

# Situación epidemiológica de la paratuberculosis bovina en tres regiones económicas del estado de Chiapas-México

Epidemiological situation of bovine paratuberculosis in three economics regions of the state of Chiapas-Mexico

—

Edgar Guillermo Méndez Morales<sup>1</sup> • racingkawa\_200@hotmail.com

Horacio León Velasco<sup>1</sup> • holeve2001@yahoo.com

José Luis Gutiérrez Hernández<sup>2</sup> • Joker\_jet@hotmail.com

Efrén Díaz Aparicio<sup>2</sup> • efredia@yahoo.com

Oscar León Velasco<sup>1</sup> • medicoleon@hotmail.com

1 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS, COPAINALÁ, CHIAPAS, MÉXICO

2 MICROBIOLOGÍA ANIMAL CENID-INIFAP, CIUDAD DE MÉXICO

Para citar este artículo:

Méndez Morales, E. G., León Velasco, H., Gutiérrez Hernández, J. L., Díaz Aparicio, E., & León Velasco, O. (2022). Situación epidemiológica de la paratuberculosis bovina en tres regiones económicas del estado de Chiapas-México. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 11(31). <https://doi.org/10.31644/IMASD.31.2022.a01>

## RESUMEN

El objetivo de este estudio es conocer la situación epidemiológica de la paratuberculosis bovina y determinar las prácticas de manejo que favorecen la presencia de esta enfermedad, en tres regiones económicas de mayor importancia ganadera en el estado de Chiapas. Se obtuvo una  $n=460$  animales procedentes de 92 unidades de producción pecuaria (UPP). Se tomaron muestras de cinco hembras y un semental mayores de dos años por UPP. El diagnóstico serológico se realizó con un kit comercial de ELISA IDEXX paratuberculosis Screening. Además, se aplicó un cuestionario a los productores para detectar algunas posibles prácticas de manejo en la transmisión de la enfermedad. Se calculó el Riesgo Relativo (RR) con un intervalo de confianza 95% (IC). Con base en el análisis de las prácticas de manejo de este estudio, se encontró un RR de 0.19 a 0.30 para estos factores ( $P<0.05$ ) esto implica que existe una probabilidad significativa de que la enfermedad se manifieste si estos factores están presentes en la unidad de producción pecuaria. La seroprevalencia se calculó con el programa Epi Info 7.® y la asociación entre variables por razón de momios (RR) con el programa Win Episcope Ver. 2.0®. La seroprevalencia general fue de 15% (IC95%: 12.03 - 18.55%) para la región Frailesca fue de 12% (IC95%: 7.58 - 17.76%) mientras que en la región Istmo-Costa fue del 17.89% (IC95% 12.72 - 24.1%) y en la región Valle Zoque del 14.74% (IC95%: 8.3 - 23.49%). Se identificaron malas prácticas de manejo, como bebederos y comederos sucios, corrales con piso de tierra, limpieza de corrales, edad al destete de los terneros y manejo del semental. Se concluye que la paratuberculosis bovina está presente en el ganado bovino del estado de Chiapas y por lo tanto es necesario establecer estrategias que favorezcan su control y prevención, como la detección y segregación de animales positivos, así como la disminución de los factores que permitan la transmisión en la cría del ganado.

### Palabras clave:

*Enfermedad; Paratuberculosis; Pruebas diagnósticas.*

— Abstract—

The objective of this study was to know the epidemiological situation of bovine paratuberculosis and determine the management practices that favor the presence of this disease, in three economic regions of major livestock importance in the state of Chiapas. An  $n = 460$  animals from 92 livestock production units (UPP) was obtained. Samples were taken from five females and one stallion older than two years by UPP. Serological diagnosis was made with a commercial ELISA IDEXX paratuberculosis Screening kit. In addition, a questionnaire was applied to the producers to detect some possible management practices in the transmission of the disease. The Relative Risk (RR) was calculated with a 95% confidence interval (CI). Based on the analysis of the management practices of this study, a RR of 0.19 to 0.30 was found for these factors ( $P < 0.05$ ), this implies that there is a significant probability of manifesting the disease if these factors are present in the production unit. livestock. The seroprevalence was calculated with the Epi Info 7. ® program and the association between variables by ratio of odds (RR) with the Win Episcopo Ver. 2.0® program. The general seroprevalence was 15% (95% CI: 12.03 - 18.55%) for the Frailesca region was 12% (95% CI: 7.58 - 17.76%) while in the Isthmus-Costa region it was 17.89% (95% CI 12.72 - 24.1%) and in the Zoque Valley of 14.74% (95% CI: 8.3 - 23.49%). Poor management practices were identified such as dirty drinkers and feeders, pens with dirt floors, cleaning pens, age at weaning of calves and management of the stallion. It is concluded that bovine paratuberculosis is present in cattle in the state of Chiapas and therefore it is advisable to establish strategies that favor its control and prevention, such as the detection and segregation of positive animals, as well as the reduction of factors that allow the transmission in livestock farming.

**Keywords:**

*Test diagnostic; Paratuberculosis; Disease.*

La Paratuberculosis bovina (PTB) es una enfermedad infectocontagiosa crónica causada por *Mycobacterium avium* subespecies *paratuberculosis* (MAP). El principal órgano afectado por la enfermedad es el intestino delgado, en el cual provoca una enteritis que genera manifestaciones clínicas como el adelgazamiento progresivo, diarrea y, por último, la muerte en los animales afectados. Es una enfermedad de distribución e importancia económica mundial con prevalencia variable desde 5 hasta 30 %. Los animales jóvenes (menores de 6 meses de edad) se infectan por la ingestión de bacterias, principalmente a través de alimento, agua y los pezones contaminados con heces (Castellanos, *et al.*, 2010).

La enfermedad de PTB puede ser evidente después de un periodo de estrés como el parto o la lactación. Las pérdidas económicas por esta enfermedad se deben principalmente a desecho prematuro y el costo del reemplazo, disminución en producción láctea, baja en la eficiencia alimenticia, infertilidad, disminución en la calidad de canal y susceptibilidad a otras enfermedades.

En un reporte se estimó que la prevalencia de PTB en Latinoamérica y el Caribe a nivel de hato va desde 17 a 76% (Correa, *et al.*, 2015). En México, la PTB en bovinos no es monitoreada regularmente, por lo que la información acerca de su prevalencia es casi nula. En Chiapas, el estudio y la información sobre la PTB es de suma importancia debido a que son las regiones ganaderas con mayor productividad, el desconocimiento de esta enfermedad genera incertidumbre del estatus sanitario de los hatos ganaderos del estado de Chiapas, debido a la falta de registros productivos, reproductivos y sanitarios. Sin lugar a dudas, una enfermedad como la paratuberculosis, con su naturaleza crónica, podría impactar en los hatos del estado. Por lo anterior, el objetivo de este estudio es conocer la situación epidemiológica de la paratuberculosis bovina y determinar prácticas de manejo que favorezcan la presencia de esta enfermedad en tres regiones económicas del estado de Chiapas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Área de estudio*

El estado de Chiapas se localiza al sureste de México, colinda al norte con el estado de Tabasco, al oeste con Veracruz y Oaxaca, al sur con el Océano Pacífico y al este con la República de Guatemala. Al norte 17°59', al sur 14°32' de latitud norte; al este 90°22', al oeste 94°14' de longitud oeste (INEGI, 2013).

