a otros; esta bacteria puede sobrevivir en el medio durante largos períodos. La bacteria se replica en las células del sistema inmunitario (macrófagos), esta replicación intracelular conduce a la formación de granulomas en el tejido intestinal, lo que resulta en, diarrea crónica, pérdida de peso y, finalmente, la muerte del animal (Moscoso 2020).

Tabla 2. Descripción de la Paratuberculosis bovina.

Aspecto	Descripción
Agente causal	<i>Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis</i> (MAP). Es una bacteria acidorresistente perteneciente al grupo de las micobacterias.
Hospedadores Principales	Principalmente bovinos, pero también afecta a ovinos, caprinos y otros rumiantes.
Período de Incubación	Muy largo, generalmente de 2 a 5 años. La bacteria puede permanecer en un estado latente antes de que aparezcan los signos clínicos.
Fases de la Enfermedad	Infección Subclínica (latente), Enfermedad Subclínica (progresiva), Enfermedad Clínica (avanzada)
Modo de Transmisión	Fecal-oral. La principal fuente de infección es el estiércol contaminado. La bacteria puede sobrevivir en el ambiente por largos periodos.

Fuente: Elaborada por el autor.

2.1.2.2. Prevalencia global y regional.

La PTB es muy común en todo el mundo, afecta tanto a los rebaños lecheros, como a los productores de carne; según Zambrano (2020) en sistemas intensivos, la enfermedad puede superar el 20 %, debido al manejo de los animales en altas densidades. En zonas de Europa y América del Norte se han implementado programas de control y monitoreo para reducir su propagación; cabe señalar que el sector ganadero sigue lidiando con la resistencia del patógeno,

A nivel regional, se desconoce los factores de riesgo asociados con esta enfermedad ni el porcentaje de prevalencia de la PTB, por lo que surge la necesidad de identificar estos factores, así como evaluar los daños económicos que ocasiona la enfermedad, incluyendo los costos derivados del sacrificio de animales infectados; aunque se conoce que el patógeno que lo produce puede sobrevivir durante largos períodos de tiempo en el medio ambiente (resistente), lo que facilita su propagación (Moscoso 2020).

Una vez que la bacteria invade las células del intestino delgado se multiplica intracelularmente y causa una infección crónica; su principal fuente de transmisión es la ingestión de la bacteria a través de alimento, agua o suelo contaminados con MAP. Salud Animal (2023) indica que, la alta resistencia de la bacteria, el contacto directo entre animales contagiados y la contaminación cruzada son ejemplos de vías de infección, lo que dificulta las medidas de control y prevención de la PTB.

Garrido (2017) sugiere separar a los animales menores de un año, siendo que son más susceptibles a la infección, en la entrevista realizada a este experto se destaca que la sintomatología puede variar según la etapa de la enfermedad y la respuesta inmunitaria del animal, en muchos casos, los bovinos infectados son ser asintomáticos durante largos periodos; además, se recomienda que de forma rutinaria se tomen muestras de todos los animales, en especial los mayores de 24 meses.

Uno de los síntomas más comunes es la diarrea persistente y con frecuencia líquida, que puede ocurrir de manera intermitente o continua, lo que es ocasionada por el efecto que tiene la bacteria en el intestino delgado. Según García (2020) los animales afectados también pueden experimentar signos de debilidad general (pérdida progresiva de peso), deshidratación (ocasionada por la diarrea) y una disminución significativa en la producción de leche a pesar de una alimentación adecuada.

Debido a la acumulación de líquido en el vientre, algunos bovinos pueden desarrollar edema abdominal, que se manifiesta como un estómago distendido a medida que avanza la enfermedad; este síntoma es el resultado de la inflamación persistente del tracto gastrointestinal, que puede empeorar la salud del animal (CDC 2020). Delgado *et al* (2018) indican que al decaer la respuesta inmune la

PTB progresa y se inicia una respuesta inmunoinflamatoria granulomatosa, que altera permanentemente la mucosa intestinal, afectando la salud general del ganado y poniéndolos más susceptibles a otras enfermedades o infecciones,

Garrido (2017):

“Cuando se habla de PTB se utiliza la imagen de un iceberg, intentando expresar gráficamente que sólo somos capaces de detectar una pequeña parte de los animales infectados. Esto es debido a que en las fases iniciales de la infección no hay una respuesta inmune detectable, y la excreción de micobacterias es inexistente o se encuentra por debajo del límite de detección de las técnicas laboratoriales”.

La capacidad del MAP para causar infecciones persistentes y crónicas en el ganado bovino subraya la urgente necesidad de desarrollar estrategias de manejo efectivas para su control; estas estrategias permitirán mitigar los efectos económicos negativos asociados a la enfermedad (Pérez 2019). Por lo tanto, es esencial implementar un enfoque integral que incluya el diagnóstico temprano, la capacitación a los productores ganaderos y prácticas de manejo adecuadas para abordar esta problemática de manera efectiva y así reducir los efectos negativos a nivel económico.

2.1.3. Métodos de diagnóstico y su control.

La PTB puede diagnosticarse por medios directos e indirectos, entre ellos: Pruebas PCR y el cultivo bacteriológico, que detectan el ADN de MAP o el propio patógeno en muestras de tejido, leche o muestras fecales; a pesar de que estos métodos son precisos, la respuesta inmunitaria del animal a la infección se puede detectar mediante métodos indirectos, como las pruebas serológicas (ELISA) y las pruebas de interferón-gamma pero pueden ser menos sensibles en las etapas iniciales de la infección (WOAH 2021).

2.1.3.1. Pruebas de diagnóstico para PTB

Realizar un diagnóstico preciso de la enfermedad es fundamental para minimizar la propagación de la bacteria y mitigar sus efectos negativos; según Garrido (2017) nivel laboratorio se recomienda la combinación de técnicas; entre las que se destacan para la detección de anticuerpos mediante ELISA (muestra

de suero) y para la detección de DNA de MAP mediante PCR (muestra de heces).

