



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DE LA
PARATUBERCULOSIS OVINA EN LA REGIÓN
DE LOS TUXTLAS DEL ESTADO DE
VERACRUZ**

TRABAJO RECEPCIONAL EN LA MODALIDAD DE:

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

CECILIA NÁKID CORDERO

ASESORES:

DR. DAVID I. MARTÍNEZ HERRERA

MVZ MC. JOSÉ ALFREDO VILLAGÓMEZ CORTÉS

H. VERACRUZ, VER.

ENERO 2014

CONTENIDO

CONTENIDO	ii
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 GENERALIDADES	4
2.2 ETIOLOGÍA	5
2.2.1 EL COMPLEJO <i>Mycobacterium avium</i>	6
2.2.2 <i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i>	7
2.3 ESPECIES SUSCEPTIBLES.....	7
2.4 VÍAS DE TRANSMISIÓN.....	8
2.5 DIAGNÓSTICO	9
2.5.1 BACTERIOLOGÍA E HISTOPATOLOGÍA	10
2.5.2 SEROLOGÍA.....	11
2.6 EPIDEMIOLOGÍA.....	11
2.6.1 FACTORES DE RIESGO.....	12
2.6.1.1 Manejo de recién nacido	12
2.6.1.2 Edad del animal.....	13

2.6.1.3 Sanidad y enfermedades.....	13
2.6.1.4 Factores asociados con el patógeno	14
2.6.1.5 Características del rebaño.....	14
2.6.1.6 Procedencia de los animales.....	14
2.6.2 IMPACTO ECONÓMICO	14
2.6.2.1 Situación Nacional.....	15
2.6.3 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL.....	16
2.6.3.1 Mapas coropléticos	16
2.6.3.1.1 Mapas puntuales.....	16
2.6.3.1.2 Mapas de distribución	17
3. JUSTIFICACIÓN.....	18
4. HIPÓTESIS.....	20
5. OBJETIVOS.....	21
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	21
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
6. MATERIAL Y MÉTODOS.....	22
6.1 LUGAR DE ESTUDIO Y LOCALIZACIÓN	22
6.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA.....	23
6.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	24
6.3.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	24
6.3.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	24
6.4 TOMA DE MUESTRAS SEROLÓGICAS.....	24
6.5 DIAGNÓSTICO SEROLÓGICO.....	25
6.6 VARIABLES	25
6.7 GEOREFERENCIACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN.....	26

6.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	26
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
7.1 SEROPREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO	28
7.1.1 Seroprevalencia general	28
7.1.2 Seroprevalencia por municipio	30
7.1.3 Seroprevalencia por sexo	31
7.1.4 Seroprevalencia por estado productivo	32
7.1.5 Seroprevalencia por edad	33
7.1.6 Seroprevalencia por origen	34
7.1.7 Seroprevalencia por unidad de producción en el manejo de excretas..	35
7.1.8 Seroprevalencia por unidad de producción en la limpieza de instalaciones	36
7.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN.....	38
7.2.1 Tamaño de la unidad de producción	38
7.2.2 Manejo del recién nacido	38
7.2.3 Sistema de producción y alimentación	39
7.2.4 Higiene y sanidad	40
7.3 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL	41
7.3.1 Distribución de la seroprevalencia en la región de Los Tuxtlas en el estado de Veracruz.....	41
7.3.2 Distribución de las unidades de producción ovina.....	43
8. CONCLUSIONES	45
9. LITERATURA CITADA.....	46
ANEXOS.....	54

INDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. Seroprevalencias (%) general y especiales de paratuberculosis ovina en la región de Los Tuxtlas.	28
CUADRO 2. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina por municipios de la región de Los Tuxtlas.	30
CUADRO 3. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina de acuerdo al sexo de los animales en la región de Los Tuxtlas.	31
CUADRO 4. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina de acuerdo al estado productivo de los animales en la región de Los Tuxtlas.	32
CUADRO 5. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina de acuerdo con la edad (meses) de los animales en la región de Los Tuxtlas.	33
CUADRO 6. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina de acuerdo con la procedencia de los animales en la región de Los Tuxtlas.	35
CUADRO 7. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina de acuerdo al manejo de excretas por unidad de producción en la región de Los Tuxtlas.	35
CUADRO 8. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina de acuerdo con la limpieza de instalaciones, bebederos y comederos por unidad de producción en la región de Los Tuxtlas.	37
CUADRO 9. Tamaño y composición de los rebaños ovinos de la región de Los Tuxtlas.	38
CUADRO 10. Tasa (%) de alimentos utilizados por sistema de producción ovino en la región de Los Tuxtlas.	39
CUADRO 11. Tasa (%) de unidades de producción que realizan limpieza de instalaciones (área de encierro nocturno), comederos y bebederos según la frecuencia.	40
CUADRO 12. Manejo de excretas por sistema de producción ovino en la región de Los Tuxtlas.	41

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Municipios de estudio de la región de Los Tuxtlas, Veracruz. En Negro el Distrito de Desarrollo Rural 009. Municipios: 1.- Ángel R. Cabada, 2.-Santiago Tuxtla, 3.- San Andrés Tuxtla y 4.- Catemaco.	23
FIGURA 2. Mapa coroplético de distribución de la paratuberculosis ovina en los municipios de la región de Los Tuxtlas del estado de Veracruz.	42
FIGURA 3. Mapa coroplético puntual de la distribución de las unidades de producción en los municipios muestreados de la región de Los Tuxtlas del estado de Veracruz.	44

DEDICATORIA

A mi Mamá que siempre ha sido mi fortaleza y que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha permitido salir adelante y concluir otro gran logro en mi vida. ¡Gracias Chula!

A mi Papá †, que se que desde algún lugar me cuida y que hoy estaría orgulloso de mí.

A mis Hermanos Lía y Toño por su cariño y apoyo incondicional.

A Rafael Zavala Barradas por estar siempre a mi lado y ayudarme a superar las dificultades de la vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana, por ser mi casa de estudio y por brindarme la oportunidad de una formación profesional.

Al Dr. David I. Martínez Herrera por impulsar mi desarrollo profesional, por sus consejos, por su amistad y por todo el tiempo y esfuerzo que ha dedicado a este trabajo de investigación.

Al Dr. José Alfredo Villagómez Cortés por su asesoría en la realización de la tesis y por sus enseñanzas y correcciones.

Al Dr. Miguel A. Rodríguez Chessani por sus consejos y participación en esta última etapa de mi carrera.

A la Dra. Dalia Ester Romero Becerra, por su valiosa ayuda y participación en el trabajo de campo y la Dra. Melina Romero Becerra por todas las atenciones y detalles que nos brindó.

A todos los Ovinocultores de Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Catemaco y Ángel R. Cabada que nos permitieron el uso de sus instalaciones y animales para la realización de este trabajo y por todas las atenciones prestadas.

Al equipo de trabajo del Dr. David por su apoyo en los muestreos, la familia Román - Ramírez y en especial a mis amigos Javier, Jorge y Arturo por las largas jornadas que me acompañaron en el laboratorio.

Con agradecimiento especial a la Dra. Nelly del J. Ibarra Priego por su apoyo incondicional y consejos como mi tutora y amiga durante toda mi carrera.

A mis Profesores por sus enseñanzas y dedicación dentro del aula

RESUMEN

Nákid Cordero, Cecilia. 2014. **ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DE LA PARATUBERCULOSIS OVINA EN LA REGIÓN DE LOS TUXTLAS DEL ESTADO DE VERACRUZ.** Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver. Asesores: Dr. David. I. Martínez Herrera, MVZ MC. José Alfredo Villagómez Cortés.

La paratuberculosis o enfermedad de Johne es una enteritis granulomatosa crónica causada por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* que afecta a rumiantes domésticos y otras especies silvestres. El objetivo de este trabajo fue realizar un estudio transversal polietápico y estratificado, para conocer la seroprevalencia, factores de riesgo y distribución de la paratuberculosis ovina en los municipios de Ángel R Cabada, Catemaco, San Andrés Tuxtla y Santiago Tuxtla que conforman la región de los Tuxtlas en el estado de Veracruz, México. El estudio se realizó entre septiembre y noviembre de 2013. El tamaño de muestra se calculó con el programa Win Episcopo Ver. 2.0 y para la selección de las unidades de producción (UP) se utilizó la tabla de valores propuesta por Canon y Roe donde se obtuvo una $n=151$ animales procedentes de 20 UP. Se tomaron muestras de seis hembras mayores de tres meses por UP y de todos los sementales. El diagnóstico serológico se realizó en serie con dos kits comerciales de ELISA indirecto en modalidades de tamiz y confirmatorio. Se realizaron dos cuestionarios: uno general por UP y uno individual por animal muestreado para analizar los factores de riesgo; además, se georeferenció cada UP con un GPS para después construir un mapa coroplético de distribución y otro puntual. La seroprevalencia se calculó con el programa en línea VassarStats® y la asociación entre variables por razón de momios (RM) con el programa Win Episcopo Ver. 2.0®. La seroprevalencia general fue de 1.32% (IC_{95%}: 0.23-5.19), por municipio de 25% (IC_{95%}: 0.32-78.06) y 5% (IC_{95%}: 0.26-26.94) por rebaño. Se identificaron como factores de riesgo a los individuos del municipio de San Andrés Tuxtla y las hembras y no se encontraron factores protectores. Los mapas coropléticos mostraron que la paratuberculosis ovina tiene una baja distribución geoespacial, pero es importante su monitoreo por la estrecha relación que hay entre las unidades de producción.

Palabras clave: Paratuberculosis, ovinos, seroprevalencia, factores de riesgo, distribución.

ABSTRACT

Nákid Cordero, Cecilia. 2014. **EPIDEMIOLOGICAL STUDY OF OVINE PARATUBERCULOSIS IN THE TUXTLAS REGION OF THE STATE OF VERACRUZ, MEXICO.** Veterinary Bachelor Degree Thesis. School of Veterinary Medicine and Animal Science, University of Veracruz. Veracruz, México. Advisors: Dr. David I. Martínez-Herrera, Dr. José Alfredo Villagómez Cortés.

Paratuberculosis or Johne's disease is a chronic granulomatous enteritis caused by *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* that affects domestic ruminants and wild life. The aim of this study was to conduct a stratified cross-sectional study to determine seroprevalence, risk factors and distribution of ovine paratuberculosis in four municipalities of "Los Tuxtlas" region in south Veracruz State of Mexico. The study was conducted between September and November of 2013. Sample size was estimated by using the Win Episcope 2.0® software and the number of production units (PU) included was calculated using the tables of values proposed by Cannon and Roe, resulting in 151 animals and 20 farms. Blood samples were obtained of six females older than three months randomly selected and all bucks in each PU. Serological diagnosis was performed in series by two commercial indirect ELISA kits for screening and verification. Also two surveys were conducted, one collecting data from each PU, and another for each individual sheep to analyze risk factors. Seroprevalence was determined with the online software VassarStats®, and the risk factors were evaluated by the odds ratio (OR) using Win Episcope Ver. 2.0®. Overall seroprevalence was 1.32% (IC_{95%}: 0.23-5.19), seroprevalence by municipality was 25% (IC_{95%}: 0.32-78.06) and 5% (IC_{95%}: 0.26-26.94) by flock. Animals that came from San Andrés Tuxtla municipality and females were detected as risk factors and no protective factors were found in this study. Choropleth maps showed that ovine paratuberculosis has a low geospatial distribution, however epidemiological screening is important because of the close relationship among the PU.