La investigación se llevó a cabo en tres regiones económicas del estado de Chiapas: Frailesca, Istmo-Costa y Valle Zoque que comprenden los municipios de Villaflores, Villacorzo, La Concordia, Arriaga, Tonalá, Pijijiapan, Mapastepec, Jiquipilas, Cintalapa y Ocozocoautla (Figura 1).



Figura 1. Principales regiones ganaderas del estado de Chiapas. Fuente: Elaboración propia

### Determinación del tamaño de muestra

El tamaño mínimo de muestra se determinó con la siguiente fórmula (Pérez-Rivero, *et al.*, 2017):

$$n = \frac{\frac{Z^2}{E^2} \frac{q}{p}}{1 + \frac{1}{N} \left[ \frac{Z^2}{E^2} \frac{q}{p} - 1 \right]}$$

Donde:

Z = 1.96

E = 10 %

p = 80 %

q = 20 % (1-p)

N = 14680

n = 92

Se consideró una proporción (p) de paratuberculosis del 80% con una confianza (z2) del 95% y una precisión de 10%, el universo de estudio (N) fue de 14,680 productores primarios de la Asociación Ganadera Local de cada uno de los municipios estudiados en el estado de Chiapas. Dando como resultado 92 productores para el estudio, con un total de 460 muestras (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Distribución de las unidades de producción pecuaria y animales muestrados por región económica*

<b>Regiones</b>	<b>Municipio</b>	<b>UPP*</b>	<b>Machos</b>	<b>Hembras</b>
Frailesca	Villaflores	10	10	40
	Villa Corzo	14	14	56
	La Concordia	11	11	44
Istmo- Costa	Arriaga	7	7	28
	Pijijiapan	11	11	44
	Tonalá	13	13	52
	Mapastepec	7	7	28
Valle Zoque	Cintalapa	6	6	24
	Jiquipilas	5	5	20
	Ocozocoautla	8	8	32
<b>Total</b>		<b>92</b>	<b>92</b>	<b>368</b>

\*Unidad de Producción Pecuaria

Fuente: Elaboración propia

Los criterios de inclusión-exclusión que se consideraron para que el productor participara en el estudio fueron los siguientes:

- **Inclusión**

Animales adultos (mayores a 6 meses de edad), vientres y sementales activos de cada unidad productiva (UPP).

Sementales activos (mayor a 6 meses) que fueran propios o prestados por otro productor.

Productores pertenecientes a la Asociación Ganadera de Local de cada municipio.

- **Exclusión**

Animales de productores que no pertenezcan a la Asociación Ganadera Local del municipio estudiado.

### *Muestreo serológico*

La selección de los diez municipios se realizó con base en su actividad ganadera dentro del estado, posteriormente se utilizó una base de datos de los productores de cada región, a los cuales se les invitó a participar en el estudio y finalmente la selección de los animales se realizó por conveniencia, siguiendo los criterios de inclusión y exclusión.

La toma de muestras para el estudio serológico se realizó mediante punción de la vena coccígea. La muestra fue tomada en tubos vacutainer con gel separador de suero (7ml). Las muestras de sangre se conservaron en refrigeración a 4°C. Una vez obtenidas las muestras se centrifugaron a 3000 rpm durante 3 min. Posteriormente, el suero se tomó en alícuotas de 2-3 ml, mismas que fueron congeladas y mantenidas a -20°C hasta su procesamiento.

### *Diagnóstico serológico*

La detección de anticuerpos contenidos en el suero sanguíneo contra MAP se realizó en el Laboratorio de Pequeños Rumiantes CENID-Microbiología, INIFAP, donde se utilizó la técnica de ELISA de tipo comercial IDEXX Paratuberculosis Screening (IDEXX, 2017), el cual tiene la capacidad de detectar anticuerpos contra MAP en suero y leche, de bovinos, con una sensibilidad del 60-80% y una especificidad de 90-99% (IDEXX, 2017). De esta manera, se garantizará que cuando un animal sea seropositivo a un antígeno en específico, esta respuesta sea debida a la exposición al agente de campo.

Las microplacas están tapizadas con antígeno MAP. Las muestras analizadas fueron primero diluidas e incubadas con *Mycobacterium phlei* para neutralizar posibles reacciones cruzadas con cualquier micobacteria en los pocillos de la microplaca por predilución. Después de la incubación con *Mycobacterium phlei*, las muestras se depositan en la microplaca tapizada. Cualquier anticuerpo presente en la muestra específica frente a MAP forma un complejo antígeno-anticuerpo en la superficie del pocillo. Tras el lavado, se incuba en los pocillos un anticuerpo anti-rumiante unido a una enzima. El conjugado se une a los complejos antígeno-anticuerpo. Después de otro lavado, se añade a los pocillos la enzima substrato (TMB). En presencia del enzima, el substrato se oxida generando una coloración azul, que vira a amarilla al añadir la solución de frenado. La intensidad de color es proporcional a la concentración de anticuerpos específicos anti-MAP presentes en la muestra. El resultado se obtiene comparando la densidad óptica (DO) de la muestra con la media del control positivo.

### *Cuestionarios epidemiológicos*

Para el estudio descriptivo se realizó una encuesta de 15 preguntas simultáneamente al muestreo serológico en cada unidad de producción bovina con preguntas relacionadas a problemas sanitarios, manejo zootécnico y características productivas. Es importante mencionar que los muestreos y el levantamiento de encuestas fueron realizados por Médicos Veterinarios Zootecnistas que conocían ampliamente la región y el manejo de los animales, los cuales se capacitaron con anterioridad para evitar sesgos en la investigación.

### *Análisis estadístico*

Se elaboró una base de datos con el programa de hoja de cálculo Microsoft Excel 2016 y el análisis de datos con el programa Epi info™ versión 7, calculando las frecuencias y en su caso el respectivo intervalo de confianza al 95% (IC 95%).

Para evaluar la fuerza con la que la enfermedad se asocia con un determinado factor (que se presume como su causa), se utilizó como indicador el riesgo relativo (RR). Asimismo, para evaluar la significancia estadística se empleó la prueba de Ji Cuadrada para determinar si son homogéneas o no las proporciones de la enfermedad (Jaramillo y Martínez, 2010).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Resultados serológicos en las tres regiones económicas: Frailesca, Istmo – Costa y Valle Zoque*

Con base en los resultados del muestreo de 460 bovinos de 92 unidades de producción pecuaria (UPP) se obtuvo una frecuencia de seropositividad de anticuerpos contra *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* (MAP) del 15% (69/460), mientras que el 85% (391/460) resultaron negativos a esta enfermedad (Tabla 2). En este sentido, Ocepek, *et al.* (2002) quienes obtuvieron una prevalencia del 0.59%, analizaron sueros de bovinos de entre 6 a 24 meses de edad, a través de la técnica de ELISA indirecto. Por su parte, Guamán (2017), determinó la prevalencia de la enfermedad por animal del 1.72% (87/5074) en bovinos entre los 12 y 24 meses de edad en cuatro regiones de Ecuador. No obstante, Crossley, *et al.* (2005), señalan que hatos más grandes tendrían una mayor prevalencia por la densidad poblacional y por lo tanto, una mayor contaminación medioambiental con MAP la que promovería la exposición al agente en edades tempranas. Lo que concuerda con Sevilla (2007) quien cita que la paratuberculosis es una enfermedad de distribución mundial con variabilidad en los datos de prevalencia en el ganado bovino.