- **Cultivo bacteriológico:** Este método requiere de mucho tiempo y es considerado uno de los más complicados a nivel de laboratorio, puesto que para su realización se requiere del aislamiento de la bacteria a partir de muestras fecales, leche o tejidos; realizado correctamente es un método confiable, pero no permite detectar infecciones tempranas (OIE 2021).
- **Pruebas serológicas:** Esta prueba permiten detectar anticuerpos contra la bacteria. La más común es el enzimoimmunoanálisis (ELISA), los anticuerpos se detectan cuando las lesiones se han extendido y hay mayor cantidad de antígeno presente; otro método utilizado es la inmunodifusión en gel de agar (AGID), su utilidad radica en su capacidad de revelar de una manera más temprana la PTB en comparación a la anterior (WOAH 2021).
- **PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa):** Es considerada una prueba rápida y sensible que puede detectar infecciones subclínicas; es de las más usuales, amplifica fragmentos específicos del ADN de MAP, permitiendo su detención en muestra de heces, leche, sangre y tejidos (García y Vera 2021).
- **Interferón – gamma (IFN- γ):** Es útil para identificar animales infectados en etapas tempranas, antes de que desarrollen anticuerpos, para esta prueba se recolecta muestras de sangre y se exponen a antígenos específico para MAP; es utilizada para medir la producción de IFN- γ (Pinedo *et al.* 2015).

Tabla 3. Métodos utilizados para el diagnóstico de PTB.

Técnica	Detección MAP	Diana	Muestra
Aislamiento	Directa	Bacteria MAP	Heces
PCR en tiempo real	Directa	Genoma MAP	Heces
ELISA	Indirecta	Anticuerpos MAP	Suero – Leche
Interferón – gamma	Indirecta	Interferón	Sangre
Tinción Ziehl-Neelsen	Directa	Bacterias ácido-resistentes	Tejidos
Inmunohistopatología	Directa	Anticuerpos (mono o policlonales)	Tejidos
Examen microscópico	Directa	Bacterias ácido-resistentes	Tejidos – Heces

Fuente: OIE (2021), WOAH (2021), García y Vera (2021), Pinedo *et al.* (2015). Adaptado por el autor.

- **Examen histopatológico y microscópico:** Se recolectan muestras de tejido (intestino delgado y de ganglios linfáticos) y se tiñen Ziehl-Neelsen de

color rojo brillante, como los bacilos ácidos-alcoholes son resistentes facilita su detención; mientras que para el examen microscópico se prepara la muestra (tejido o heces) con solución salina, las muestras infectadas con MAP se tiñen de rojizo con un fondo azul (Girard 2003).

→ **Pruebas inmunohistopatológicas:** Este tipo de técnica puede ser complementaria al examen histopatológicas, se puede utilizar los mismos tejidos; la técnica se fundamenta en el uso de anticuerpos específicos para la bacteria, lo que permite detectar la presencia de antígenos en los tejidos analizados, entre sus desventajas es la falta de disponibilidad de estos anticuerpos a nivel comercial (Camarena 2014).

2.1.3.2. Estrategias de control de la paratuberculosis

Se debe de brindar un correcto manejo de la bioseguridad (inclusión de prácticas higiénicas rigurosas) para reducir la transmisión del patógeno y mejorar la salud general del rebaño; García y Vera (2021) recomienda realizar pruebas de diagnóstico regulares en el rebaño y eliminar a los animales infectados, se consideran como estrategias propicias para reducir la prevalencia de la enfermedad en los establecimientos ganaderos.

El descuido y la falta de control para la industria ganadera representan una grave problemática que afecta la salud animal, producción, por ende, el bolsillo del productor, por eso las estrategias basadas en la mejora del diagnóstico temprano, vacunación, programa de erradicación pueden reducir la incidencia de la PTB:



Figura 2. Posibles estrategias para el control de la PTB

Fuente: Garrido (2017).

- Implementar programas regulares de monitoreo, aplicando pruebas

diagnósticas específicas para detectar la presencia de MAP en el ganado; estas pruebas deben realizarse en animales de alto riesgo y en aquellos con síntomas clínicos sospechosos, permitiendo identificar y aislar rápidamente a los individuos infectados (OIRSA 2015).

- Mejorar las prácticas de bioseguridad (mantener las instalaciones limpias y desinfectadas), separar y gestionar adecuadamente los sitios en lo que se va a distribuir a los animales que se encuentran infectados para reducir la exposición al patógeno; las medidas adicionales para prevenir la propagación de la enfermedad en el rebaño incluyen cuarentena (animales recién comprados) y la compra de ganado certificado (Torres 2020).
- Gestionar de manera adecuada las áreas de pastoreo y la calidad del agua, la transmisión del MAP puede reducirse mediante la rotación de pastizales y la reducción de la densidad poblacional en áreas específicas; estas técnicas de manejo integradas contribuyen a controlar la PTB, mantener el bienestar del ganado y proteger la rentabilidad de los sistemas ganaderos (García y Vera 2021).

2.1.3.3. Vacunación.

En Ecuador, la eficacia y limitaciones de la vacunación contra la PTB son similares a las que se encuentran en todo el mundo, algunas vacunas pueden disminuir la carga bacteriana y los síntomas en los animales, pero no protegen completamente ni eliminan por completo la transmisión de la bacteria.

Euskadi (2022) señala que las limitaciones incluyen la variabilidad en la respuesta inmunitaria entre los animales que recibieron la vacuna, la duración limitada de la inmunidad y la necesidad de tomar varias dosis para mantener niveles protectores. Esto resalta la importancia de implementar estrategias que combinen las buenas prácticas de manejo y una posible vacunación, para así contribuir a un mejor control de la enfermedad.

2.1.3.4. Programas de erradicación.

A nivel internacional se ha empleado una variedad de enfoques para erradicar la PTB y las experiencias han sido diferentes en cada país; por ejemplo, en Estados Unidos y algunos países europeos se han implementado programas de

control que incluyen detección temprana, eliminación de animales infectados y mejoras en las prácticas de bioseguridad, estos programas suelen combinar el uso de pruebas de diagnóstico (PCR y ELISA), con estrategias de vacunación selectiva y mejoras en la gestión de desechos (Gallegos 2016).