Key words: Paratuberculosis, sheep, seroprevalence, risk factors, distribution.

1. INTRODUCCIÓN

La paratuberculosis o enfermedad de Johne es una enteritis granulomatosa de curso crónico que afecta a rumiantes domésticos y silvestres, y que produce grandes pérdidas económicas en ganadería a nivel mundial (Pribylova, 2011). Esta enfermedad es causada por *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* (Map), que en rumiantes ocasiona diarreas crónicas, emaciación y merma en la vida productiva de los animales al disminuir la fertilidad y la producción láctea, además de predisponer a mastitis, y conllevar al desecho precoz de los animales enfermos (Radostits *et al.*, 2006).

Las especies domésticas que sufren mayor impacto económico por pérdidas debido a esta enfermedad son bovinos, ovinos y caprinos. Se estima que a nivel mundial se producen pérdidas entre el 3 al 10% de la producción lechera y cárnica en ovinos adultos mayores de 2 años (Carter y Wise, 2004; Rodríguez, 2005). México tiene un inventario ovino aproximado de siete millones de cabezas de ganado, donde los estados con mayor producción son Estado de México, Hidalgo, y Veracruz (SIAP-SAGARPA, 2011). Este último, con un inventario de alrededor de 462,000 ovinos, para una producción de carne superior a 9,600 toneladas (Pérez *et al*, 2011).

La ovinocultura en Veracruz se distribuye en toda la entidad, se practica en regiones marginadas, por lo general como negocio familiar de supervivencia, donde las condiciones manejo son poco tecnificadas, la nutrición de los animales

es deficiente y los terrenos son sobrepoblados y en consecuencia sobrepastoreados (Pérez *et al.*, 2011).

Existen pocos estudios a nivel nacional sobre la prevalencia y factores de riesgo asociados con la paratuberculosis en ovinos y ninguno en el estado de Veracruz a pesar de estar demostrada la enfermedad en rebaños caprinos y bovinos (Callejas *et al.*, 2013; Martínez *et al.*, 2012a; Martínez *et al.*, 2012b); sin embargo, diversos trabajos demuestran la presencia de paratuberculosis en rebaños ovinos de varios estados asociados comercialmente (en el sector ovino) con Veracruz (Estévez *et al.*, 2007; Hernández *et al.*, 2012; Jaimes *et al.*, 2008; Mejía *et al.*, 2011; Méndez *et al.*, 2008; Morón *et al.*, 2013; Rodríguez, 2005); además no existen campañas nacionales de control de la paratuberculosis en ninguna especie doméstica y se carece de información sobre la enfermedad en los sectores más marginados.

El sector ovino en México ha alcanzado la magnitud necesaria para representar una importancia económica en la ganadería del país; no obstante, la producción nacional actual es insuficiente para cubrir la demanda poblacional (Martínez *et al.*, 2010), por lo que es apremiante identificar las principales problemáticas que retienen el crecimiento y desarrollo de los sistemas de producción ovina, comenzando por la salud animal.

Es necesario realizar estudios epidemiológicos completos para conocer la prevalencia, distribución y factores de riesgo asociados con la paratuberculosis ovina. Hasta el momento se carece de información sobre la presencia e impacto de la enfermedad y no hay tratamiento o vacuna efectivos que permitan

controlarla. Es necesario el desarrollo de estrategias resolutivas con base en problemas identificados; así como, realizar protocolos preventivos para evitar que se disemine la infección y disminuir la presencia de la enfermedad en los rebaños, municipios, entidades y de forma eventual, en el país.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES

La paratuberculosis (Ptb) fue descrita por primera vez en 1807 por Edward Skellet, quien habla de una enfermedad consuntiva y debilitante en el ganado; luego, Hurrell d'Aroval en 1826 y Hansen y Nielsen observaron en 1881 una forma de enteritis en bovinos, que cursa con diarrea crónica (Vázquez, 2012). En 1894, Heinrich Albert Johne junto con el Dr. Langdon Frothingham, recibieron en la Unidad de Patología Veterinaria de Dresden, los intestinos, estómago y omento de una vaca que provenía de Oldenburg, sospechosa de tuberculosis intestinal (Behr y Collins, 2010). Johne y Frothingham observaron la mucosa intestinal engrosada y los nódulos mesentéricos agrandados y al realizar la histopatología de los tejidos encontraron la pared intestinal infiltrada de células epitelioides y gigantes; además, mediante una tinción para organismos ácido resistentes observaron grandes cantidades de bacilos teñidos de rojo, muy similares a los causantes de la tuberculosis humana. Después, aislaron e identificaron a la bacteria causal como perteneciente al género *Mycobacterium* y propusieron el nombre de “enteritis pseudotuberculosa” para denominar a la enfermedad.

A principios del siglo XX ya se consideraba a la Ptb como una enfermedad nueva llamada “Enfermedad de Johne”, el bacilo causal fue denominado *Mycobacterium paratuberculosis*, aunque posteriormente, por su cercanía genética se reclasifica como subespecie de *M. avium* (De Juan, 2005). Según Praxedis (1991), en México, Unzueta diagnosticó la Ptb por primera vez en 1936 en ganado

bovino con pruebas de intradermorreacción y en 1970 se comenzaron a utilizar técnicas serológicas para el diagnóstico de la enfermedad en ovinos.

2.2 ETIOLOGÍA

El agente etiológico de la paratuberculosis, pertenece al género *Mycobacterium*, único de la familia *Mycobacteriaceae* del orden *Actinomycetales*, clase *Actinobacteria* y phylum *Actinobacteria*; esta clasificación se basa en principio en dos características presentes en todos los miembros del género, la morfología (bacilos inmóviles) y la tinción (ácido-alcohol resistente); sin embargo, hasta hoy se han descrito como criterios adicionales la estructura de la pared celular (Gram positiva), el perfil de ácidos micólicos y la proporción de citosina-guanina en su genoma (entre 61-71%) (Castellanos, 2010).

Las especies del género *Mycobacterium* se clasifican por lo general, de acuerdo a la velocidad de crecimiento de las colonias en medios de cultivo sólidos. Este sistema de clasificación fue propuesto por Runyon en 1954 donde los grupos I (fotocromógenas), II (escotocromógenas) y III (no cromógenas) presentan crecimiento lento, mayor a 7 días; por otro lado, el grupo IV de Runyon (no cromógenas o de crecimiento rápido) presentan crecimiento rápido en menos de 7 días. Esta clasificación no tiene validez taxonómica pero sí clínica, ya que las especies de crecimiento lento suelen ser patógenas (Quinn *et al.*, 2002).

2.2.1 EL COMPLEJO *Mycobacterium avium*

Mycobacterium avium subespecie *paratuberculosis*, antes denominado *Mycobacterium paratuberculosis*, se clasifica dentro del complejo *Mycobacterium avium* (MAC) al emplearse tecnologías moleculares para el estudio del ADN micobacteriano, donde se demuestra la existencia de homologías entre éste y cepas de *M. avium – intracellulare* (Rodríguez, 2005).

Thorel y Levy-Frebault (1990) subdividen a la especie *Mycobacterium avium* de acuerdo con sus características bioquímicas, su patogenicidad y su rango de hospedadores en tres subespecies: *M. avium* subespecie *avium*, *M. avium* subespecie *silvaticum* y *M. avium* subespecie *paratuberculosis*; luego Mijs *et al.* (2002), proponen la reclasificación de la subespecie *M. avium* subespecie *avium* en dos subespecies distintas: *M. avium* subespecie *avium* para los aislamientos de origen aviar y *M. avium* subespecie *hominissuis* para los que proceden de porcinos y del hombre.

En la actualidad MAC se conforma de cuatro especies, *M. intracellulare*, *M. avium*, *M. chimaera* y *M. colombiense*, ésta última descubierta en 2006 en pacientes positivos a VIH-SIDA en Colombia (Murcia *et al.*, 2006).

Los miembros de MAC presentan características genotípicas y fenotípicas que permiten su crecimiento y supervivencia en “vida libre” sin modificar su potencial patógeno (Portaels y Pattyn, 1982); entre estas características, se encuentra su amplio rango de temperaturas de crecimiento (20 a 37 °C) y la alta capacidad de adaptación a diferentes pH del suelo (4 a 7.5).

2.2.2 *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*

Map es un bacilo Gram positivo, ácido-alcohol resistente, que mide 1.5 a 2 µm de largo por 0.5µm de ancho (Carter y Wise, 2004); es de crecimiento muy lento y forma colonias rugosas visibles a las 3-12 semanas, aunque puede alargarse hasta los 6 meses (Radostits *et al.*, 2006). La temperatura óptima para su crecimiento es de 37 °C, necesita un aporte externo de micobactina y tiene la capacidad de sobrevivir varios meses en el medio ambiente (suelo) siempre que se encuentre protegido de la luz solar y la deshidratación (Hirsh, 1999).

Dentro de la clasificación de Runyon, Map pertenece al grupo III (no cromógenas), ya que por lo general produce colonias rugosas sin pigmentos (Quinn *et al.*, 2002); sin embargo, existen colonias que producen un pigmento amarillo-anaranjado que se observa en medios de cultivo sólido y en lesiones granulomatosas pigmentadas en la mucosa intestinal. Este tipo de colonias de Map cromógenas son características de ovejas y de acuerdo con De Juan (2005), el primer caso fue documentado por Mahmoud en una lesión granulomatosa pigmentada en el hígado de una oveja infectada con Map.

2.3 ESPECIES SUSCEPTIBLES

La enfermedad de Johne es una enteritis granulomatosa, debilitante y de curso crónico, que se presenta por lo general en herbívoros silvestres y rumiantes domésticos. Las especies domésticas susceptibles a Map incluyen bovinos, ovinos, caprinos, camellos, llamas, alpacas y conejos; además, se ha descrito una amplia variedad de especies silvestres (rinoceronte, bisonte, alce, venado rojo, corzo y gamo europeo, liebre y diversas especies de aves) susceptibles a la

infección por Map (Whittington *et al.*, 2000). La convivencia entre animales silvestres y domésticos durante el pastoreo favorece la transmisión de enfermedades, por otro lado, se ha demostrado que herbívoros silvestres funcionan como reservorios naturales y diseminadores de la bacteria (Pribylova, 2011). La enfermedad de Johne también ha sido descrita en mamíferos monogástricos tales como chimpancés y varias especies de monos; además, se ha sugerido a Map como un posible agente etiológico de la enfermedad de Crohn en humanos (Chamberlin *et al.*, 2001; Rocca *et al.*, 2010).