Aunque en el presente estudio la proporción que se encontró de animales seropositivos es baja, comparándola con los seronegativos, no quiere decir que la enfermedad sea de poca importancia en el hato ganadero, ya que se tiene que considerar que la enfermedad clínica además de presentarse en animales mayores a 24 meses, también pueden existir animales jóvenes que sean portadores de MAP sin presentar una signología que ayude a diferenciarlos de los animales sanos.

**Tabla 2**

*Diagnóstico general serológico de MAP mediante ELISA IDEXX Screening paratuberculosis*

<b>Diagnóstico</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>( % )</b>	<b>IC 95%</b>
Negativo	391	85.00	81.45- 87.97
Positivo	69	15.00	12.03 - 18.55
<b>Total</b>	<b>460</b>	<b>100.00%</b>	

IC= Intervalo de confianza

Fuente: Elaboración propia

Con relación a los resultados serológicos por regiones económicas, se encontró que en la región Frailesca se muestrearon 175 animales y se obtuvieron 154 casos negativos que corresponden al 88% y 21 casos positivos que corresponden al 12%. Mientras que la región Istmo–Costa se muestrearon 190 bovinos, de los cuales 156 resultaron negativos (82.1%) y 34 bovinos como positivos el cual corresponde al 17.9%. Finalmente, para la región Valle Zoque se muestrearon 95 bovinos de los cuales el 85.3 % (81/95) resultaron negativos y el 14.7% (14/85) resultaron positivos (Tabla 3). Por su parte, Guamán (2017), determinó la frecuencia de cuatro regiones de Ecuador, donde el mayor número de animales positivos se encontraba en la región Costa con el 2.05% (49/2391), seguido de la región Sierra con el 1.64% (28/1703), la región Insular con el 1.32% (2/132) y finalmente el Oriente con el 1.00% (8/801), concluyendo que las regiones con mayor inventario bovino manifiestan más presencia de anticuerpos de esta enfermedad. De igual manera, Milián, *et al.* (2015), menciona que la enfermedad se presenta con una alta prevalencia en zonas del país que abarcaban una mayor densidad poblacional bovina por km<sup>2</sup> de extensión territorial. En este sentido, el mayor número de animales se encuentra en la región Istmo–Costa, que se caracteriza por ser una de las regiones con mayor inventario ganadero del estado de Chiapas según reporta el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP,2017); la región Istmo–Costa (Arriaga, Tonalá, Pijijiapan y Mapastepec) cuenta con 304,429 cabezas de ganado bovino a diferencia de la región Frailesca (Villaflora, Villa Corzo y la Concordia) que tiene un total de 276,600 cabezas y para la región Valle Zoque (Ocozocoautla, Jiquipilas y Cintalapa) que tiene un inventario de 73,232 cabezas de ganado bovino.

**Tabla 3**

*Diagnóstico serológico por región de MAP mediante ELISA IDEXX Screening paratuberculosis*

Regiones	Diagnóstico	Frecuencia	%	IC 95%
Frailesca	Negativo	154	88	82.24 - 92.42
	Positivo	21	12	7.58 - 17.76
	Total	175	100%	
Istmo - Costa	Negativo	156	82.11	75.9 - 87.28
	Positivo	34	17.89	12.72 - 24.1
	Total	190	100%	
Valle Zoque	Negativo	81	85.26	76.51 - 91.7
	Positivo	14	14.74	8.3 - 23.49
	Total	95	100%	

IC= Intervalo de confianza

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los resultados por unidad de producción pecuaria (UPP) se encontraron 40 positivas y 52 negativas, que corresponde al 43.48 y 56.52% respectivamente. Se consideró como UPP positiva aquella que tuviera al menos un animal positivo (Figura 2). Por su parte, Guamán (2017) obtuvo una prevalencia de la enfermedad por UPP del 9.5% (68/716). Sin embargo, al comparar los resultados del presente estudio con aquellos estudios que reportan un resultado de seroprevalencia por hato, el resultado de prevalencia del presente estudio es superior al observado por Waldner, *et al.* (2002), quien encontró una prevalencia intrahato entre 2 y 12.8% mientras que Roussel (2011), observó prevalencia intrahato entre 2 a 12%. En otro estudio de Roussel, *et al.* (2007), detectó prevalencias intrahato en la mayoría de las UPP analizadas entre 23 a 75%. Con relación a las prevalencias por hato encontradas en el presente estudio y en otros que utilizaron como prueba diagnóstica ELISA, se puede observar una variabilidad en las prevalencias, esto debido tal vez a los diferentes valores de sensibilidad y especificidad que tienen los kits de ELISA. También es importante mencionar que, debido a las características del estado, los resultados obtenidos solo muestran una proporción de individuos que presentan la enfermedad en un lugar y tiempo determinado.

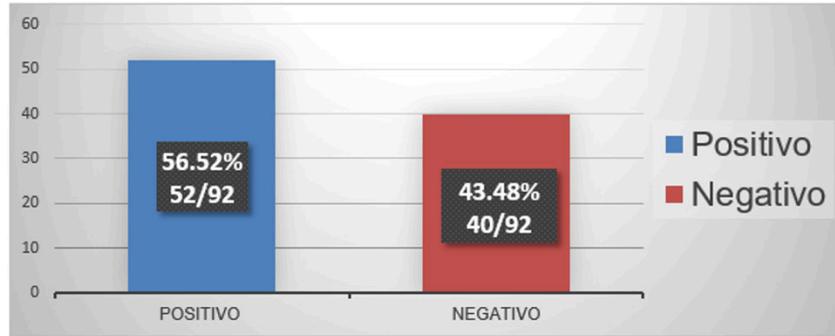


Figura 2. Resultados a nivel de Unidad productiva contra MAP. Fuente: Elaboración propia

Con referencia a los resultados por sexo por animal, se muestrearon 368 vacas de las cuales 55 resultaron positivas (14.9%) y 313 vacas negativas (85.1%) a esta enfermedad. Mientras que de los 92 machos muestreados, 14 resultaron positivos (15.2%) y 78 fueron negativos, (84.8%) (Figura 3). Con relación al sexo de los animales, se observó un mayor número de animales positivos hembras con relación a los machos. Estos datos concuerdan con los estudios realizados por Fadhel, *et al.* (2010) y Vélez, *et al.* (2016) quienes observaron mayor porcentaje de seropositividad en hembras. Los autores indican que la diferencia existente entre hembras y machos se podría deber a un menor número de machos muestreados. Cabe señalar que el sistema de mayor proporción en regiones tropicales es el de doble propósito con el 45% del inventario bovino nacional y de acuerdo con sus características de producción este sistema tiene dos objetivos fundamentales que son la producción de leche y la producción de carne mediante la cría de becerros al destete, que son vendidos a los 6-8 meses de edad y el desecho de bovinos para el suministro de carne, por lo tanto tiene un mayor número de vientres que de sementales (González, 2018).