Para adaptar estos programas en Ecuador, es importante tener en cuenta las características locales (clima), manejo (prácticas ganaderas, infraestructura sanitaria), asistencia veterinaria (habilidades de diagnóstico), la colaboración con los productores, y la adopción de políticas que favorezcan al desarrollo de regulaciones necesarias para que el programa funcione; según SERIA (2021) para evaluar la eficacia de las medidas implementadas, se requeriría un enfoque que incluya la prevención y monitoreo constante.

La adaptación de los programas de erradicación también podría beneficiarse de la cooperación internacional y el intercambio de mejores prácticas con naciones que han logrado reducir la prevalencia de la enfermedad; esto implicaría la revisión de iniciativas novedosas, como el desarrollo de tratamientos o vacunas y la implementación de sistemas de financiamiento sostenible que fomenten la participación activa de los productores en la erradicación de la PTB en Ecuador (Gallegos 2016).

2.1.4. Factores de riesgos asociados a la Paratuberculosis.

La identificación de los factores de riesgo es importante para comprender la propagación de la enfermedad y desarrollar estrategias efectivas de control y prevención:

2.1.4.1. Factores ambientales.

El clima y el tipo de suelo pueden ser considerados como responsables directos de la prevalencia de la PTB; las tasas de infección aumentan en áreas con climas templados y húmedos porque estos ambientes favorecen la supervivencia del MAP en el medio ambiente. Según Correa (2022) los suelos arcillosos y mal drenados retienen la humedad, favoreciendo la capacidad del patógeno para sobrevivir, estas circunstancias aumentan la probabilidad de exposición del ganado a la bacteria representando el 30 a 50% de riesgos.

2.1.4.2. Factores de manejo.

La prevalencia de la PTB depende de prácticas alimenticias y del manejo que se les dé a los desechos. Reyes (2020) señala que los terneros pueden tener riesgos de infección si se mantienen en contacto con animales adultos infectados o si consumen calostro y leche contaminados; de igual manera, un inadecuado manejo del estiércol facilita la propagación de la enfermedad, puesto las bacterias se diseminan por la contaminación del agua y los pastos, que representa un riesgo más elevado del 40 a 70% por lo que se sugiere implementar en los establos rutinas regulares de limpieza.

2.1.4.3. Factores biológicos.

La prevalencia de la paratuberculosis bovina está influenciada por la genética del ganado, debido a variaciones en la respuesta inmunitaria, ciertas razas y líneas genéticas pueden ser más susceptibles a contraer infecciones. Velázquez (2018) indica que, los factores biológicos son relevante del 20 a 40% de riesgo, además esto representa, una estrategia a largo plazo que puede ayudar a reducir la prevalencia de la PTB es la selección genética para mejorar la resistencia a la enfermedad; la identificación y crianza de animales más resistentes genéticamente puede reducir la incidencia de enfermedades.

2.1.5. Impacto de la Paratuberculosis en la productividad ganadera.

La PTB tiene un efecto negativo en la productividad del ganado bovino, debido principalmente a la mala absorción de nutrientes ocasionada por el daño intestinal que produce la bacteria, los animales infectados muestran una disminución en la producción de leche y carne; la enfermedad también causa pérdida de peso, diarrea crónica y menor tasa de crecimiento, lo que reduce la calidad y la cantidad de los productos ganaderos (Portal Veterinaria 2005).

2.1.5.1. Efectos en la productividad de leche y carne.

En el caso de los rebaños lecheros, la inflamación crónica del intestino, característica de esta enfermedad, provoca una malabsorción de nutrientes esenciales; como resultado, las vacas infectadas experimentan una disminución notable en la producción de leche. Además, los animales afectados son más propensos a desarrollar mastitis y otros problemas de salud, lo que no solo reduce

los ingresos directos de los productores, sino que también compromete la calidad de la leche (Buitrago 2021).

Los animales están destinados a la producción de carne pueden verse afectado por la PTB debido a la reducción del crecimiento y rendimiento, puesto que los animales infectados suelen presentar una conversión alimenticia ineficiente y un menor aumento de peso, lo que se traduce en una menor cantidad de carne producida por cada animal. Además, el estado debilitado de los animales enfermos también puede reducir la calidad de la carne, estos factores, junto con el costo de eliminar y reemplazar a los animales infectados, generan pérdidas económicas para los productores de carne (Portal Veterinaria 2005).

2.1.5.2. Pérdidas directas e indirectas asociadas a la enfermedad.

La enfermedad de Johne, provoca importantes pérdidas directas (muerte del ganado infectado, producción de leche e incremento en honorarios veterinarios) relacionados a la producción y a la detección de la enfermedad, como los gastos de laboratorio y los medicamentos o indirectas (escasez en la producción de terneros y problemas reproductivos); añadido a esto, las lesiones del intestino resultan en una mala absorción del alimento (Portal Veterinaria 2005).

CFSPH (2010) señala que, las ganaderías afectadas por PTB, enfrentan la venta anticipada de los animales enfermos o infectados (incremento de la tasa de descarte) debido al deterioro de la producción, reducción del stock de reposición, con lo cual se limita la diversidad genética, el periodo de inactividad que comienza después del descarte y termina cuando el animal de reemplazo comienza a producir, al igual que el aumento de la vulnerabilidad a problemas reproductivos. Esta enfermedad se destaca como una de las principales causas de pérdidas monetarias y de alta mortalidad en el ganado, tal como se detalla a continuación (reporte de diversos autores):

Tabla 4. Perdidas asociadas a la PTB.

Tipo de pérdida	Asociados a MAP	Descripción	Autor
Pérdidas directas	Disminución de la producción de leche	Reducción en la cantidad de leche producida por las vacas infectadas de 5 a 20%	OMSA (2019)
	Pérdida de peso	Pérdida de peso en animales infectados, afectando el rendimiento (dependiente de la fase subclínicas)	Veterinaria (2005)
	Aumento de la mortalidad	Incremento en la tasa de mortalidad debido a la enfermedad (fases subclínicas de 1-5%, clínicos 20.25%, terminal 100%)	MEA (2020)
	Costos de tratamiento	Gastos asociados al diagnóstico y tratamiento de la enfermedad de 20 a 50%	Buitragos (2021).
Pérdidas indirectas	Afectación en la reproducción	Reducción en la eficiencia reproductiva de las vacas del 10 al 15%	Ramírez et al. (2011)
	Costos de cuarentena	Gastos relacionados con la cuarentena de animales infectados	Torres (2020)
	Restricciones comerciales	Limitaciones en el comercio de animales y productos lácteos 100%	CFSPH (2010)
	Impacto en la imagen de la empresa	Pérdida de reputación de la explotación ganadera afectada 80%	Portal Veterinaria (2005).