2.4 VÍAS DE TRANSMISIÓN

Los animales jóvenes y neonatos son los más susceptibles a adquirir una infección por Map, porque por lo general se infectan al ingerir las bacterias a través de la leche, el calostro o las glándulas mamarias contaminadas con heces de animales infectados (Harris y Barleta, 2001). También se ha demostrado que la transmisión vertical es posible ya que Map se ha aislado de tejidos fetales y cotiledones (Rodríguez, 2005). Según Whittington y Windsor (2009), Doyle en 1958 estableció que existe riesgo de infección al momento del parto si la madre estaba infectada.

Aunque la infección por Map suele ocurrir antes del primer año de vida, la enfermedad clínica y la excreción bacteriana no se evidencian sino hasta varios años después (Eisenberg *et al.*, 2010). Los animales en fases clínica y sub-clínica de la enfermedad diseminan a Map mediante las heces al contaminar superficies, agua y forraje (Pribylova *et al.* 2011). La infección natural por Map ocurre casi siempre por la vía fecal-oral, al ingerir agua y forrajes contaminados con la bacteria (Li *et al.*, 2009).

El reservorio del microorganismo es el tracto intestinal de los animales infectados, incluso de aquellos que presentan un cuadro asignológico de la enfermedad, pues se considera que en un rebaño infectado, los portadores – diseminadores asignológicos son 20 veces más numerosos que aquellos que presentan el cuadro clínico de la enfermedad (Hirsh, 1999).

En cuanto a la participación de los sementales en la diseminación de la enfermedad, se cree que el semen puede ser una fuente de contaminación para las hembras, ya que se ha aislado Map de muestras de semen, túbulos seminíferos y próstata de toros infectados (Hirsh, 1999); además, según Callejas *et al.* (2013), ha identificado como un posible factor de riesgo a los machos cabríos seropositivos a Map por la técnica de ELISA indirecta.

2.5 DIAGNÓSTICO

La Ptb es una enfermedad de difícil diagnóstico ya que son pocos los animales que presentan signos clínicos; en ovinos la enfermedad se comienza a manifestar después del primer año de edad y durante mucho tiempo pueden eliminar la bacteria en cantidades variables y contaminar al rebaño sin presentar signología clínica (Rodríguez, 2005). La enfermedad se caracteriza por presentar el efecto “iceberg o de témpano”, donde solo un pequeño porcentaje de la población infectada presenta signología clínica lo que favorece al subdiagnóstico de la enfermedad (Castellanos, 2010).

El signo clínico más representativo de la enfermedad es la diarrea persistente y profusa, puede presentarse de forma repentina y causar una rápida pérdida de peso y la muerte en cuestión de dos a tres semanas o solo causar

emaciación progresiva sin diarrea ni pérdida de apetito aparente (Quinn *et al.*, 2002); además, en ovinos la diarrea es menos marcada que en bovinos e incluso puede no presentarse (Hirsh, 1999).

Los ovinos afectados pueden perder peso durante 4 meses, estar casi anoréxicos, desprender secciones de lana y presentar depresión y disnea. En ocasiones, en la fase final de la enfermedad las heces ya han perdido su textura compacta y se presentan suaves y pastosas (Radostits *et al.*, 2006).

2.5.1 BACTERIOLOGÍA E HISTOPATOLOGÍA

El aislamiento de Map de tejidos del hospedero se considera el diagnóstico definitivo por excelencia ya que no produce resultados falsos positivos (Whittington *et al.*, 1999). El cultivo se realiza a partir de heces y biopsias de linfonodos e intestino en medios como Middlebrook 7H9, Middlebrook 7H10, Middlebrook 7H11, Herrold, Lowenstein-Jensen, Watson-Reid, Dubos y BACTEC 12B adicionados con micobactina (Carter y Wise, 2004; De Juan, 2005; Radostits *et al.*, 2006); además, en cepas de ovinos se ha demostrado el mejor crecimiento a partir de biopsias de intestino en medios BACTEC 12B, Middlebrook 7H9, 7H10 y 7H11 (Whittington *et al.*, 1999).

La observación directa de Map se puede realizar en improntas de linfonodos mesentéricos, en frotis de hisopados intestinales y en cortes histológicos del intestino delgado a nivel del íleon y yeyuno teñidos con la técnica de Ziehl-Neelsen (Quinn *et al.*, 2002). Los cortes histológicos también se pueden teñir mediante la técnica de Hematoxilina-eosina para revelar las típicas lesiones granulomatosas en intestino (Hirsh, 1999).

2.5.2 SEROLOGÍA

La técnica serológica más utilizada para el diagnóstico y determinación de seroprevalencia de Ptb en rumiantes es el inmuno ensayo enzimático o ELISA (por sus siglas en inglés: enzyme-linked immunosorbent assay) (Doré *et al.*, 2012). Existen diversos kits comerciales para la identificación de Map que admiten el uso de muestras de suero, plasma y leche en bovinos y solo de suero en el caso de muestras de ovinos y caprinos (IDEXX Laboratories, Inc. ©, 2010).

Las técnicas diagnósticas para Map como cultivo bacteriológico, observación directa en microscopio y reacción en cadena de la polimerasa (PCR) en ovinos tienen un valor muy limitado por su baja sensibilidad; por otro lado, la prueba de ELISA presenta una sensibilidad alta (>90%) (Radostits *et al.*, 2006); sin embargo, esto también es controversial, porque existen evidencias de trabajos que no le confieren una sensibilidad mayor a 60% (Martínez *et al.*, 2012b) y otros que hablan de 70 a 80% (Sonawane y Tripathi, 2013; Garrido *et al.*, 1998).

Las pruebas serológicas para el diagnóstico de Map también presentan limitaciones, ya que la identificación de anticuerpos contra Map varía de acuerdo con el estado de la enfermedad que presenta el individuo al momento de la toma de muestra sanguínea (Timms *et al.*, 2011).

2.6 EPIDEMIOLOGÍA

La epidemiología es el estudio de una enfermedad y los factores de riesgo asociados con su presencia dentro de una población, término que se relacionó al principio con estudios de poblaciones humanas y que a la postre sustituyó el de

epizootiología para los estudios de poblaciones animales. La epidemiología analítica es el análisis observacional que utiliza un método de diagnóstico adecuado y procedimientos estadísticos, donde los estudios observacionales son los utilizados con mayor frecuencia en medicina veterinaria, ya que sirven para identificar factores de riesgo y estimar de forma cuantitativa las causas que contribuyen a la ocurrencia de una enfermedad (Thrusfield, 2005).

2.6.1 FACTORES DE RIESGO

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (©OMS, 2013), un factor de riesgo es cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión.

2.6.1.1 Manejo de recién nacido

Se ha descrito que en hatos lecheros de bovinos en Irlanda, la separación inmediata de la cría al nacimiento, la alimentación con sustitutos de leche y el encierro individual de los lactantes son factores protectores contra Map, mientras que las lactancias prolongadas, el uso de madres sustitutas y la alimentación de lactantes con leche y calostro mezclado de varias vacas, constituyen factores de riesgo para la presencia de la enfermedad en el hato (Cashman *et al.*, 2008). Doré *et al.* (2012) y Bolt *et al.* (2011), refieren que el factor de riesgo más importante para la transmisión de Map en neonatos y lactantes, es el contacto de éstos con heces de animales adultos.

2.6.1.2 Edad del animal

McKenna *et al.* (2006), mencionan que el contagio con Map está relacionado con la edad del animal y el nivel de exposición (dosis de organismos); animales jóvenes requieren una dosis menor de organismos (1.6×10^7 organismos) para adquirir la enfermedad, mientras que animales adultos pueden exponerse a Map sin infectarse, a menos que la contaminación ambiental sea alta. Un rasgo característico de la Ptb es que la infección ocurre a temprana edad, por lo general dentro de los primeros 30 días de vida y que la enfermedad clínica se presenta después de los 12-18 meses de vida (Radostits *et al.*, 2006).

2.6.1.3 Sanidad y enfermedades

El manejo sanitario y limpieza de las instalaciones pueden representar factores de riesgo para la presencia y transmisión de Map en las UP con sistemas de manejo tradicionales, el uso de las excretas como abono en las áreas de pastoreo de los animales favorece la diseminación y contagio (Coelho *et al.*, 2007; Daniels *et al.*, 2002), también se ha detectado que la frecuencia de lavado de comederos, bebederos e instalaciones puede representar un factor protector (limpieza diaria) o de riesgo (limpieza semanal o mensual) (McKenna *et al.*, 2006).

Algunos factores poco documentados que se han asociado con la infección con Map son estrés, agentes inmunosupresores y el nivel de hierro en la dieta, por otro lado se ha demostrado que el estrés (parto, movilización, deficiencias nutricionales) favorece la presentación clínica de la enfermedad (Radostits *et al.*, 2006).

2.6.1.4 Factores asociados con el patógeno

A diferencia de otras micobacterias, Map presenta alta resistencia térmica y ambiental, características que favorecen su supervivencia en el medio ambiente, en leche pasteurizada y en subproductos lácteos (McKenna *et al.*, 2006). Map puede sobrevivir en la naturaleza por más de un año, en heces por 55 semanas, en plantas por 24 y en pasto por 15 (Pribylova *et al.*, 2011); además, resiste en leche y calostro a la pasteurización a 56°C por 30 minutos (Favila *et al.*, 2007).

2.6.1.5 Características del rebaño

Un estudio realizado por Coelho *et al.* (2007), en rebaños ovinos en Portugal, indica que la seroprevalencia de Map en UP con mas 31 cabezas de ovinos es mayor, que en aquellos de menor tamaño.

2.6.1.6 Procedencia de los animales

Otro factor de riesgo bien documentado es la introducción de animales al rebaño, ya que no se toma en cuenta la Ptb en los certificados sanitarios de rutina para la movilización y venta de animales, además son pocos los países que cuentan con campañas nacionales de control (Cashman *et al.*, 2008; Radostits *et al.*, 2006). McKenna *et al.* (2006), mencionan que una medida para controlar la Ptb en un rebaño es mediante la compra de animales a una sola UP, la cual deberá tener un programa de control superior.

2.6.2 IMPACTO ECONÓMICO

La Ptb es una enfermedad de distribución mundial y afecta a todos los rumiantes domésticos, pero en ovinos y caprinos se estima que se producen pérdidas

anuales en producción de carne y leche del 3 a 10% a nivel mundial, en particular en animales adultos mayores de 2 años (Carter y Wise, 2004; Rodríguez, 2005).