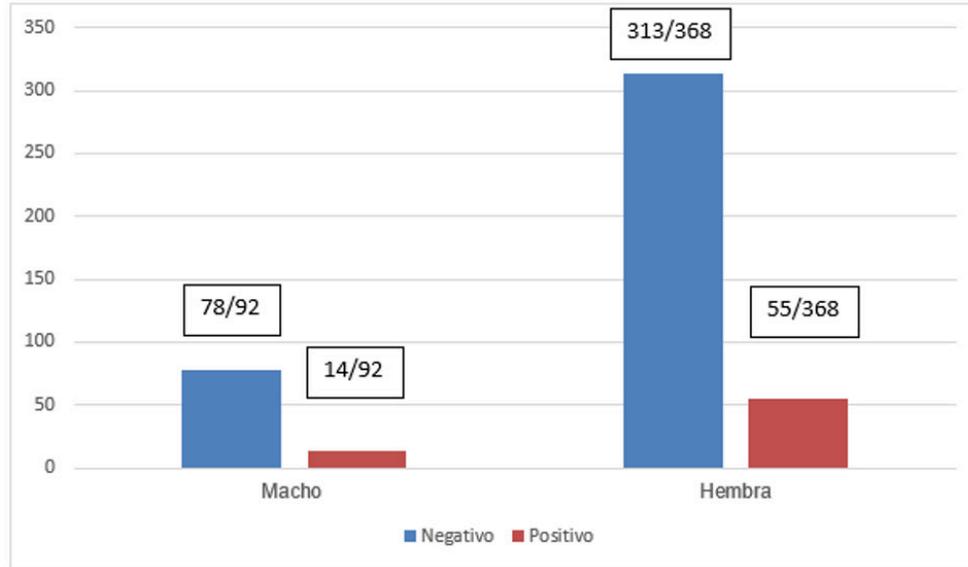


Figura 3. Resultados del diagnóstico de paratuberculosis por sexo. Fuente: Elaboración propia

Con referencia a la técnica de ELISA (IDEXX, 2017), que fue utilizada en el presente trabajo, reporta una sensibilidad del 60-80% y una especificidad de 90-99% por el fabricante, estos datos coinciden con el trabajo de Martínez, *et al.* (2012), quienes obtuvieron una sensibilidad de 79.31% y una especificidad de 82.25% en la estandarización y desarrollo de una ELISA con antígeno protoplasmático obtenido de la cepa MAP 3065. Las pruebas por ELISA son menos costosas y pueden ser aplicadas a muestras de sangre o leche. La habilidad para realizar la prueba ELISA en muestras de leche, que son colectivas, ha llevado a la disponibilidad de grandes números de registros de prueba en el registro de datos lácteos.

Tobergte y Curtis (2013), mencionan que la técnica de ELISA indirecta se considera como el estándar de oro para la determinación de la prevalencia de la enfermedad, debido a la sensibilidad y especificidad para detectar anticuerpos séricos contra el agente. Sin embargo, Sánchez, *et al.* (2009), menciona que este ensayo es considerado como una técnica screening y es útil para el establecimiento de medidas de vigilancia y control dentro de los hatos afectados.

Por lo anterior, debe considerarse que una prueba diagnóstica que pretende ser utilizada como el estándar de oro, debería tener una alta sensibilidad, la cual es la capacidad que tiene una prueba para detectar un caso realmente positivo, si esta prueba tiene baja sensibilidad arrojará un falso positivo con mayor frecuencia. Por lo tanto, la prueba de ELISA-IDEXX 2017, que fue utilizada en el presente trabajo, debería ser utilizada como una prueba de vigilancia y control para los hatos, en virtud de que presenta una sensibilidad del 60-80 %.

### *Resultados de las encuestas*

Con base en los datos obtenidos de las 92 unidades de producción que se encuestaron, de las tres regiones económicas, Frailesca, Istmo–Costa y Valle Zoque, se observó que el principal fin zootécnico de las UPP es el sistema de doble propósito: producción de leche y carne representando el 92.4% (85/92), mientras que el 7.6% de los productores se dedican a la producción de leche. Además, el sistema de producción identificado en todas las UPP encuestadas fue de tipo semi-intensivo con suplementación alimenticia y un programa de medicina preventiva básico. También se identificó que el 100% de las unidades de producción utilizan el agua proveniente de pozos para la alimentación del ganado, limpieza de instalaciones y equipo. En este sentido, Vilaboa, *et al.* (2009), en el estado de Veracruz señalan que el sistema de doble propósito representa más del 77% de las unidades de producción estudiadas. De igual manera, González (2012), encontró que el sistema de explotación en la región Istmo-Costa en Chiapas el 88% de ganado bovino fue de doble propósito. Por lo anterior, existe una amplia evidencia de que en las zonas tropicales normalmente predomina el sistema de explotación del ganado bovino doble propósito.

Conforme a las razas bovinas predominantes en los animales, se observó que el ganado Suiz-Bu (Suizo-Brahman) es la más predominante, seguida por Brahman, Holstein, Gyr-Holstein y en menor número, vacas de la raza Suizo Americano (Tabla 4). Con relación a la raza del ganado, Benavides, *et al.* (2016), encontró que en hatos lecheros la raza Jersey se presentó una mayor seropositividad; sin embargo, la raza en mayor proporción en la población de estudio fue la raza Holstein, no encontrando correlación de los animales enfermos con la variable raza. Por otra parte, Vir Singh, *et al.* (2013), menciona que las diferencias de razas juegan un papel fundamental en la genética de la resistencia a las enfermedades. En este sentido, es importante mencionar que se puede confundir una susceptibilidad racial a la enfermedad con la popularidad de la raza. Por otra parte, la selección de una raza con mayor susceptibilidad a enfermedades en el trópico puede ser una herramienta fundamental para el control de la paratuberculosis en el estado.

**Tabla 4**  
*Distribución de las razas bovinas por región económica*

Regiones	Raza	Frecuencia	( % )	IC 95%
Frailesca	Brahman	7	36.84	16.29 - 61.64
	Gyr-Holstein	1	5.26	0.13 - 26.03
	Suizo	1	5.26	0.13 - 26.03
	Suizo- Brahman	10	52.63	28.86 - 75.5
	TOTAL	19	100%	
Istmo - Costa	Brahman	17	50.00	32.43 - 67.57
	Gyr-Holstein	1	2.94	0.07 - 15.33
	Suizo	3	8.82	1.86 - 23.68
	Suizo- Brahman	13	38.2	22.17 - 56.44
	TOTAL	34	100%	
Valle Zoque	Brahman	5	38.46	13.86 - 68.42
	Suizo- Brahman	8	61.54	31.58 - 86.14
	TOTAL	13	100%	

IC= Intervalo de confianza

Fuente: Elaboración propia

Una de las características importantes para la transmisión de MAP hacia animales susceptibles es la acumulación de heces en el piso del corral de manejo. En este sentido, se observó que en la mayoría de los corrales de manejo el piso fue de tierra 83.7% (77/92) y solamente el 16.3% (15/92) tienen piso de cemento (piso firme).