Fuente: Adaptado por el autor

2.1.6. Relación con la incidencia de enfermedades secundarias.

Esta enfermedad no solo afecta directamente a la salud y productividad del ganado, sino que también puede predisponer a los animales a una mayor incidencia de enfermedades secundarias; comprender estas relaciones contribuirá al desarrollo de estrategias que permitan minimizar el impacto de la enfermedad.

2.1.6.1. Respuesta inmunológica del ganado.

Debido a su impacto en el sistema inmunológico, la PTB puede aumentar la probabilidad de contraer enfermedades secundarias, experimentando una mayor susceptibilidad a otras infecciones; la inflamación ocasionada por la presencia de la bacteria (intestino y los tejidos linfáticos) dificultan la capacidad del sistema inmunitario para combatir patógenos adicionales (Gilardoni y Mundo 2008).

Además, la disminución en la eficacia inmunitaria puede prolongar el tiempo de recuperación de las enfermedades secundarias, lo que puede afectar la salud general y el bienestar de los animales; según Buitragos (2021) esta situación agrava aún más el impacto económico para los productores porque aumenta los costos de tratamiento y la gestión de enfermedades, como resultado, la la

sostenibilidad económica de las producciones ganadera se ven reducida.

2.1.6.2. Efectos en la salud reproductiva y mortalidad del ganado.

La PTB también muestra efectos adversos en la salud reproductiva, al afectar la salud general de los animales infectados, afecta la fertilidad evidenciando tasas reducidas de concepción, aumento de los intervalos de parto; según Ramírez *et al.* (2011) la enfermedad compromete la viabilidad de los fetos, estos autores señalan que se ha observado un incremento en las tasas de abortos en vacas infectadas debido a la inflamación crónica.

Los rebaños afectados por la enfermedad presentan una mayor vulnerabilidad a otras enfermedades, debido a su estado debilitado y a una respuesta inmune comprometida, esto se traduce en un aumento de las tasas de mortalidad y en un mayor número de animales descartados; como consecuencia, los productores enfrentan costos elevados asociados con el tratamiento y la gestión de la enfermedad (Pinedo *et al.* 2015).

2.1.7. Estudios de casos y experiencias ganaderas.

Benavides *et al.* (2016) señalan que, la prevalencia de la PTB es diversa en las diferentes regiones y países, se ha observado que entre el 5 y 20 % de los rebaños pueden estar afectados por esta enfermedad; factores como las prácticas de manejo del ganado, la densidad poblacional y la disponibilidad de métodos de diagnóstico precisos influyen en estos datos, lo que resaltan la importancia de adaptar estrategias de manejo y control de la PTB.

Acosta (2021) destaca que la mayoría de los casos de PTB se presentan en pequeños productores; en la provincia de Carchi se ha registrado una prevalencia del 10,55 %, donde la principal fuente de contaminación de estas ganaderías (mayoría de productividad lechera) se encuentra en las instalaciones (heces), lo que subraya la necesidad de implementar estrategias para mitigar sus repercusiones económicas para los pequeños productores ganaderos.

Buitragos (2021) afirma que, en términos económicos existen datos que evidencian las diferencias productivas (producción de leche, crecimiento y eficiencia alimenticia) y reproductivas (tasas de abortos y mortalidad) observadas entre animales infectados y no infectados, tal como lo indica la tabla 4:

Tabla 5. Análisis comparativo de la producción entre sanos e infectados.

Parámetros	Animales no infectados	Animales infectados
Producción de leche	Alta	Reducida Significativamente
Incremento de peso	Normal	Menos significativo
Conversión alimenticia	Eficiente	Menos eficientes
Tasa de abortos	Baja	Alta
Mortalidad	Baja	Incrementada

Fuente: Buitragos (2021): Adaptada por el autor.

2.1.7.1. Mejoras en las estrategias de control.

En varios países se están implementando nuevas prácticas de manejo y políticas públicas para combatir la PTB, las mejoras en la bioseguridad en los sistemas ganaderas son parte de estas estrategias, que incluyen la separación de animales infectados para prevenir la propagación de la bacteria; además, se exhorta al uso de métodos de diagnóstico precisos y accesibles, como la PCR, ELISA, para una detección efectiva de la enfermedad (FAO 2020).

En el Ecuador (Agrocalidad) están creando regulaciones a nivel de políticas públicas que apoyan la aplicación de estas prácticas de manejo y fomentan la capacitación continua de los productores; Saltos (2020) señala que, asimismo se pueden incluir incentivos a los productores y a las instituciones académicas que se unen para establecer programas de monitoreo (adopción de buenas prácticas de salud animal), esto con el propósito de disminuir la prevalencia de la PTB, como otras enfermedades con alto índice de mortalidad en los sistemas ganaderos.

2.1.7.2. Pérdidas económicas asociadas a la Paratuberculosis bovinas.

En Ecuador, las pérdidas económicas asociadas a la PTB varían según el número de animales en cada establecimiento, la prevalencia de la enfermedad en la región y otros factores específicos; se estima que las pérdidas anuales pueden alcanzar varios miles de dólares. Según la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA 2019), cada animal infectado con PTB genera una pérdida económica entre 200 y 300 dólares anuales aproximadamente, considerando que una granja típica en Ecuador puede albergar cientos de cabezas de ganado, las pérdidas por reducción en la producción pueden acumularse rápidamente.

Flores (2010) destaca que, además de los costos asociados al diagnóstico, tratamiento y control de la paratuberculosis bovina, existen otros gastos que impactan la rentabilidad de las ganaderías (pruebas de diagnóstico regulares y la implementación de medidas de bioseguridad); estos gastos pueden ascender a cientos o incluso miles de dólares por año, lo que pone de manifiesto la necesidad de implementar estrategias efectivas que contribuyan a prevenir y mitigar el impacto de la PTB en la producción ganadera.