Las pérdidas productivas ocurren con la disminución de producción láctea y el desecho precoz de animales; además, se ha relacionado la enfermedad con disminución de la fertilidad y predisposición a la mastitis (Radostits *et al.*, 2006). En Europa se estimó que las pérdidas por vaca infectada ascienden a 209 libras (5, 946.03 MXN) debido a la disminución en la producción láctea, que se presenta en 16% de los animales infectados (Benedictus *et al.*, 1987). En pequeños rumiantes son escasos los trabajos que evalúan las pérdidas económicas; sin embargo, se calcula que en ovinos ascienden entre 60 y 120 euros (1, 042.98 MXN y 2 ,085.95 MXN) para razas cárnicas y de leche, respectivamente (Rodríguez, 2005); además, un estudio realizado en Australia reporta que la mortalidad en rebaños ovinos con Ptb aumenta entre 4-6% (Bush *et al.*, 2006).

2.6.2.1 Situación Nacional

Según Rodríguez (2005), en México no existen datos suficientes que permitan establecer la situación real de la Ptb ovina en cuanto a prevalencia y factores de riesgo asociados; sin embargo, trabajos (Estévez *et al.*, 2007; Hernández *et al.*, 2012; Jaimes *et al.*, 2008; Mejía *et al.*, 2011; Méndez *et al.*, 2008; Morón *et al.*, 2013) que incluyen exámenes clínicos, serológicos, histológicos y bacteriológicos, demuestran la presencia de Map en rebaños ovinos y caprinos de varios estados con prevalencias que oscilan entre 7.09% y 33%.

2.6.3 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

La epidemiología espacial es la descripción y análisis de las variaciones geográficas de una enfermedad, con respecto a los factores de riesgo demográficos, ambientales, socioeconómicos, de comportamiento, genéticos e infecciosos (Elliott y Wartenberg, 2004). En epidemiología veterinaria el uso de mapas permite georreferenciar unidades de producción, poblaciones animales y otras instalaciones con animales para controlar el brote de una enfermedad y evaluar estrategias para prevenir la diseminación de enfermedades infecciosas (Norstrom, 2001).

Los mapas de enfermedades permiten visualizar información compleja de forma rápida y detectar patrones en los datos, que se pierden en presentaciones tabulares (Elliott y Wartenberg, 2004).

2.6.3.1 Mapas coropléticos

Los mapas cuantitativos de superficie presentan información sobre el fenómeno de estudio tanto como su distribución espacial, los de tipo coroplético se caracterizan por mostrar valores por unidad de área (UP, municipio, distrito, estado, región o país) de forma simple, concisa y con el objetivo de transmitir una impresión concreta de la realidad del fenómeno (Fallas, 2003).

2.6.3.1.1 Mapas puntuales

Son adimensionales, presentan los datos de forma puntual sin importar la superficie que presente la variable. Los puntos pueden representar a una UP, una

localidad, un edificio e incluso una ciudad de acuerdo con el grado de abstracción del mapa (Fallas, 2003).

2.6.3.1.2 Mapas de distribución

Son adimensionales. Muestran áreas (Municipio, región, estado o país) sobre las cuales aparece la enfermedad y se pueden indicar áreas geográficas endémicas y epidémicas de una enfermedad (Peña, 2012).

3. JUSTIFICACIÓN

La paratuberculosis ovina es una enfermedad que disminuye la producción láctea y cárnica; se producen grandes pérdidas económicas en el sector ovino por desecho precoz de los animales e infertilidad; por otro lado, en México se producen también pérdidas económicas derivadas de la necesidad de importar insumos ovinos por su creciente demanda en la población, la cual no se abastece con la baja producción nacional.

El estado de Veracruz ocupa el tercer lugar en inventario ovino de México, donde el mayor número de cabezas de ganado se encuentran al sur del estado. La mayoría de las unidades de producción ovina, se encuentran en zonas marginadas y presentan sistemas de producción que por lo general son de subsistencia (Pérez *et al.*, 2011) por lo que las medidas de higiene y bioseguridad son deficientes y favorecen la presencia de enfermedades.

Los Tuxtlas es una de las regiones de producción importantes del estado y presenta un gran potencial de producción ovina por su clima y geografía; sin embargo, la producción se encuentra limitada por la presencia de enfermedades que los productores desconocen o bien, que no saben cómo controlar.

Debido a que se carece de información sobre la prevalencia de la paratuberculosis ovina en el estado de Veracruz y en particular en la región de Los Tuxtlas, es necesario realizar un estudio epidemiológico para establecer su prevalencia general y espacial en esa zona, así como los factores de riesgo asociados y su distribución espacio temporal; con la finalidad de hacer las recomendaciones

específicas a los productores en busca del control y la prevención de la enfermedad y en consecuencia la disminución de pérdidas productivas y económicas a causa de ésta.

4. HIPÓTESIS

La seroprevalencia general de la paratuberculosis ovina en los municipios de Ángel R. Cabada, Catemaco, San Andrés Tuxtla y Santiago Tuxtla, Veracruz, es de al menos 50%, tiene una amplia distribución entre estos municipios y se encuentra asociada con varios factores de riesgo.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO-GENERAL

Realizar un estudio epidemiológico de la paratuberculosis ovina en la región de Los Tuxtlas del estado de Veracruz, México durante el 2013.

5.2 OBJETIVOS-ESPECÍFICOS

- 5.2.1. Determinar las seroprevalencias general y espacial de la paratuberculosis ovina en los municipios de Ángel R. Cabada, Catemaco, San Andrés Tuxtla y Santiago Tuxtla, del Estado de Veracruz.
- 5.2.2. Identificar los factores de riesgo asociados con la presencia de la paratuberculosis ovina en los municipios de Ángel R. Cabada, Catemaco, San Andrés Tuxtla y Santiago Tuxtla, del estado de Veracruz.
- 5.2.3. Conocer la distribución espacio-temporal de la paratuberculosis ovina en las unidades de producción de la región Los Tuxtlas.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 LUGAR DE ESTUDIO Y LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en los municipios de Catemaco, Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla y Ángel R. Cabada que corresponden al área de influencia del Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 009 “Los Tuxtlas” de la Delegación Estatal de la SAGARPA, que se encuentra en el sureste del estado de Veracruz entre los paralelos 94°52´ y 95°56´ de latitud norte y entre los paralelos 17°35´ a 18° 42´ de longitud oeste del meridiano de Greenwich. El DDR 009 colinda al norte con el Golfo de México, al sur con el estado de Oaxaca, al oeste con el DDR 008 y al este con el DDR 010; abarca 11 municipios: San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla, Catemaco, Ángel R, Cabada, Lerdo de Tejada, Saltabarranca, Isla, Juan Rodríguez Clara, José Azueta, Playa Vicente y Santiago Sochiapan (Red Comunitaria Vasconcelos, 2009).

Los municipios tienen una altitud que varía desde 10 hasta 150 m.s.n.m. en la sierra oeste y hasta 1,560 m.s.n.m. en el volcán de San Martín en la sierra de Los Tuxtlas. En el área del distrito se reconocen dos regiones climáticas principales, el primer grupo es cálido- húmedo, con una temperatura media de 24.74°C; el segundo grupo es semi-cálido húmedo, con una temperatura mínima de 12°C y una máxima de 40°C (Red Comunitaria Vasconcelos, 2009).

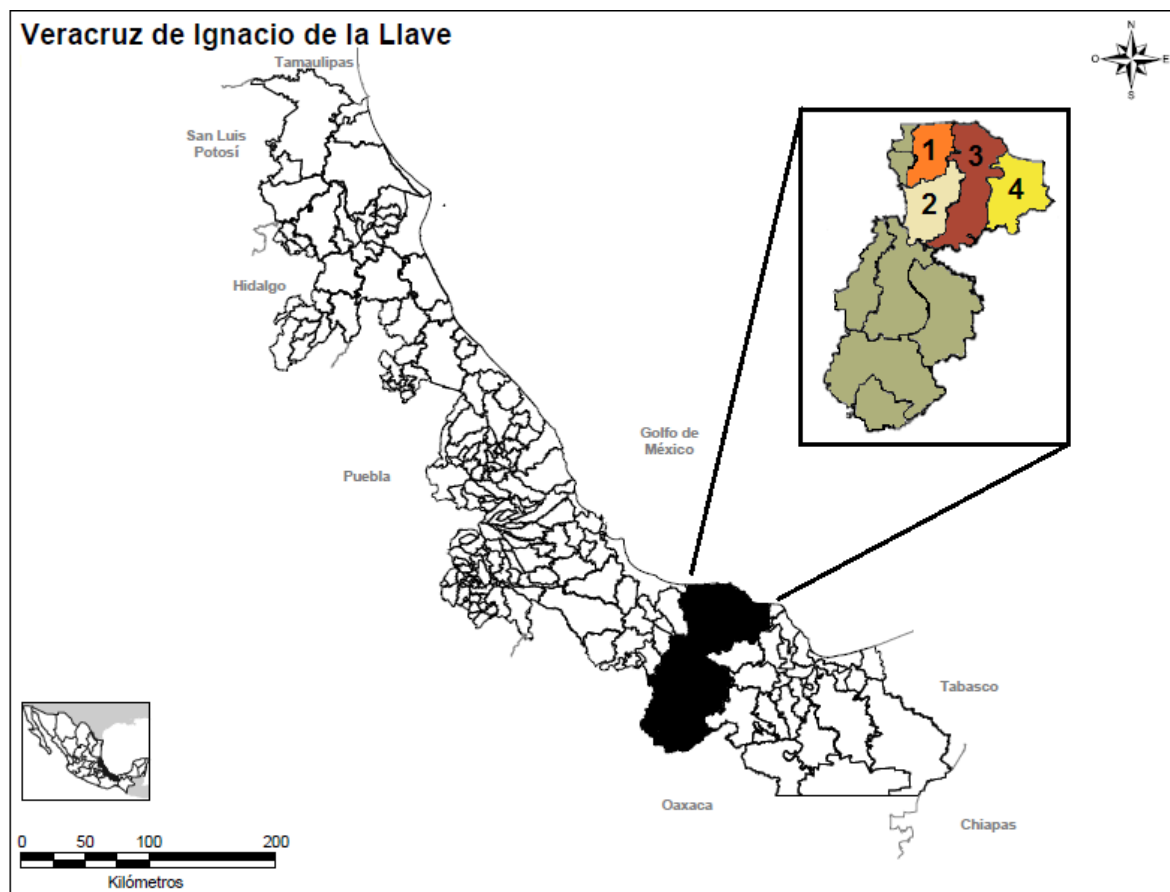


FIGURA 1. Municipios de estudio de la región de Los Tuxtlas, Veracruz. En negro el Distrito de Desarrollo Rural 009 que incluye los municipios: 1.- Ángel R. Cabada, 2.-Santiago Tuxtla, 3.- San Andrés Tuxtla y 4.- Catemaco (Modificado de: INEGI 2013).