En la región Frailesca se encontró un 20 % de UPP con corrales de piso de cemento y el 80% con piso de tierra. Para la región Istmo–Costa se identificó un 10.5% de corrales con piso de cemento y el porcentaje restante corresponde a piso de tierra. Finalmente, para la región Valle Zoque se identificó un 5.3% de corrales de cemento y un 94.7% de corrales de tierra. Como se observa, el piso que tiene una mayor frecuencia entre las tres regiones económicas corresponde al piso de tierra (Tabla 5).

**Tabla 5**  
*Tipos de corrales de manejo en las unidades de producción del estado de Chiapas*

Regiones	Corrales de cemento o tierra	Frecuencia	( % )	IC 95%
Frailesca	Cemento	7	20	8.44 - 36.94
	Tierra	28	80	63.06 - 91.56
	TOTAL	35	100 %	
Istmo - Costa	Cemento	4	10.53	2.94 - 24.8
	Tierra	34	89.47	75.2 - 97.06
	TOTAL	38	100 %	
Valle Zoque	Cemento	1	5.2	0.13 - 26.03
	Tierra	18	94.74	73.97 - 99.87
	TOTAL	19	100 %	

IC= Intervalo de confianza

Fuente: Elaboración propia

Otro rubro importante para mencionar es la limpieza y desinfección de corrales, donde el 85.7% (30/35) de los productores de la región Frailesca no limpian los corrales y un 14.3% (5/35) sí limpian los residuos de los animales. Para la región Istmo–Costa el 100% (38/38) no limpian los corrales. Finalmente, para la región Valle Zoque el 73.7% (14/19) no recurren a la limpieza de sus corrales y un 26.3% (5/19) realizan la limpieza de los corrales de manejo (Tabla 6).

**Tabla 6**  
*Limpieza de corrales en las tres regiones del estado de Chiapas*

Regiones	Limpieza de corrales	Frecuencia	( % )	IC 95%
Frailesca	no	30	85.71	69.74 - 95.19
	si	5	14.29	4.81 - 30.26
	TOTAL	35	100%	
Istmo - Costa	no	38	100	90.75 – 100
	TOTAL	38	100%	
Valle Zoque	no	14	73.68	48.8 - 90.85
	si	5	26.32	9.15 - 51.2
	TOTAL	19	100%	

IC= Intervalo de confianza

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, una de las prácticas que se debe hacer en todas las unidades de producción es la de limpieza de comederos y bebederos, lo cual es un factor importante para que no se disemine MAP. En el presente estudio se observó que en las tres regiones que no realizan limpieza a los comederos y bebederos en la Frailesca, Istmo–Costa y Valle Zoque fue de 62.8, 63.2 y 52.6% respectivamente. Sin lugar a dudas, este es un factor de riesgo para la diseminación de la enfermedad (ver Tabla 7).

**Tabla 7**  
*Limpieza de comederos y bebederos*

Regiones	Limpieza de comederos y bebederos	Frecuencia	( % )	IC 95%
Frailesca	no	22	62.86	44.92 - 78.53
	si	13	37.14	21.47 - 55.08
	TOTAL	35	100 %	
Istmo - Costa	no	24	63.16	45.99 - 78.19
	si	14	36.84	21.81 - 54.01
	TOTAL	38	100 %	
Valle Zoque	no	10	52.63	28.86 - 75.55
	si	9	47.37	24.45 - 71.14
	TOTAL	19	100 %	

IC= Intervalo de confianza

Fuente: Elaboración propia

En este sentido, se ha descrito que la transmisión de MAP tiene como ruta principal la vía fecal–oral (Yayo, *et al.*, 2001) por lo que las condiciones sanitarias que se tengan en una unidad productiva son de gran interés para que se establezca o no la enfermedad. Por lo tanto, los resultados que se muestran acerca del manejo sanitario de los corrales (limpieza en corrales y el tipo de piso) en este estudio, son importantes, debido a que MAP puede estar presente en los bebederos y comederos a los que no se les da una limpieza adecuada, sin dejar de mencionar que los corrales, al tener piso de tierra, son más propensos a que MAP permanezca más tiempo en el piso por las condiciones de humedad y temperatura. Por lo anterior, MAP puede persistir en la tierra y agua contaminada con heces de animales infectados. Existen estudios que mencionan que esta micobacteria es capaz de sobrevivir en las heces de los bovinos infectados durante 152–246 días y que el periodo de sobrevivencia de MAP depende de las condiciones ambientales como la congelación, sequía, exposición a la luz solar, cambios en la temperatura ambiental y lluvia. Por otra parte, Whittington, *et al.* (2000), han descrito

que MAP es capaz de sobrevivir hasta 280 días en charcos. De manera que puede permanecer viable en el ambiente por varios meses, lo que sin duda es un factor determinante para la diseminación de la infección.

Otro punto importante es el número de bacilos viables eliminados en heces de animales infectados. Whitlock, *et al.* (2000), mencionan que la dosis eliminada de MAP es de  $10^6$ – $10^8$  UFC/g y se ha establecido que la dosis infectiva es aproximadamente de  $10^3$  bacilos. De acuerdo con esto, una mínima contaminación fecal del ambiente es suficiente para producir la infección de los animales susceptibles.

Con relación a la epidemiología de la enfermedad, Greig, *et al.* (1999), han señalado que algunos de estos hospedadores silvestres, como los conejos, podrían jugar un papel importante en la transmisión de la infección a los rumiantes domésticos en algunas regiones, ya que pueden liberar en sus heces millones de MAP/hectárea y los rumiantes domésticos contagiarse cuando pastan o comen alimentos contaminados con MAP. Además, otra de las posibles vías de infección que se ha considerado es la depredación en el caso de los carnívoros. Greig, *et al.* (1997 y 1999) describen que el porcentaje del aislamiento de MAP en los depredadores es de un 62%, en comparación con el 10% de aislamiento de *M. avium* paratuberculosis en las presas. Asimismo, Stevenson, *et al.* (2009), realizaron mediante técnicas moleculares la identificación de los mismos genotipos de MAP entre los diferentes hospedadores silvestres y domésticos que convivían en el mismo hábitat, apoyando la teoría de transmisión interespecie. Esto quiere decir que los animales salvajes tienen un papel importante en la epidemiología de la paratuberculosis bovina.

Con respecto a lo anterior, se puede decir que la construcción de un corral con piso de cemento es de mayor costo para los productores, por lo que optan por tener un piso de tierra. Sin embargo, el nivel socioeconómico de una UPP no debe justificar la poca o nula limpieza y desinfección de un corral con piso de tierra o de cemento, así como los bebederos y comederos, ya que la vía de transmisión frecuente para MAP en animales bovinos es la fecal-oral.