Por último, estudios realizados por Saltos (2020) informan que las pérdidas directas en la producción y los costos de control, de esta enfermedad repercuten en la economía general; la presencia de la enfermedad afecta la competitividad de los productores ganaderos ecuatorianos en el mercado interno, lo que puede resultar en una reducción de las exportaciones y una disminución en los ingresos, las pérdidas económicas asociadas a la PTB en Ecuador pueden llegar a ser significativas y afectar tanto a los ganaderos de forma individual o a misma industria en conjunto.

2.2. Marco metodológico.

Para el presente documento se reúne información de documentos actuales artículos de investigación, bibliotecas virtuales y sitios web para ayudar a presentar las opiniones e ideas de los actores que permitan desarrollos de investigación.

Este trabajo se desarrolló como una investigación bibliográfica no experimental utilizando la técnica de análisis, revistas, textos actuales, artículos síntesis y resumen de los datos recopilados, donde se identificaron temas relevantes al impacto de la Paratuberculosis bovina en la productividad de ganaderías en el Ecuador.

2.3. Resultados.

La paratuberculosis bovina, también conocida como enfermedad de Johne, es una enfermedad crónica causada por el *Mycobacterium avium* subespecie paratuberculosis (MAP); esta enfermedad se manifiesta principalmente en ganaderías intensivas, la PTB se caracteriza por la transmisión directa entre animales a través de secreciones respiratorias infectadas y la ingestión de pasto contaminado, debido a la proximidad y densidad de los animales, que permiten la rápida dispersión del patógeno.

La enfermedad de Johne afecta principalmente al ganado bovino, pero también puede presentarse en otras especies rumiantes. Los principales métodos de diagnóstico incluyen el aislamiento de la bacteria, pruebas serológicas como ELISA, técnicas moleculares como PCR e incluso pruebas de liberación de interferón gamma (Buitrago 2021; OIE 2011; WOAAH 2021; García y Vera 2021; Pinedo *et al.* 2015).

El examen histopatológico y microscópico de los tejidos afectados es fundamental para confirmar el diagnóstico, estos métodos permiten identificar lesiones como enteritis granulomatosa, infiltración de macrófagos y cambios en los ganglios linfáticos (WOAH 2021). Además, técnicas inmunohistoquímicas permiten complementar los hallazgos histopatológicos al utilizar anticuerpos específicos para detectar la presencia de MAP en los tejidos (Camarena 2014).

Por otra parte, se resalta el impacto de la PTB sobre la productividad de leche y carne; además, los animales infectados presentan mayor susceptibilidad a otras enfermedades, lo que aumenta las tasas de mortalidad y descarte (Buitrago,

2021; Pinedo *et al.* 2015). En la producción de carne, la PTB reduce el crecimiento y rendimiento de los bovinos, con una conversión alimenticia deficiente y menor aumento de peso (Portal Veterinaria, 2005).

La prevalencia de la PTB varía entre regiones y países, estudios realizados en Ecuador han reportado una prevalencia del 10,55 % en la provincia de Carchi, donde la bacteria se encuentra principalmente en las heces (Acosta, 2021); las pérdidas económicas asociadas pueden alcanzar varios miles de dólares anuales por establecimiento (Flores, 2010; OMSA, 2019). Las restricciones comerciales impuestas por los programas de erradicación también representan un desafío económico, ya que restringen el acceso al mercado y reducen los ingresos de los productores.

2.4. Discusión de resultados.

Los resultados de este estudio revelan que la paratuberculosis bovina (PTB) tiene efectos negativos en la producción, esta premisa se la puede corroborar en investigaciones previas que indican pérdidas en la producción de leche y carne. Buitrago (2021) y Portal Veterinaria (2005) destacan que la inflamación intestinal causada por *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis (MAP) reduce la producción de leche y deteriora su calidad debido a la mayor incidencia de mastitis en las vacas infectadas.

De acuerdo con lo expuesto por Buitragos (2021), la prevalencia de la PTB puede mantenerse baja y controlada con una adecuada implementación de medidas de bioseguridad, detección temprana y eliminación de animales infectados, reduciendo significativamente el impacto de la enfermedad en la productividad ganadera. Además, los animales infectados con PTB muestran un crecimiento reducido y una eficiencia alimenticia inferior, afectando la cantidad y calidad de la carne producida.

Moscoso (2020) y Zambrano (2020) indican que, en sistemas de producción intensiva, la prevalencia de la enfermedad puede superar el 20 %, lo que agrava las pérdidas económicas debido a la necesidad de eliminar y reemplazar a los animales infectados. La densidad de los animales y las prácticas de manejo son factores de riesgo que aumentan la posibilidad de transmisión particularmente en sistemas intensivos.

La prevalencia de la enfermedad se ve influenciada por factores como la alta densidad de animales y las prácticas de manejo, la falta de programas de control y el intercambio frecuente de animales sin pruebas adecuadas aumentan el riesgo de brotes (Torres, 2020); según la OIRSA (2015), argumenta que la PTB puede reducirse mediante la implementación de programas de vigilancia y control y prácticas de manejo adecuadas.

Cabe destacar que, las diferentes maneras que se llevan los sistemas ganaderos, donde la densidad de ganado facilita la propagación de la enfermedad; Gallegos (2016), sostiene que un adecuado control pueden reducir las pérdidas, reduciendo el efecto financiero en la industria ganadera a largo plazo. Estos hallazgos resaltan la urgente necesidad urgente de implementar medidas efectivas para mitigar los efectos económicos y sanitarios de la PTB.

Finalmente, la PTB no solo afecta la productividad y la economía de los productores, sino que también tiene repercusiones más amplias, como restricciones comerciales y un deterioro en la reputación de las explotaciones afectadas. Flores (2010) y Saltos (2020) señalan que la presencia de la enfermedad puede limitar la exportación de productos lácteos y cárnicos, reduciendo así la competitividad en el mercado internacional.

3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

La epidemiología de la PTB en ganaderías intensivas de Ecuador tiene una prevalencia variable, las tasas de infección varían especialmente en regiones con condiciones climáticas y geográficas favorables para la supervivencia de la *Mycobacterium avium* subsp. Paratuberculosis. En provincias como Manabí y Los Ríos, donde se practica la ganadería intensiva, se ha observado una alta incidencia de la enfermedad, afectando tanto a los sistemas de producción de leche como de carne.