El inventario ovino de la región de Los Tuxtlas asciende a 8,192 cabezas distribuidas en 102 UP: (3,054 cabezas) en Santiago Tuxtla, 95 UP (2,843 cabezas) en San Andrés Tuxtla, 51 UP (1,542 cabezas) en Catemaco y 25 UP (753 cabezas) en Ángel R. Cabada (INEGI, 2008).

6.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA

El tipo de estudio fue transversal polietápico y estratificado, en el cual los rebaños se seleccionaron al azar a partir de conglomerados. Para la selección de las UP se utilizó la tabla de valores propuesta por Canon y Roe (1982) con una seroprevalencia de 50%

y una confiabilidad del 95%, para resultar una $n = 20$ UP para el estudio. El tamaño de muestra se estimó con el programa Win Episcopo Ver. 2.0[®] donde se consideró una prevalencia del 50%, con un 95% de confianza y un 5% de error (Thrusfield *et al.*, 2001), lo que arrojó una “n” de por lo menos 77 animales a ser estudiados y una fracción de muestreo de seis hembras y todos los sementales por UP. En total se muestrearon 151 animales.

6.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

6.3.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Para el estudio, se tomaron muestras al azar de hembras mayores a los tres meses de edad, así como también de todos los sementales presentes en cada UP ya sean propios o prestados por otro productor.

6.3.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

No se tomaron muestras de las crías menores de tres meses de edad ni de los machos que no se destinarán como sementales.

6.4 TOMA DE MUESTRAS SEROLÓGICAS

Las muestras séricas se obtuvieron entre septiembre y noviembre del 2013 por medio de punción de la vena yugular con el empleo de tubos al vacío y sin anticoagulante. Una vez tomadas las muestras de sangre, se transportaron en hieleras a 4 °C al Laboratorio de Microbiología de la Posta Zootécnica “Torreón del Molino” de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en donde se extrajo el suero y se almacenó en viales tipo Eppendorf[®] para su congelación a -20°C, hasta su procesamiento serológico.

6.5 DIAGNÓSTICO SEROLÓGICO

Las muestras de suero sanguíneo se probaron en serie para la identificación de anticuerpos contra *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* mediante los kits de ELISA del laboratorio IDEXX para prueba tamiz (*Paratuberculosis Screening Ab Test*) y confirmatoria (*Paratuberculosis Verification Ab Test*).

La prueba de ELISA seleccionada tiene una sensibilidad absoluta mayor al 50% y una especificidad absoluta del 99%. Las microplacas de poliestireno se encuentran revestidas de extracto protoplásmico de Map como antígeno y para evitar las reacciones cruzadas con micobacterias ambientales, las muestras de suero son mezcladas con extracto de *Mycobacterium phlei* (IDEXX Laboratories, Inc.®, 2010). La lectura se realizó a 450 nm de longitud de onda en un espectrofotómetro Biotek modelo 680 al utilizar el software de IDEXX xChekPlus®.

6.6 VARIABLES

Se realizaron dos cuestionarios, uno general y otro individual (Anexos 1 y 2). El cuestionario general estuvo dirigido a cada unidad de producción y se consideraron variables como el tipo de unidad productiva, movilización de animales, manejo reproductivo, manejo de la cría al nacer y medidas de higiene y bioseguridad.

El cuestionario individual se aplicó para cada animal muestreado e incluyó variables como procedencia del animal, edad, estado e historial productivo, ingesta de calostro y condición corporal, la cual se evaluó en las regiones lumbar, esternal y caudal (Thompson y Meyer, 1994); además, se realizó un examen físico general para

conocer las constantes fisiológicas e identificar cuadros patológicos asociados con la Ptb.

Las variables de interés para este estudio son en primer lugar: la procedencia de los animales, el tipo de unidad de producción, la edad, la limpieza de instalaciones, los comederos y bebederos, el manejo de las excretas, la etapa productiva del animal y el sexo.

6.7 GEOREFERENCIACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN

Todas la unidades de producción se georeferenciaron en dos puntos con un dispositivo GPS 60 de la marca Garmin[®], que tiene un margen de error de ± 3 m; las coordenadas se tomaron en “*universal transversal mercator*” (UTM), y se utilizó el software “ArcGis 10.1” del Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (ESRI por sus siglas en inglés) para construir dos mapas coropléticos, uno de distribución y otro puntual. El mapa de distribución muestra las seroprevalencias en escala de grises por cada municipio y el puntual muestra la distribución de las UP con puntos, donde los de color negro son las UP negativas a Ptb ovina y los rojos son las seropositivas a la Ptb ovina; además, a este último mapa se le incluyó un área de proximidad búfer, para poder inferir el área donde se pueden presentar nuevos casos.

6.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La seroprevalencia se determinó con la fórmula propuesta por Thrusfield (2005), en la cual se divide el número de animales reactores confirmados por la prueba de ELISA entre el número total de animales muestreados, con el programa en línea VassarStats[®]

bajo la modalidad de proporciones, para obtener también los intervalos de confianza (IC_{95%}).

También se calculó la asociación entre variables mediante la razón de momios (RM) con el programa Win Episcope Ver. 2.0[®] (Thrusfield *et al.*, 2001) en el que además, se consideraron para la interpretación de riesgo, los intervalos de confianza 95% (IC_{95%}) en aproximación logarítmica.

$$RM = \frac{A}{C} \div \frac{B}{D} = \frac{A \cdot D}{B \cdot C}$$

Dónde:

A= animales enfermos expuestos

B= animales enfermos no expuestos

C= animales sanos expuestos

D= animales sanos no expuestos.

17. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 SEROPREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO

7.1.1 Seroprevalencia general

De los 151 ovinos muestreados de las 20 UP en cuatro municipios de la región de Los Tuxtlas, dos animales resultaron seropositivos (1.32%; IC_{95%}: 0.23-5.19). De acuerdo con los hallazgos de este estudio, uno de cuatro municipios de la región de Los Tuxtlas tiene un rebaño infectado con *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* (Cuadro 1).

CUADRO 1. Seroprevalencias (%) general y especiales de paratuberculosis ovina en la región de Los Tuxtlas.

Seroprevalencia	Total, No.	Seropositivos, No.	Seroprevalencia	*IC _{95%}
General	151	2	1.32	0.23-5.19
Por municipio	4	1	25	0.32-78.06
De rebaño	20	1	5	0.26-26.94

*IC_{95%}= intervalo de confianza

La seroprevalencia general encontrada fue menor que la notificada en otros estados del país, ya que Morón *et al.* (2013), obtuvieron una seroprevalencia de 9.48% en dos municipios de San Luis Potosí y Mejía *et al.* (2011), encontraron seroprevalencias de 7.09% en el Estado de México y 14.66% en el estado de Hidalgo, lo cual demuestra que en estos estados la enfermedad ya es un problema endémico; además, los datos presentados coinciden con la seroprevalencia de Map identificada por Martínez *et al.* (2012b) en rebaños caprinos de Veracruz, quienes reconocieron una seroprevalencia general de 0.6 % (IC_{95%} 0.03-3.5), esto se considera de importancia ya

que los sistemas de producción ovina y caprina se encuentran en estrecha relación (Chávez *et al.*, 2004).

A nivel internacional, Nielsen y Toft (2009), notifican una seroprevalencia de Ptb ovina de 20% en el continente europeo, basándose en estudios epidemiológicos realizados en diferentes países (Austria, República de Croacia, Eslovenia, Portugal, España, Inglaterra, Irlanda, Suiza, Grecia y Noruega); en Austria, Khol *et al.* (2006), identifican una seroprevalencia de 6% (n=169), dato similar a la seroprevalencia encontrada por Attili *et al.* (2011) en la zona centro de Italia y por Cvetnic (2002) en la República de Croacia de 6.29% (IC_{95%}: 5.23–7.34; n = 2086) y 0.6% (n=356) respectivamente; en Portugal, Mendes *et al.* (2004) y Cohelo *et al.* (2007), obtuvieron una seroprevalencia del 2.6% (n=608) y 3.7% (IC_{95%}: 3.1-4.3), respectivamente; mientras que en Alemania se presentó otra de 14% en ovinos y de 21% en caprinos (Stau *et al.*, 2012). Se considera que la diferencia tan amplia entre seroprevalencias se debe en gran parte al tipo de manejo que reciben los animales. La mayor parte de los estudios antes mencionados se realizaron en UP con manejo intensivo para la producción de leche, por lo que los animales están siempre en estrecho contacto. En cambio, en México y en especial en Veracruz, el manejo de los ovinos es en su mayoría extensivo y la función zootécnica se orienta a la producción de carne, de modo que los animales se encuentran dispersos en amplios territorios de pastoreo, lo cual disminuye la transmisión horizontal de algunas enfermedades, como es el caso de la Ptb.

7.1.2 Seroprevalencia por municipio

Los dos animales que resultaron seropositivos provienen de San Andrés Tuxtla, municipio que tuvo una seroprevalencia de 5.71% (IC_{95%}: 0.9-20.5). Al calcular la razón de momios (Cuadro 2), se determinó que los animales de éste municipio representan un factor de riesgo (RM= 73.6; IC_{95%}: 2.8-1,923), pero sin que haya diferencia significativa (p=0.8) con los otros municipios. De acuerdo con lo anterior, se interpreta que los animales del municipio de San Andrés Tuxtla tienen casi 74 veces más probabilidades de estar infectados de Ptb que los de otros municipios; sin embargo, el no encontrar diferencia significativa entre municipios implica que cualquier animal de algún otro municipio puede infectarse en cualquier momento.

CUADRO 2. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina por municipios de la región de Los Tuxtlas.

Municipio	No de animales	Animales positivos	Seroprevalencia	*IC _{95%}	**RM	*IC _{95%}	***p
Ángel R Cabada	37	0	0	0	0	0	0
Catemaco	39	0	0	0	0	0	0
San Andrés Tuxtla	35	2	5.71	0.9-20.5	73.6	2.8- 1,923	0.8
Santiago Tuxtla	40	0	0	0	0	0	0

*IC_{95%}= intervalo de confianza; **RM= Razón de momios; ***p= Valor de Probabilidad.

En un estudio realizado en San Luis Potosí, Morón *et al.* (2013) analizaron 211 muestras procedentes de dos municipios y encontraron un total de 20 animales positivos, de los cuales 16 procedían del municipio de Villa de Ramos, el cual presentó

una seroprevalencia de 8.25%, que es similar a la presentada en este estudio en el municipio de San Andrés Tuxtla.

7.1.3 Seroprevalencia por sexo

Se tomaron muestras de 121 hembras y de 30 de sementales, de los cuales dos hembras resultaron seropositivas (Cuadro 3).