En cuanto a la desparasitación interna de los animales, se observó que el 100 % de los productores desparasitan a todos sus animales (Tabla 8). Una desparasitación adecuada consta de 2 aplicaciones por año, es decir cada 6 meses como mínimo. Debido a que las condiciones de los productores, y su economía, varía entre cada seis meses y cada año, se encontró que la región Frailesca desparasita internamente a los animales con un 71.4% (25/35) cada año y un 28.6% (10/35) cada seis meses. Para la región Istmo–Costa se observó que un 76.32% (29/38) cada seis meses y con un 23.7% (9/38) desparasita cada año. Finalmente, la región en la región Valle Zoque doce productores (63.2%) desparasita a sus animales cada seis meses y siete productores (36.8%) los desparasitan cada año. Es importante mencionar

que una de las prácticas profilácticas comunes que se hace en cualquier unidad de producción bovina es la desparasitación interna. Sin embargo, los signos clínicos de PTB son muy parecidos a los de una parasitosis, por lo que el productor o Médico Veterinario puede dar un tratamiento erróneo sin antes contar con el diagnóstico adecuado.

**Tabla 8**

*Desparasitación de los animales de las tres regiones del estado de Chiapas*

Regiones	Desparasitación interna	Frecuencia	( % )	IC 95%
Frailesca, Itsmo - Costa y Valle Zoque	Si	92	100	90 – 100
<b>Con que frecuencia desparasitan</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>( % )</b>	<b>IC 95%</b>
Frailesca	año	25	71.43	53.7 - 85.36
	seis meses	10	28.57	14.64 - 46.3
	TOTAL	35	100%	
Itsmo - Costa	año	9	23.68	11.44 - 40.24
	seis meses	29	76.32	59.76 - 88.56
	TOTAL	38	100%	
Valle Zoque	año	7	36.84	16.29 - 61.64
	seis meses	12	63.16	38.36 - 83.71
	TOTAL	19	100%	

IC= Intervalo de confianza

Fuente: Elaboración propia

*Características relacionadas con la presencia de MAP en las unidades de producción y su posible transmisión*

Se realizó una serie de preguntas a los productores pecuarios, para conocer la presencia de signos sugerentes de MAP dentro de sus unidades de producción. En cuanto a la signología en bovinos, el 16.7% de los productores declararon haber tenido problemas con edema submandibular y decaimiento en vacas adultas y el 56.5% animales que sufren diarreas y que son tratados con desparasitantes o antibióticos y no se recuperan dentro de sus UPP; el 36.8% de los productores declaró haber tenido pérdida progresiva de peso en bovinos enfermos y un 6.5% de los productores han tenido vacas con pelo hirsuto y debilidad (Tabla 9).

En este sentido, Martínez, *et al.* (2012), describen que los signos que se observan son: diarrea al principio intermitente y más tarde permanente, pérdida

de la condición corporal, aunque el apetito se mantiene, disminución de la producción láctea y edema submandibular y ventral causado por hipoproteïnemia. Asimismo, Whitlock y Buergelt (1996), mencionan que los signos clínicos de la enfermedad son poco evidentes, a veces variables, y están asociados principalmente a los diferentes estadios de la enfermedad. En este caso, los signos clínicos que los productores mencionaron haber presentado en esta investigación corresponden a una fase clínica avanzada. En esta fase los animales son sacrificados debido a la reducción en la producción lechera y a la pérdida de peso vivo, aunque en ocasiones algunos animales mueren por la deshidratación severa y la caquexia. Se estima que por cada caso clínico hay 25 casos subclínicos; de ahí la importancia de contar con pruebas de diagnóstico que puedan detectar a tiempo a los animales infectados para evitar pérdidas económicas dentro de la UPP.

**Tabla 9**

*Presencia de signos clínicos en hatos observados por los productores dentro de las unidades de producción pecuaria*

<b>Bovinos con problemas con edema submandibular y tristeza</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>(%)</b>
Edema Submandibular, Tristeza	(11/92)	16.68
Nada	(81/92)	83.33
<b>Bovinos que sufren diarreas, son tratados con desparasitantes o antibióticos y no se recuperan</b>		
Diarreas tratadas	(52/92)	56.52
Nada	(40/92)	43.48
<b>Pérdida progresiva de peso en bovinos enfermos</b>		
Si	(37/92)	36.80
No	(55/92)	59.78
<b>Bovinos con pelo hirsuto y debilidad</b>		
Si	(25/92)	27.17
No	(67/92)	72.82

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el 84% de los productores señalan que el ganado bovino que poseen fue comprado y nacido en su unidad de producción pecuaria. El 43.5% de los productores introducen principalmente sementales, ya sea comprados o prestados de las UPP vecinas y en menor medida (18.5%) hembras de reemplazo. De los bovinos introducidos, el 13% de los productores adquieren bovinos dentro de su misma comunidad, 21.7% de su mismo

municipio, 58.7% de un municipio diferente, pero en el mismo estado (Tabla 10) y solamente el 6.5% de los productores fuera del estado de Chiapas.

Por lo anterior, el propósito de la introducción de machos y hembras en un sistema de doble propósito se realiza con fines reproductivos, ya que son utilizados como reemplazos de sementales y vientres. Lo que concuerda con González (2018), quien describe que una de las características del sistema de producción de doble propósito es la cría de becerros al destete y el desecho de bovinos para el suministro de carne, algunas becerras son seleccionadas para los futuros reemplazos de vientres y muy pocas hembras bovinas se adquieren de manera externa. En este caso, el futuro semental se obtiene fuera de la UPP, para evitar la consanguinidad dentro del hato.

**Tabla 10**  
*Origen de los bovinos de las unidades de producción pecuaria*

<b>Características</b>		
<b>Origen de los Bovinos</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Solo son nacidas en su rancho	(15/92)	16.31
Compradas o llegadas de otro lugar	(0/92)	0
Hay nacidas en su rancho y también compradas	(77/92)	83.69
<b>Tipos de bovinos introducidos</b>		
Sementales	(40/92)	43.48
Hembras	(17/92)	18.48
Sementales y Hembras	(35/92)	38.04
<b>Donde los compró o cuál es su procedencia</b>		
Misma comunidad	(12/92)	13.04
Mismo municipio	(20/92)	21.74
Otro municipio del mismo estado	(54/92)	58.69
Otro estado	(06/92)	6.52

Fuente: Elaboración propia

Con relación al desecho del semental en las unidades productivas, el 73.9% de los productores declaró que cambia el semental cada tres años, el 9.8% cada cinco años y el 16.3% nunca lo ha cambiado. El 76% de los productores presta o pide prestado el semental (Tabla 11). Los sementales viejos pueden ser un factor de riesgo para muchas enfermedades infecciosas dentro del hato. Una de las maneras en las que se puede transmitir PTB es por el préstamo de sementales infectados utilizados para monta natural, lo cual representa una práctica muy común dentro de las UPP de doble propósito, ya que este

animal puede estar eliminando la microbacteria a través de las heces durante el tiempo en el que fue prestado y considerar también las condiciones sanitarias de las instalaciones.