Los factores de riesgo asociados a la PTB en Ecuador incluyen variables ambientales, de manejo y biológicas, lograr identificarlos permiten desarrollar estrategias efectivas de control y prevención de la enfermedad. Los climas templados y húmedos, así como los suelos arcillosos y mal drenados, favorecen la supervivencia de MAP; además, prácticas de manejo inadecuadas, como la falta de limpieza y la gestión incorrecta de desechos, aumentan la exposición de los animales al patógeno.

Las pérdidas económicas derivadas de la PTB son considerables, afectando tanto a la producción de leche como de carne, los animales infectados experimentan una reducción en la producción de leche debido a la mala absorción de nutrientes y una mayor incidencia de problemas de salud como la mastitis. En cuanto a la producción de carne, la PTB resulta en una menor ganancia de peso y calidad de carne, lo que disminuye los ingresos para los productores, según algunos expertos, es posible disminuir estas pérdidas, mejorando la productividad ganadera a largo plazo.

3.2. Recomendaciones.

Fortalecer las medidas de bioseguridad en las explotaciones ganaderas, como desinfección regular de las instalaciones, control de visitantes y manejo adecuado de desechos, estas acciones son fundamentales para frenar la propagación de la enfermedad.

Evaluar la densidad de animales para reducir el riesgo de transmisión, ajustarlos de manera correcta contribuye a reducir la propagación de la PTB; asimismo, se sugiere separar los animales jóvenes de los adultos, el control de la alimentación y la higiene general del entorno son ejemplos de mejoras en el manejo, debido que tienen el potencial de reducir el alto riesgo de transmisión.

Realizar trabajos similares sobre las pérdidas económicas que provoca la enfermedad en el Ecuador.

Realizar pruebas de paratuberculosis bovina cada año.

Realizar evaluaciones económicas regulares en cada ganadería, para evaluar el impacto financiero de la paratuberculosis y los esfuerzos realizados para controlarla y analizar el costo-beneficio de las estrategias implementadas ayudará a justificar y optimizar las inversiones en control y prevención

4.REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

Acosta, J. 2021. Prevalencia de paratuberculosis bovina (*tbb*) (*Mycobacterium spp.*) Y factores de riesgo asociados, en la provincia del Carchi. Tesis pregrado. Tulcán, Ecuador. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. 7 p.

AXON (Asación de veterinarios digital). 16 de julio del 2023. La historia de las pruebas de tuberculina in vivo en bovinos (en línea). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://axoncomunicacion.net/la-historia-de-las-pruebas-de-tuberculina-in-vivo-en-bovinos/>

Benavides, B; Arteaga, A; Montezuma, A. 2016. Estudio epidemiológico de paratuberculosis bovina en hatos lecheros del sur de Nariño, Colombia (en línea). Revista Medicina Veterinaria 31. Consultado el 20 de jun. 2024. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542016000100006

Buitrago, A. 2021. Paratuberculosis bovina, revisión de literatura (en línea). Revista Habitus Semilleros de Investigación 1(2): 2745-2166. Consultado el 16 de jun. 2024. Disponible en https://revistas.uptc.edu.co/index.php/semilleros_investigacion/article/view/12434/10860

Camarena. M. 2014. Buleria. Consultado el 1 de agos. 2024. Disponible en <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/5993/Tesis%20de%20Teresa%20%20%20Camarena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Caminiti, A; Pelone, F; Battisti, S; Gamberale, F; Colafrancesco, R; Sala, M; La Torre, G; Della Marta, U; Scaramozzino, P. 2016. Tuberculosis, brucellosis and leucosis in cattle: a cost description of eradication programmes in the region of Lazio, (en línea). Revista Italy. Transbound. Emerg 64(5):1493–1504. Consultado el 21 may. 2024. Disponible en <https://doi.org/10.1111/tbed.12540>

Casais, R; Blanco, C; Iglesias, N; Balseiro, A; Vicente, F; Amado, J; Juste, R;

- Lozano, M. 2021. Control de la paratuberculosis bovina: nuevos métodos de diagnóstico basados en la detección de biomarcadores bovinos (en línea). Revista Tecnología Agroalimentaria. Boletín informativo del SERIDA 24(22):1135-6030. Consultado el 4 de ago. 2024. Disponible en <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=8124>
- CDC (Corporation DC). 13 de jun del 2020. Tuberculosis (TB) (en línea, blog). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://www.cdc.gov/tb/>
- CFN (Corporación Financiera Nacional). 2022. Ficha Sectorial (en línea). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-3-trimestre/Ficha-Sectorial-Ganaderia.pdf>
- CFSPH (The Center for Food Security y Public Health). 2010. Paratuberculosis (en línea). Consultado el 4 de ago. 2024. Disponible en <https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/paratuberculosis-es.pdf>
- Correa, N. 2022. Prevalencia de *Mycobacterium avium* subespecie paratuberculosis Tesis Pregrado. Consultado el 15 de jun. 2024.
- Delgado, A; Sandobal, R; Montenegro, L. 2018. Paratuberculosis Bovina (en línea, sitio web). Consultado el 3 de ago. 2024. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_en_general/186-Paratuberculosis_Bovina.pdf
- ESPAC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2023. Tabulaciones de la encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2023 (en línea, blog). Consultado el 6 jun. 2024. Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Euskadi. 22 de septiembre del 2022. Nuevo tipo de vacuna para combatir la paratuberculosis de los rumiantes (en línea, blog). Consultado el 20 de jun. 2024. Disponible en <https://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/noticia/2022/nuevo-tipo-vacuna-combatir-paratuberculosis-rumiantes/>