CUADRO 3. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina de acuerdo al sexo de los animales en la región de Los Tuxtlas.

Sexo	Total de animales	Animales positivos	Seroprevalencia	*IC _{95%}	**RM	*IC _{95%}	***p
Machos	30	0	0	0	5.307	2.1-13.4	0.85
Hembras	121	2	1.65	0.2-6.4			

*IC_{95%}= intervalo de confianza; **RM= Razón de momios; ***p= Valor de Probabilidad.

Santeliz *et al.* (2013) mencionan que el sexo del individuo no representa un factor de riesgo para que éste se infecte con Map; sin embargo, al estimar la razón de momios en este trabajo, las hembras aparentan ser un factor de riesgo (RM= 5.307; IC_{95%}: 2.1-13.4). Es decir, las hembras tienen 5.3 veces mayor probabilidad de infectarse con Map que los machos; por otro lado, no se encontró diferencia significativa entre ambos sexos (p=0.85).

En un análisis descriptivo de casos recibidos para diagnóstico de Ptb ovina en Querétaro, México realizado por Méndez *et al.* (2008), identifican que 91% de los animales diagnosticados seropositivos a Ptb son hembras, lo que coincide con los resultados encontrados en este trabajo. De lo anterior se debe tomar en cuenta que las hembras conforman la mayoría de cualquier rebaño y suelen permanecer por periodos más largos como pie de cría, mientras que los machos utilizados como sementales son

minoría y suelen rotarse con más frecuencia cuando sus hijas crecen y se utilizan como pie de cría, con objeto de evitar consanguinidad, por lo que la enfermedad puede estar subdiagnosticada en machos; de la misma manera, Méndez *et al.* (2008) mencionan que uno de los motivos más frecuentes por los cuales se remiten muestras para diagnóstico de Ptb es la venta de vientres destinados a ser pie de cría.

7.1.4 Seroprevalencia por estado productivo

Como se aprecia en el Cuadro 4, los animales se clasificaron en seis etapas productivas con objeto de identificar si alguna está relacionada con la presencia de Ptb; sin embargo, ninguna etapa parece estar asociada con la seropositividad, a pesar de que el grupo de gestantes resultó positivo.

CUADRO 4. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina de acuerdo al estado productivo de los animales en la región de Los Tuxtlas.

Estado Productivo	No de animales	Animales positivos	Seroprevalencia	*IC 95%	**RM	*IC 95%	***p
Destetado	3	0	0	0	0	0	0
Primala	10	0	0	0	0	0	0
Gestante	67	2	2.99	0.5-11.3	27.13	0.4-1,531	0.38
En lactación	8	0	0	0	0	0	0
Seca	33	0	0	0	0	0	0
Semental	30	0	0	0	0	0	0

*IC 95%= intervalo de confianza; **RM= Razón de momios; ***p= Valor de Probabilidad.

Como ya se mencionó, los animales utilizados para pie de cría tienden a permanecer varios años dentro del rebaño, lo que permite que desarrollen una

inmunidad humoral identificable por pruebas serológicas a diferencia de los animales que son desechados más jóvenes (McKenna *et al.*, 2006; Nielsen & Toft, 2008; Thirunavukkarasu *et al.*, 2013). Por tanto, existe la sospecha que la prevalencia real de Map es más alta y que aún no puede ser identificada por serología debido al efecto “iceberg o de témpano” y con ello, reconocer con claridad en qué fase de la enfermedad se encuentran los animales.

7.1.5 Seroprevalencia por edad

Para mostrar la relación entre edad y seroprevalencia de la enfermedad, todos los animales se clasificaron en cinco categorías (Cuadro 5). De los 151 animales muestreados, los dos que resultaron seropositivos a ambas pruebas de ELISA (tamiz y confirmatoria) fueron hembras de 18 y 36 meses de edad, respectivamente; sin embargo, no se encontró relación entre la seroprevalencia y la edad.

CUADRO 5. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina de acuerdo con la edad (meses) de los animales en la región de Los Tuxtlas.

Edad	No de animales	Animales positivos	Seroprevalencia	*IC 95%	**RM	*IC 95%	***p
3-12	42	0	0	0	0	0	0
13-24	29	1	3.45	0.18-19.63	4.13	0.30-55.58	0.8
25-36	42	1	2.38	0.12-14.09	2.54	0.17- 38.23	0.9
37-48	29	0	0	0	0	0	0
49-60	7	0	0	0	0	0	0

*IC 95%= intervalo de confianza; **RM= Razón de momios; ***p= Valor de Probabilidad.

El grupo de edad con la seroprevalencia más alta fue el de 13-24 meses, seguido por el grupo de 25-36 meses. Es más probable identificar por métodos serológicos a los

animales adultos infectados con Map (>12 meses) que a los animales jóvenes (<12 meses); ya que, una de las principales características de la enfermedad es la respuesta inmune de tipo celular (TH1) en las primeras etapas que, conforme avanza el cuadro clínico, los niveles de anticuerpos séricos aumentan y se perfila entonces una respuesta con predominancia humoral (TH2) en las fases finales (Fernández *et al.*, 2011; McKenna *et al.*, 2006; Nielsen y Toft, 2008; Thirunavukkarasu *et al.*, 2013).

Stau *et al.* (2012) han indicado resultados similares en un estudio realizado en Alemania, donde los grupos de tres, cuatro y 10 años presentan las seroprevalencias más altas (15%, 15% y 22%); así, la presencia de animales infectados de 10 años de edad manifiesta resistencia de la especie ovina a la presentación clínica tras la infección por Map, en comparación con bovinos y caprinos que presentan cuadros más severos (Hirsh, 1999; Radostits *et al.*, 2006).

7.1.6 Seroprevalencia por origen

De acuerdo con las encuestas epidemiológicas realizadas, se encontró que 15% de los animales, en general los sementales, proceden de otro rebaño y el otro 85% nacen dentro de éste (por lo regular, hembras de reemplazo). Al analizar los datos se identificó que los dos animales positivos nacieron dentro del rebaño. Este bajo número impidió determinar si la procedencia de los animales representa un factor de riesgo para adquirir la enfermedad (Cuadro 6). Sin embargo, la introducción de animales ajenos al rebaño como hembras para reemplazo y sementales, es un factor de riesgo bien identificado, ya que en pocos países existe un programa nacional de control de Ptb que exija el diagnóstico de la enfermedad como un requisito para la movilización y venta de animales (Cashman *et al.*, 2008; McKenna *et al.* 2006; Radostits *et al.*, 2006).

CUADRO 6. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina de acuerdo con la procedencia de los animales en la región de Los Tuxtlas.

Procedencia	No de animales	Animales positivos	Seroprevalencia	*IC 95%	**RM	*IC 95%	***p
Nacidos en el hato	121	2	1.65	0.29-6.44	5.307	0.05- 544	0.82
Nacidos fuera del hato	30	0	0	0	0	0	0

*IC 95%= intervalo de confianza; **RM= Razón de momios; ***p= Valor de Probabilidad.

Espejo *et al.* (2012) recomiendan adquirir animales de rebaños con baja prevalencia de Ptb y realizar el diagnóstico de los animales mediante ELISA y cultivo bacteriano de heces antes de introducirlos a una UP. McKenna *et al.* (2006) mencionan que una medida para controlar la Ptb en un rebaño es mediante la compra de animales a una sola UP, la cual deberá contar con un programa de bioseguridad superior.

7.1.7 Seroprevalencia por unidad de producción en el manejo de excretas

En la UP donde se identificaron los animales seropositivos a Map, las excretas se utilizan como abono para los potreros donde pastorean los animales (Cuadro 7); además, se encontró que esta es la práctica de manejo de excretas más utilizada entre las UP de la región de Los Tuxtlas (Cuadro 12).

CUADRO 7. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina de acuerdo al manejo de excretas por unidad de producción en la región de Los Tuxtlas.

Manejo de excretas	Número de UP	UP positivas	Seroprevalencia	*IC 95%	**RM	*IC 95%	***p
Abono/potrero	18	1	5.56%	0.3-29.4	1.35	0.58-2.15	0.18
Otros	2	0	0	0	0	0	0

*IC 95%= intervalo de confianza; **RM= Razón de momios; ***p= Valor de Probabilidad.

El uso de excretas como abono para las áreas de pastoreo no representó ser un factor de riesgo (RM= 1.35; IC_{95%}: 0.58-2.15) a pesar de lo indicado por Coelho *et al.* (2007) y Daniels *et al.*, (2002); sin embargo, sí se considera de importancia, ya que, en la UP positiva, los animales neonatos y lactantes se encuentran en contacto constante con las heces de los animales seropositivos, lo cual ha sido identificado como un factor de riesgo en otros estudios (Doré *et al.*, 2012; Bolt *et al.*, 2011). Como ya se mencionó, la vía de transmisión de Map más importante es la fecal-oral (Li *et al.*, 2009); además, si se considera la baja seroprevalencia de Ptb encontrada en la región y el tamaño de muestra, es difícil descartar de forma definitiva esta variable como factor de riesgo.

7.1.8 Seroprevalencia por unidad de producción en la limpieza de instalaciones

Casi todos los productores afirmaron mantener limpias sus instalaciones, a pesar de que menos del 40% realiza esta actividad a diario (Cuadro 11). Para determinar el grado de limpieza, se tomaron en cuenta tres variables: limpieza de instalaciones, limpieza de bebederos y limpieza de comederos, a partir de la información proporcionada por los productores en la encuesta.

Como se observa en el Cuadro 8, ninguna de las tres variables representó ser un factor de riesgo, ya que en la UP seropositiva se hace la limpieza de manera rutinaria; no obstante, la frecuencia de la limpieza varía mucho entre productores e incluso entre instalaciones dentro de una misma UP. McKenna *et al.* (2006) determinaron que la limpieza diaria de comederos, bebederos e instalaciones es un factor protector para la infección por Map; sin embargo, solo 30% de los productores limpian a diario sus instalaciones y comederos y 35% los bebederos; por otro lado, también identificaron que a menor frecuencia de limpieza (semanal, mensual, anual), mayor es el riesgo de

que se transmita la enfermedad, ya que Map sobrevive por largos periodos en el medio ambiente y en superficies contaminadas con heces (Pribylova *et al.*, 2011).

Cabe resaltar que en la UP seropositiva a Map se identificó que el área de encierro nocturno y los comederos solo se limpian una vez al mes y los bebederos una vez por semana; además, durante la toma de muestras se pudo observar que los comederos se encontraban contaminados con heces, lo cual sugiere un manejo sanitario inapropiado que puede favorecer la presencia y transmisión de Map.

CUADRO 8. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina de acuerdo con la limpieza de instalaciones, bebederos y comederos por unidad de producción en la región de Los Tuxtlas.