Por otra parte, Roussel (2011), señala que las prácticas de manejo de los terneros es la mayor diferencia entre ganado bovino productor de carne y bovino productor de leche al momento de considerar la transmisión y el control de paratuberculosis. El ternero de leche es separado de la madre dentro de las primeras 24 h. de nacido, mientras que los terneros de carne permanecen con las madres de 5 a 6 meses de edad. Por su parte, González (2018), menciona que el sistema de doble propósito es mediante la cría de becerros al destete que son vendidos a los 6-8 meses de edad. Esto quiere decir que la exposición de los becerros al estiércol de animales adultos es mucho mayor en las explotaciones de carne y de doble propósito que en las explotaciones de leche, esto debido a la convivencia estrecha entre jóvenes y adultos.

**Tabla 11**

*Características que favorecen la transmisión de MAP*

<b>Características</b>		
<b>A qué edad desteta a los terneros de las madres</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>(%)</b>
A los siete meses	(54/92)	58.69
Al Año	(27/92)	29.34
No los separa	(11/92)	11.95
<b>Cada cuando cambia de semental</b>		
Cada tres años	(68/92)	73.91
Cada cinco años	(09/92)	9.78
Nunca lo cambia	(15/92)	16.31
<b>Presta o pide prestado el semental</b>		
Si	(70/92)	76.08
No	(10/92)	10.86
A veces	(12/92)	13.04

Fuente: Elaboración propia

Con base en el análisis de las prácticas de manejo de este estudio, se encontró un riesgo relativo (RR) de 0.19 a 0.30 para estos factores ( $P < 0.05$ ). Esto implica que existe una probabilidad significativa de manifestarse la enfermedad si estos factores están presentes en la unidad de producción pecuaria. Por lo tanto, Nuñez, *et al.* (2006), detectaron que las prácticas de manejo de mayor impacto fueron las malas condiciones micro ambientales, cuidados del ternero recién nacido y en crecimiento, manejo de animales preñados, las prácticas de manejo y eliminación del estiércol. En este trabajo se detectó

que el mayor factor de riesgo es la limpieza de bebederos y comederos sucios, corrales con piso de tierra, limpieza de corrales, edad de destete de los terneros, tiempo de cambio de semental y préstamo de semental; en virtud, que es una fuente de contagio permanente y el 90 % de los productores limpia los corrales dos veces al año y 86% de ellos tiene instalaciones de tierra (Tabla 12), (Pérez-Rivero, *et al.*, 2017). No obstante, en la Tabla 13, se observan los resultados por regiones económicas de los riesgos relativos para la enfermedad de MAP. Al respecto, se encontró un riesgo relativo de 0.20, 0.23, y 0.27, mientras que los valores calculados del intervalo de confianza (95%) fue de 0.13 – 0.30, 0.14 – 0.39 y de 0.10 – 0.37 para las regiones Frailesca, Valle Zoque s Istmo-Costa respectivamente.

**Tabla 12**

*Cálculo del riesgo relativo*

	POSITIVO	NEGATIVO	
EXPUESTO	a	b	a+b
NO EXPUESTO	c	d	c+d
	a+c	b+d	a+b+c+d

$$\text{RIESGO RELATIVO} = \frac{\text{Incidencia de los expuestos}}{\text{Incidencia de los no expuestos}} = \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c}{c+d}}$$

Fuente: Elaboración propia

Donde **a**=expuestos al factor de riesgo que durante el seguimiento enfermaron; **b**= expuestos al factor de riesgo que durante el seguimiento no enfermaron; **c**= no expuestos al factor de riesgo que durante el seguimiento enfermaron; **d**= no expuestos al factor de riesgo que durante el seguimiento no enfermaron; **a+c**= total de sujetos que durante el seguimiento enfermaron (casos); **a+b**= total de sujetos expuestos al factor de riesgo; **c+d**= total de sujetos no expuestos al factor de riesgo.

Para evaluar la significancia estadística se empleó la prueba estadística de Ji Cuadrada para determinar si son homogéneas o no las proporciones de la enfermedad. Por lo tanto, el valor calculado para Ji Cuadrada en el presente estudio fue de 33.96, hay una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) en la proporción de la enfermedad con respecto a la exposición al factor de riesgo.

**Tabla 13***Cálculo de riesgo e intervalo de confianza de MAP de las tres regiones*

<b>Regiones</b>	<b>(RR)</b>	<b>IC 95%</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
<b>Frailesca</b>	0.20	0.13 - 0.30	5.67
<b>Valle Zoque</b>	0.23	0.14 - 0.39	1.61
<b>Istmo-Costa</b>	0.27	0.19 - 0.37	10.37

IC= Intervalo de confianza, X<sup>2</sup>= Ji Cuadrada, RR= Riesgo Relativo

Fuente: Elaboración propia

### CONCLUSIONES

Se confirma la infección por MAP en bovinos en las tres regiones económicas del estado de Chiapas: Frailesca, Istmo-Costa y Valle Zoque. Se encontró que las prácticas de manejo de mayor impacto son limpieza de bebederos y comederos sucios, corrales con piso de tierra, limpieza de corrales, edad de destete de los terneros, tiempo de cambio de semental y préstamo de semental.

La técnica de ELISA (IDEXX, 2017) que fue utilizada en el presente trabajo, presentó una sensibilidad del 60-80% y una especificidad de 90-99%. Este tipo de pruebas son menos costosas y pueden ser aplicadas a muestras de sangre o leche. Esta técnica es ideal para la identificación de animales que se encuentren en estado subclínico de la enfermedad y se considera como una técnica Screening y es útil para el establecimiento de medidas de vigilancia y control dentro de los hatos afectados.

Finalmente, derivado de la encuesta a los productores, se pudieron identificar conductas de riesgo que permiten establecer hipótesis que en subsecuentes estudios se deberán de explorar a fondo en estudios multidisciplinarios para poder establecer estrategias de prevención y control de esta enfermedad.

Es importante tomar medidas de bioseguridad contra esta enfermedad a nivel nacional e internacional, por esto urge la creación de la campaña nacional contra la paratuberculosis. En este sentido, se requieren de pruebas diagnósticas sensibles y específicas a un buen precio para lograr la detección y posterior eliminación de los casos clínicos y subclínicos de las UP, para que, de esta manera, se reduzca la exposición de los animales jóvenes que son los más susceptibles a infectarse con MAP.