- FAO (Food and Agriculture Organic). 14 junio del 2020. Mejoras en las estrategias de control de *Mycobacterium avium* (en línea, blog). Consultado el 20 de jun. 2024.
- Flores, H. 2010. Prevalencia y pérdidas económicas provocadas por tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*) en una planta faenadora de la Región de Los Lagos (en línea). Revista Veterinario Oficial 14(5):67-89- Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en https://www2.sag.gob.cl/Pecuaria/bvo/BVO_15_I_semestre_2012/articulos_PDF/regiones/prevalencia_TB_tesis_HFlores.pdf
- Gallegos, J. 2016. Programa nacional de erradicación de tuberculosis bovina presentado (en línea). Consultado el 20 de jun. 2024. Disponible en https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/pnetb_2016_tcm30-111292.pdf
- García, K y Vera, M. 2021. Prevalencia de *Mycobacterium spp.* En canales de bovinos faenados en el matadero municipal del cantón chone (en línea). Tesis pregrado. Chone, Ecuador. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López. 46p.
- García, K, 2020. Bovine Tuberculosis (en línea). Revista CDFA 6(9):789-998. Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en https://www.cdfa.ca.gov/ahfss/animal_health/tb_info.html
- Garrido, J. 2017. Paratuberculosis bovina: Una patología lenta, silenciosa y de gran impacto para las ganaderías (en línea), Consultado el 3 de ago. 2024. Disponible en <https://www.produccionanimal.com/paratuberculosis-bovina-una-patologia-lenta-silenciosa-y-de-gran-impacto-para-las-ganaderias/>
- Gilardoni M; & Mundo, S. 2008. Paratuberculosis bovina (en línea). Revista Infovet, 13(102):1-4. Consultado el 20 de jun. 2024. Disponible en https://produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_en_general/88-infovet_102.pdf
- Girard, R. 2003. Manual de Parasitología (en línea). Editor Tegucigalpa,

Honduras 2da. Consultado el 3 de ago. Disponible en <http://www.bvs.hn/Honduras/pdf/Manual%20Parasitologia%202007.pdf>

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. Consultado el 20 may. 2024.

MAG (Ministerio de agricultura y ganadería). 5 de febrero del 2019. Ganadería de Ecuador se encamina a ser amigable con el ambiente (en línea, blog). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://www.agricultura.gob.ec/bulan-deleito-con-sus-productos-a-la-ciudadania-2/>

MEA. (Ministerio del ambiente Agua y Transición Ecológica). 5 de enero del 2020. MAE ejecuta proyecto sobre manejo de ganadería sostenible (en línea, blog). Consultado el 7 jun. 2024. Disponible en <https://www.ambiente.gob.ec/mae-ejecuta-proyecto-sobre-manejo-de-ganaderia-sostenible/#:~:text=En%20Ecuador%2C%20la%20ganader%C3%ADa%20es,despu%C3%A9s%20de%20la%20producci%C3%B3n%20petrolera.>

Moscoso, C. 2020. Tuberculosis Bovina (en línea). Revista ICA 7(98):088-0132. consultado el 8 jun. 2024. Disponible en [https://www.ica.gov.co/getdoc/37ff3e7-2414-4129-a104- /tuberculosis-bovina\(1\).aspx?aliaspath=%2fAreas%2fPecuaria%2fServicios%2fEnfermedades-Animales%2fTuberculosis-Bovina-1](https://www.ica.gov.co/getdoc/37ff3e7-2414-4129-a104- /tuberculosis-bovina(1).aspx?aliaspath=%2fAreas%2fPecuaria%2fServicios%2fEnfermedades-Animales%2fTuberculosis-Bovina-1)

MSPS (Ministerio de Salud y Protección Social). 3 mayo del 2020. TUBERCULOSIS BOVINA (en línea). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/1/Tuberculosis%20b%C3%83vica.pdf>

OIRSA (Organismo Internacional Regional De Sanidad Agropecuaria). 12 septiembre del 2015. Manual de procedimientos del programa nacional de control progresivo y erradicación de tuberculosis bovina (en línea). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en

https://standardsfacility.org/sites/default/files/STDF_PG_358_Manual_Procedimiento_Tuberculosis.pdf

OMSA (Organización Mundial de Sanidad Animal). 3 octubre 2017. Tuberculosis Bovina (en línea, blog). Consultado el 21 may. 2024. Disponible en [https://www.woah.org/es/enfermedad/tuberculosis-bovina/#:~:text=La%20tuberculosis%20bovina%20\(TB\)%20es,tuberculosis.](https://www.woah.org/es/enfermedad/tuberculosis-bovina/#:~:text=La%20tuberculosis%20bovina%20(TB)%20es,tuberculosis.)

OMSA (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2019. *Paratuberculosis avium* (en línea, blog). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://bulletin.woah.org/wp-content/uploads/bulletins/panorama-2019-1-es.pdf>

OMSA (Organización Mundial de Sanidad Animal). 4 de abril del 2022. Tuberculosis bovina (en línea). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en [https://www.woah.org/es/enfermedad/tuberculosis-bovina/#:~:text=M%C3%A1s%20tarde%2C%20en%201898%2C%20Theobald,bovis\).](https://www.woah.org/es/enfermedad/tuberculosis-bovina/#:~:text=M%C3%A1s%20tarde%2C%20en%201898%2C%20Theobald,bovis.)

Pérez, B. 2019. Tuberculosis por *Mycobacterium avium*: ¿una infección reemergente? (en línea). Revista Médica del Instituto México del Seguro Social 55(5):635-640. Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/4577/457754996019/html/>

Pérez, F & Benítez, W. 2019. Epidemiología de la tuberculosis bovina en Ecuador (en línea). Revista Vedemécum Veterinario 3(7):45-90. Consultado el 20 may. 2024 Disponible en https://quickvet.edifarm.com.ec/pdfs/articulos_tecnicos/EPIDEMIOLOG+%ECA%20DE%20LA%20TUBERCULOSIS%20BOVINA.pdf

Pinedo, A; Vaca, R; Fernández, M; Tufillaro, C; Romero, M; Romano, María I; Travería, Gabriel E. 2015. Diagnóstico de la paratuberculosis bovina con PPD Aviar: covariables que pueden afectar su desempeño (en línea). Consultado el 3 de ago. 2024. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/152007>

Portal Veterinaria. 30 de julio del 2005. Epidemiología e importancia económica

de la paratuberculosis bovina (en línea, blog). Consultado el 16 jun. 2024. Disponible en <https://www.portalveterinaria.com/rumiantes/articulos/2819/epidemiologia-e-importancia-economica-de-la-paratuberculosis-bovina.html>