	No de UP	UP positivas	Seroprevalencia	*IC _{95%}	**RM	*IC _{95%}	***p
Limpieza de instalaciones							
Si	19	1	5.26%	0.3-28.1	0.67	0.6-1.7	0.03
No	1	0	0	0	0	0	0
Limpieza de bebederos							
Si	19	1	5.26%	0.3-28.1	0.67	0.6-1.7	0.03
No	1	0	0	0	0	0	0
Limpieza de comederos							
Si	12	1	8.33%	0.4-40.2	8.27	0.5-6.4	0.83
No	2	0	0	0	0	0	0
No hay	6	0	0	0	0	0	0

*IC_{95%}= intervalo de confianza; **RM= Razón de momios; ***p= Valor de Probabilidad.

7.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN

7.2.1 Tamaño de la unidad de producción

En las 20 UP muestreadas en la región de Los Tuxtlas, se encontró que el tamaño promedio de los rebaños ovinos es de 50 cabezas y que 65% de las UP tienen entre 15 y 50 animales, a diferencia de lo señalado por Pérez *et al.* (2011) en un estudio de los sistemas de producción ovina en el estado de Veracruz, donde se menciona que solo el 21% de las UP tienen entre 15 y 50 animales. Esto toma importancia ya que Coelho *et al.* (2007) han indicado que la seroprevalencia de Map es mayor en rebaños ovinos de entre 30 y 60 cabezas, que en aquellos rebaños con menos de 20 animales o más de 70; sin embargo, en este estudio el único rebaño positivo a Map tenía 131 ovinos.

CUADRO 9. Tamaño y composición de los rebaños ovinos de la región de Los Tuxtlas.

Tamaño del rebaño	Crías <12 meses	Hembras en producción	Sementales
47 ± 29*	15 ±13	30 ± 20	2 ± 1

* Media aritmética ± desviación estándar

7.2.2 Manejo del recién nacido

De acuerdo con las encuestas realizadas a los productores, todos los animales toman calostro al nacer y 74% de los productores utilizan madres sustitutas para amamantar a los corderos huérfanos. Esto contrasta con lo mencionado por Cashman *et al.* (2008), quienes indican que el uso de madres sustitutas es un factor de riesgo para la presencia de la paratuberculosis en un rebaño; sin embargo, en la única UP que resultó seropositiva a Ptb en este estudio no se utilizan madres sustitutas.

7.2.3 Sistema de producción y alimentación

El sistema de producción más común es el pastoreo (65% de las UP), seguido del sistema semiestabulado (25%), en el que los animales pastorean en la temporada de lluvias y se estabulan durante el estiaje. El sistema estabulado solo se utiliza en dos UP (10%). Los datos anteriores difieren de lo publicado por Pérez *et al.* (2011), quienes mencionan que el sistema de producción más común en el estado de Veracruz es el semi-estabulado; por otro lado, ambos estudios coinciden en que el sistema de producción menos utilizado es el estabulado.

En cuanto a la alimentación, se encontró que en todos los sistemas de producción se administran minerales con frecuencia, como se observa en el Cuadro 10.

CUADRO 10. Tasa (%) de alimentos utilizados por sistema de producción ovino en la región de Los Tuxtlas.

	Estabulado, %	Semiestabulado, %	Pastoreo, %
Suplementación	0	23	13
Pastoreo	0	100	100
Ensilado	50	20	6
Heno	100	63	0
Concentrado	100	63	0
Vitaminas	0	0	7
Minerales	100	100	66
Otro	50	57	26

La mayor parte de las UP utilizan comederos de cemento (30%), plástico (23%) y metal (19%), pero 46% de los sistemas de pastoreo no tienen comederos. En todas las UP hay bebederos en las áreas de encierro nocturno, por lo general de plástico (63%).

7.2.4 Higiene y sanidad

El 95% de los productores limpia eventualmente los comederos, bebederos e instalaciones (Cuadro 11); la mayor parte de ellos obtiene el agua de la red de agua potable comunitaria y de fuentes naturales de agua cercanas a la UP, lo cual coincide con lo señalado por Pérez *et al.* (2011).

CUADRO 11. Tasa (%) de unidades de producción que realizan limpieza de instalaciones (área de encierro nocturno), comederos y bebederos según la frecuencia.

Frecuencia	Instalaciones	Comederos	Bebederos
Diario	30%	29%	35%
Cada tres días	15%	29%	15%
Semanal	10%	21%	35%
Mensual	15%	7%	10%
Anual	30%	0%	0%
No limpian	0%	14%	5%

Todas las UP, sin importar el sistema de alimentación que utilicen, tienen áreas de encierro nocturno para los animales, por lo general techadas y protegidas con malla de alambre para evitar que se escapen los animales.

En cuanto al manejo de excretas, la mayor parte de los productores las utilizan de forma directa como abono para sus potreros y solo uno comentó que las incinera en ocasiones (Cuadro 12); esta práctica de manejo tradicional ha sido señalada en trabajos anteriores como un factor de alto riesgo (Coelho *et al.*, 2007; Daniels *et al.*, 2002).

CUADRO 12. Manejo de excretas por sistema de producción ovino en la región de Los Tuxtlas.

	Estabulado	Semiestabulado	Pastoreo
Abono	100 %	90%	95 %
Composta	0 %	10%	0 %
Las vende	0 %	0 %	0 %
Incineración	0 %	0 %	5 %

Robbe-Austerman (2011), menciona que una estrategia para disminuir la transmisión de Map a través de las excretas es pastorear a los jóvenes y hembras de reemplazo en potreros diferentes al resto de los animales adultos; de la misma manera señala que utilizar un sistema de rotación de potreros para disminuir la carga parasitaria funciona como una estrategia de control de la Ptb, ya que si bien el microorganismo sobrevive hasta un año en el pasto, pierde virulencia los primeros meses.

7.3 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

7.3.1 Distribución de la seroprevalencia en la región de Los Tuxtlas en el estado de Veracruz.

La seroprevalencia de paratuberculosis ovina tuvo una baja frecuencia en los cuatro municipios estudiados de la región de Los Tuxtlas del estado de Veracruz, y por tanto su distribución fue también baja; como se observa en la Figura 2. La tonalidad gris representa a los municipios que no presentaron animales seropositivos a Map (Ángel R. Cabada, Santiago Tuxtla y Catemaco) y la tonalidad negra corresponde a San Andrés Tuxtla, el cual presentó una seroprevalencia de 5.71% (IC_{95%} 0.9-20.5).

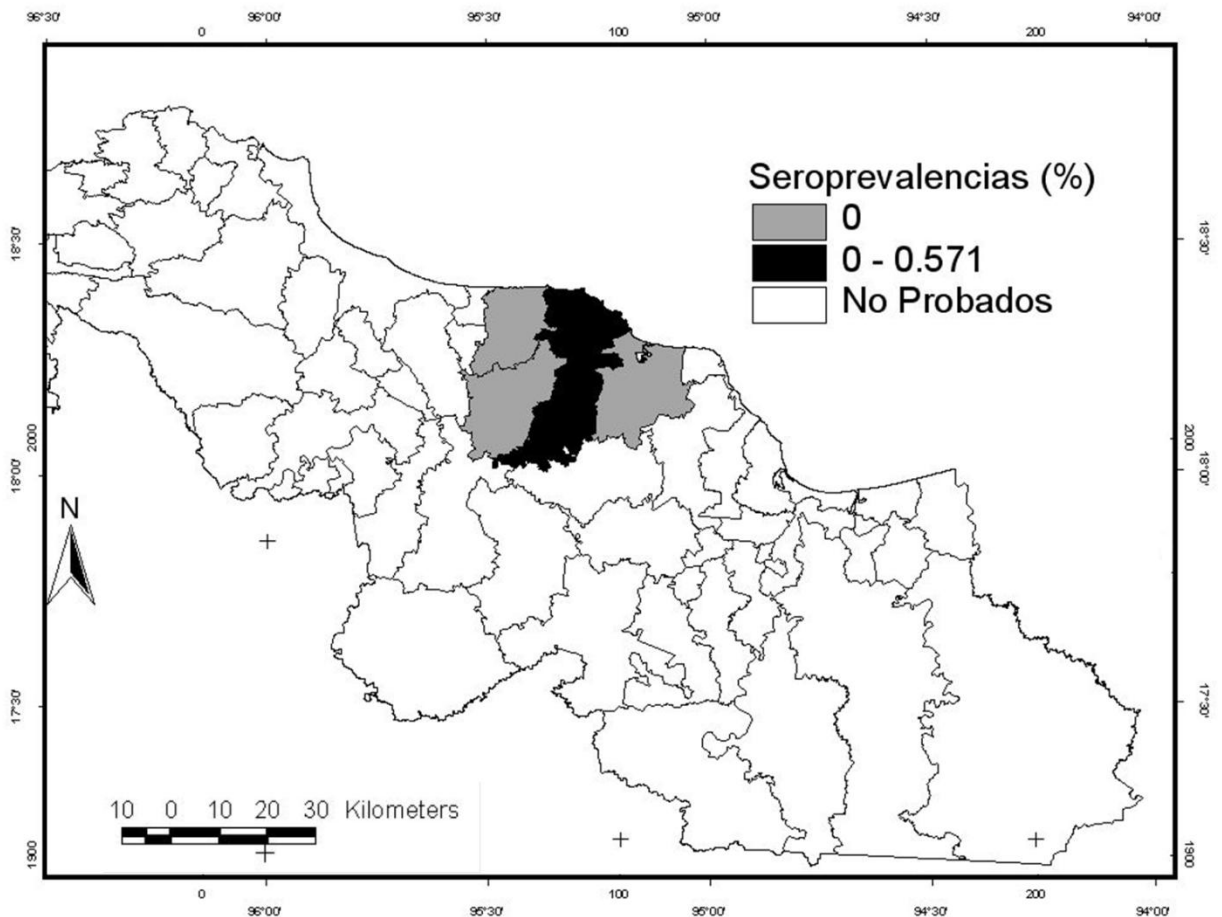


FIGURA 2. Mapa coroplético de distribución de la paratuberculosis ovina en municipios de la región de Los Tuxtlas del estado de Veracruz.

El pertenecer al municipio de San Andrés Tuxtla se puede considerar como un factor de riesgo (Cuadro 2), ya que los animales de éste municipio tienen casi 74 veces ($RM=73.6$; $IC_{95\%}$ 2.8- 1,923) más probabilidad de ser seropositivos a Map, que los animales que provienen de otros municipios. Esto se confirma al observar que el municipio de San Andrés Tuxtla se encuentra rodeado al noroeste por el de Ángel R. Cabada, al oeste por el de Santiago Tuxtla y al este por el de Catemaco Figura 2, por lo que es posible que puedan aparecer casos de Ptb en estos municipios en cualquier

momento, o bien que ya existan animales infectados y que se encuentran en las primeras fases de la enfermedad en las que no hay producción de anticuerpos, razón por la cual no se reconocieron con la prueba de ELISA (McKenna *et al.*, 2006; Nielsen & Toft, 2008; Thirunavukkarasu *et al.*, 2013).