## REFERENCIAS

- Benavides, B., Arteaga, A. y Montezuma, C.** (2016). Estudio epidemiológico de paratuberculosis bovina en hatos lecheros del sur de Nariño, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*. 31, 57–66.
- Castellanos, R. E.** (2010). *Caracterización molecular de aislados de Mycobacterium avium subespecie paratuberculosis. Mapa epidemiológico en España*. Tesis de Doctorado. Universidad Complutense. Madrid- España.
- Correa, V. N., Ramírez V. N. y Fernández S. J.** (2015). *Diagnóstico de la Paratuberculosis bovina*. Revisión. *ACOVEZ*.44:1 12-16
- Crossley, B., Zagmutt-Vergara, F., Fyock, T., Whitlock, R. y Gardner, I.** (2005). Fecal shedding of Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis by dairy cows. *Veterinary Microbiology*, 107(3–4), 257–263. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2005.01.017>.
- Fadhel, H., Zaghawa, A. y Al-Naeem, A.** (2010). Brucelosis en países de bajos y medianos ingresos. *Pakistan Veterinary Journal. Animals*, 8318(2), 85–92. <https://doi.org/10.1097/QCO.ob013e3283638104>
- Greig, A., Stevenson, K., Perez, V., Pirie, A. A., Grant, J. M., y Sharp, J.M.** (1997). Paratuberculosis in wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Vet Rec* 140: 141-143.
- Greig, A., Stevenson, K., Henderson, D., Perez, V., Hughes, V., y Pavlik, I.** (1999). Epidemiological study of paratuberculosis in wild rabbits in Scotland. *J Clin Microbiol* 37: 1746-1751.
- González, G. M.** (2012). *Caracterización de los sistemas de producción de leche en la region Istmo-Costa del estado de Chiapas*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria, UNACH.
- González, G. M.** (2018). *Determinación de Brucella abortus en leche y quesos frescos artesanales y sus implicaciones en salud pública en el municipio de Pijijiapan, Chiapas. Diagnóstico de situación*. Maestría en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.
- Guamán, T. R.** (2017). *Determinación de la prevalencia de paratuberculosis en bovinos entre 12 y 24 meses de edad en Ecuador*. Universidad Central del Ecuador Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).** (2013). Informe de actividades Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Jaramillo, A. C. y Martínez, M. J.** (2010). *Epidemiología Veterinaria*. Ed. Manual Moderno, México DF.
- Manning, E. J. and Collins, M. T.** (2001). Mycobacterium avium subsp. Paratuberculosis: pathogen, pathogenesis and diagnosis. *Rev. Sci. Tech.*; 20:133-150.
- Martínez, C. A., Santillán, F. M., Guzmán R. C. C., Favila, H. L., Córdova, L. D., Díaz, A.E., Hernández, A. y Blanco, M. A.** (2012). Desarrollo de

- un inmuno-ensayo enzimático (ELISA) para el diagnóstico de paratuberculosis en bovinos. *Rev Mex Cienc Pec.* 3(1):1-18.
- Milian, S. F., Santillan, F. M., Zendejas, M. H., García, C. L., Hernández, A. L. y Canto, G. (2015).** Prevalence and associated risk factors for *Mycobacterium avium* subs paratuberculosis in dairy cattle in México. *J. Vet. Med. And Anim. Health.* 7: 302-307
- Núñez, A. (2006).** *Paratuberculosis bovina en Ganado Lechero en la Cuenca Sur del país.* Tesis Maestría. Posgrado Facultad Veterinaria Montevideo, Uruguay. 1-40.
- Ocepek, M., Krt, B., Pate, M. y Pogacnik, M. (2002)** Seroprevalence of paratuberculosis in Slovenia between 1999 and 2001. *Slov.Vet.Res* 39: 179-185.
- Pérez-Rivero, J., Barragán, H. E., Lozada G. A., Miranda, C. K, Torres, M. X., Ladrón de Guevara, A. O. y Marvel, M. G. (2017).** *Entendiendo la epidemiología. Principios básicos y su aplicación en ciencias veterinarias.* Universidad Autónoma Metropolitana. Cd. de México
- Roussel, A.J. (2011).** Control of paratuberculosis in Beef Cattle. *Vet Clin North AM. Food Anim. Pract.* 27: 3. 593–598.
- Roussel, A., Fosgate, G., Manning, E., y Collins, M. (2007).** Association of fecal shedding of mycobacteria with high ELISA-determined seroprevalence for paratuberculosis in beef herds. *JAVMA.* 230 (6):1-2.
- Roussel, A., Libar, M.C., Whitlock, R. L., Hairgrove, T. B., Arling, K. S. y Thompson, J. A. (2005).** Prevalence of and risk factors for paratuberculosis in purebred beef cattle. *JAVMA.* 226 (5):773–778.
- Sánchez, A. N., Becerra, L., Faria, N., Montero, M., Oviedo, A. y Boscán, J. (2009).** Infección por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* en un Rebaño Criollo Limonero. *Revista Científica FCV-LUZ, XIX,* 555–565.
- Sevilla, A. I. (2007).** *Caracterización molecular detección y resistencia de Mycobacterium avium sub. paratuberculosis.* Tesis de Doctorado. Universidad del país Vasco.
- Servicio de información agroalimentaria y pesquera (SIAP). (2017).** *Inventario de bovinos.*
- Stevenson, K., Álvarez, J., Bakker, D., Biet, F., De Juan, L., Denham, S., Dimarelli, Z., Dohmann, K., Gerlach, G. F., Heron, L., Kopecna, M., May, L., Pavlik, L., Sharp, J. M., Thibault, V. C., Willemsen, P., Zadocks, R. N. y Greig, A. (2009).** Occurrence of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis across host species and European countries with evidence for transmission between wildlife and domestic ruminants. *BMC. Microbiol.* 7: 9: 212.
- Tobergte, D. R. y Curtis, S. (2013).** *Paratuberculosis (enfermedad de Johne).* *Manual Terrestre de La OIE 2014,* 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Vélez, M., Rendón, Y., Valencia, A., Ramírez, N. y Fernández, J. (2016).** *Seroprevalencia de Mycobacterium avium Subs paratuberculosis ( MAP ) en una granja de ganado de carne de bosque húmedo tropical en Caucaasia, Antioquia , Colombia.* 8(2). 167–176.
- Vilaboa, J., Díaz, P., Ruíz, O., Platas, D., González, S. y Juárez, F. (2009).** Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la region Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystem.*10: 53-62.
- Vir Singh, S., Dhama, K., Chaubey, K. K.; Kumar, N., Singh, P. K., Sohal, J. S., Gupta, S., Vir, Singh-A., Verma, A.K., Tiwari, R., Mahima, C. S. y Deb, R. (2013).** Impact of host genetics on susceptibility and resistance to *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* infection in domestic ruminants. *Pak J. Biol. Sci.* 16 (6):251-66.
- Waldner, Ch., Cunningham, G., Janzen, E. y Campbell, J. (2002).** Survey of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* serological tatus in beef herds on community pastures in Saskatchewan. *Canadian Veterinary Journal.* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12125186/>
- Whitlock, R. H. y Buergelt, C. (1996).** Preclinical and clinical manifestations of paratuberculosis (including pathology). *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.* 12: 345-356.
- Whitlock, R. H., Wells, S. J., Sweney, R. W. y Van Tiem, J. (2000).** ELISA and faecal culture for sensitive and economic detection of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infection in flocks of sheep. *J. Clin. Anim. Pract.* 12, 345-356.
- Whittington, R. J., Fell, S., Walker, D., McAllister, S., Marsh, I., Sergeant, E., Taragel, C. A., Marshall, D. J. y Links, I. J. (2000).** Use of pooled fecal culture for sensitive and economic detection of *mycobacterium avium* subsp. *Paratuberculosis* infection in flocks of sheep. *J. Clin. Microbiol.* 38: 2550-2556.
- Yayo, W., Macháckova, M. y Pavlik I. (2001).**The transmission and impact of paratuberculosis infection in domestic and wild ruminants. *Vet. Med.* 46:205-224.