Ramírez, N. Rodríguez, B. Fernández, J. 2011. Diagnóstico clínico e histopatológico de paratuberculosis bovina en un hato lechero en Colombia (en línea). Revista MVZ 16(3):2742-2753. Consultado el 20 de jun. 2024. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v16n3/v16n3a11.pdf>

Reyes, P. 2020. Tuberculosis bovina: la importancia de los factores de riesgo en la introducción y exposición-diseminación de *M. bovis* en el rebaño bovino. Esc 1:2.11111. Programa Doctorado en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias anexo 7

RIMISP. 14 de marzo 2015. Análisis de la Productividad y Competitividad de la Ganadería de Carne en el Litoral Ecuatoriano (en línea, blog). Consultado el 15 de jun. 2024. Disponible en https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1437665697GanaderiaCarne_DocResultados_Final_editado.pdf

Saltos, E. 2020. "Incidencia de la tuberculosis bovina (*Mycobacterium avium*) mediante la prueba intradérmica caudal (tuberculina) en el cantón el empalme.". Tesis Pregrado. Quevedo, Ecuador. Universidad Estatal Técnica de Quevedo 65p.

Salud Animal. 24 de marzo del 2023. Programa Nacional de Control y Erradicación de la Tuberculosis Bovina (en línea, blog). Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://www.senacsa.gov.py/index.php/Temas-pecuarios/sanidad-animal/programas-sanitarios/tuberculosis-bovina-tb>

SERIA. 2021. Control de la paratuberculosis bovina: nuevos métodos de diagnóstico basados en la detección de biomarcadores bovinos (en línea). Revista Tecnología Agroalimentaria 24:22-23. Consultado el 20 de jun. 2024. Disponible en <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=8124>

Torres, P. 2020. Las pruebas tuberculínicas en el ganado bovino (en línea).

Revista SENASA 4(78):0228-0228. Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/file1014-1011.pdf>

UNICEN (Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires). 15 julio 2016. Cría bovina Intensiva (/en línea, blog). Consultado el 20 may. 2024. Disponible en <https://www.unicen.edu.ar/content/cr%C3%ADa-bovina-intensiva#:~:text=La%20cr%C3%ADa%20bovina%20intensiva%20es,la%20nutrici%C3%B3n%20y%20la%20gen%C3%A9tica>

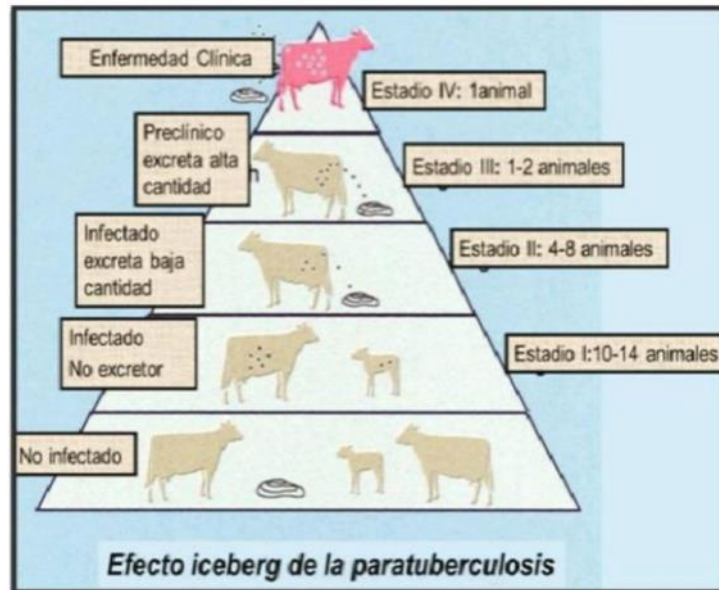
Velázquez, J. 2018. Riesgo de la paratuberculosis (*Mycobacterium avium* subsp. Paratuberculosis) en el aparato reproductor y semen de carneros pelibuey (en línea), Tesis Posgrado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Mexico. Disponible en http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/5109/Velazquez_Morales_JV_DC_RGP_Ganaderia_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

WOAH (World Organisation for Animal Health). 13 de julio del 2021. Paratuberculosis bovina. Consultado el 15 de jun. 2024 Disponible en https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.01.15_Paratuberculosis.pdf

Zambrano, E. 2020. Epidemiología de paratuberculosis (*Mycobacterium avium*) en ganado bovino con ELISA y/o PCR y determinación de factores de riesgo en zonas endémicas: una revisión sistemática (en línea). Tesis Pregrado. Universidad de las Américas. Quito, Ecuador Disponible en <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12608/1/UDLA-EC-TMVZ-2020-73.pdf>

Anexos

Anexo 1. Efecto iceberg de la paratuberculosis



Fuente: USAHA (2016)

Anexo 2. Estados clínicos de la enfermedad de Johne.

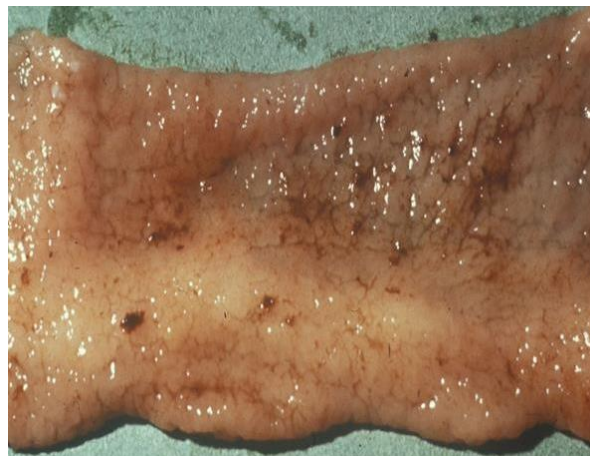
Estado	Estado de la enfermedad
I	Infección silenciosa
II	Enfermedad subclínica
III	Enfermedad clínica
IV	Enfermedad avanzada

Fuente: Casais (2021).

Anexo 3. Característica de animal infectado con PTB.



Animal infectado por MAP
Fuente: UNICEN (2016).



Intestino con presencia de estrías por PTB
Fuente: CFSPH (s.f.)