7.3.2 Distribución de las unidades de producción ovina

De las 20 UP muestreadas (cinco por municipio), solo una resultó con animales seropositivos y se encuentra localizada en el municipio de San Andrés Tuxtla, en la localidad de Nompita. Como se observa en la Figura 3, las UP seronegativas a Map están representadas por puntos negros y la seropositiva de color rojo; además, se muestra un análisis de proximidad búfer representado por círculos que rodean los puntos, que corresponden al área focal donde se infiere que se pueden presentar los nuevos casos. El área de proximidad búfer es de 1km de radio a partir de la UP.

La UP seropositiva se encuentra localizada en la frontera entre los municipios de San Andrés Tuxtla y Catemaco. En la Figura 3 se observan cinco UP dentro del área búfer de la seropositiva, de las cuales cuatro se encuentran en el municipio de San Andrés Tuxtla y una en Catemaco, por lo que se puede esperar que aparezcan más casos de Ptb en ésta área. Por otro lado, como se menciona en el Cuadro 12, el manejo de las excretas más común es como abono en potrero y de las cuatro UP aledañas a la positiva, una presenta un sistema semi-estabulado y las otras cuatro de pastoreo, por lo que se puede inferir que durante el pastoreo exista interacción entre animales de rebaños seronegativos con los del seropositivo o bien con las excretas depositadas en el potrero de la UP seropositiva, principalmente en el caso de la UP vecina a la seropositiva.

Cabe destacar que, de acuerdo con los datos obtenidos, la UP que se observa sobrepuesta con la seropositiva, se encuentra a menos de 300 m de distancia y durante la toma de muestras se observó que la división entre ambas UP es una cerca natural con alambre, la cual puede ser atravesada por los animales sin dificultad.

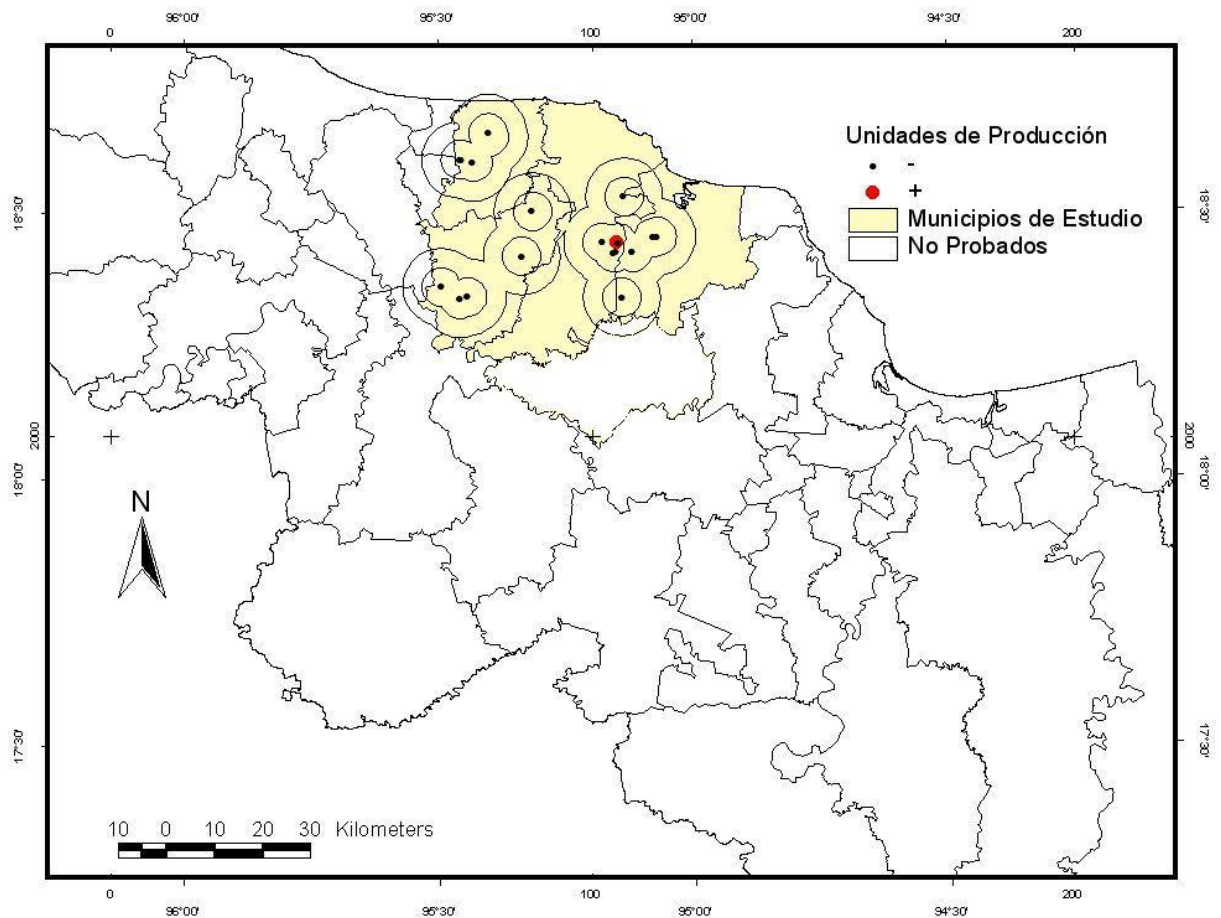


FIGURA 3. Mapa coroplético puntual de la distribución de las unidades de producción en los municipios muestreados de la región de Los Tuxtlas del estado de Veracruz.

8. CONCLUSIONES

- La seroprevalencia general de la paratuberculosis ovina en la región Los Tuxtlas del estado de Veracruz fue 1.32%, por municipio 25% y de rebaño 5%.
- Los únicos posibles factores de riesgo identificados fueron ovinos procedentes del municipio de San Andrés Tuxtla y las hembras.
- La paratuberculosis es una enfermedad que mostró una baja distribución geoespacial, pero es importante su monitoreo por la estrecha relación que hay entre las unidades de producción y la cercanía entre los municipios.

9. LITERATURA CITADA

- Al-Majali, A.M., Jawasreh, K., Al-Nsour, A. 2008. Epidemiological studies on foot and mouth disease and paratuberculosis in small ruminants in Tafelah and Ma'an, Jordan. *Small Ruminant Research*. 78:197-201.
- Attili, A.R., Ngu, N.V., Preziuso, S., Pacifici, L., Domesi, A., Cuteri, V. 2011. Ovine Paratuberculosis: A seroprevalence study in dairy flocks reared in the Marche Region, Italy. *Veterinary Medicine International*. 2011:782-875.
- Behr, M.A., Collins, D.M. 2010. Paratuberculosis: Organism, Disease, Control. CABI. Londres, Reino Unido. P:2. http://books.google.com.mx/books?id=iS8P8x2-O68C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false [Consultado el 20 de enero del 2014].
- Benedictus, G., Dijkhuizen, A., Stelwagen, J. 1987. Economic losses due to paratuberculosis in dairy cattle. *Veterinary Record*. 121(7):142-146.
- Bolton, M.W., Pillars, R.B., Kaneene, J.B., Mauer, W.A., Grooms, D.L. 2011. Detection of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* in naturally exposed dairy heifers and associated risk factors. *Journal of Dairy Science*. 94(9):4669–4675.
- Bush, R.D., Windsor, P.A., Toribio, J. 2006. Losses of adult sheep due to ovine Johne's disease in 12 infected flocks over a 3-year period. *Australian Veterinary Journal*. 84(7):246-253.
- Callejas, G.S.A., Martínez, H.D.I., Villagómez, C.J.A., Sarabia, B.C.C., Peniche, C.A., Rodríguez Ch.M.A., Morales, A.J.F., Flores, C.R. 2013. Epidemiología de la paratuberculosis caprina en la zona centro del estado de Veracruz. P:42. En *Memorias de la XLIX Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Boca del Rio, Veracruz, México.
- Cannon, R.M., Roe, R.T. 1982. *Livestock disease surveys: a field manual for veterinarians*. Bureau of Animal Health. Canberra, Australia.
- Carter, G.R.; Wise, D.J. 2004. *Essentials of veterinary bacteriology and mycology*. 6ta ed. Iowa State Press. Ames, Iowa, Estados Unidos. Pp: 207–213.
- Cashman, W., Buckley, J., Quigley, T., Fanning, S., More, S., Egan, J., Berry, D., Grant, I., O'Farrell, K. 2008. Risk factors for the introduction and within-herd transmission of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* (MAP) infection on 59 Irish dairy herds. *Irish Veterinary Journal*. 6(7):464-467.
- Castellanos E. 2010. Caracterización molecular de aislados de *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis*. Mapa epidemiológico en España. Tesis de doctorado. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. Pp:59-62. <http://eprints.ucm.es/11626/1/T32337.pdf> [Consultado el 20 de enero del 2014].

Chamberlin, W., Graham, D.Y., Hulten, K., El-Zimaity, H.M.T., Schwartz, M.R., Naser, S., Shafran, I., El-Zaatari, F.A.K. 2001. Review article: *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* as one cause of Crohn's disease. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*. 15:337-346.

Chávez, G.G., Trigo, T.F.J., Svastova, P., Pavlik, I. 2004. Identificación del polimorfismo genético de aislamientos de *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* de caprinos del centro de México. *Veterinaria México*. 35(1):1-7.

Coelho, A.C., Pinto, M.L., Silva, S., Coelho, A.M., Aires, A., Garrido, J.M., Rodrigues, J., Juste, R.A. 2007. Factors associated with *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* seroprevalence in sheep in Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal. Pp:257-260. In *Proceedings of the 9th International Colloquium on Paratuberculosis*. International Association for Paratuberculosis. Tsukuba, Japón. <http://www.paratuberculosis.info/images/stories/pdfs/264> [Consultado el 20 de enero del 2014].

Daniels, M.J., Hutchings, M.R., Allcroft, D.J., McKendrick, I.J., Greig, A. 2002. Risk factors for Johne's disease in Scotland – the results of a survey of farmers. *The Veterinary Record*. 150(5):135-139.

De Juan, L. 2005. Paratuberculosis caprina: aportaciones a su diagnóstico, epidemiología molecular y control. Tesis de doctorado. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. Pp:1-48. <http://pendientedemigracion.ucm.es/BUCM/tesis/vet/ucm-t28577.pdf> [Consultado el 20 de enero del 2014].

Doré, E., Paré, J., Côté, G., Buczinski, S., Labrecque, O., Roy, J.P., Fecteau, G. 2012. Risk factors associated with transmission of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* to calves within dairy herd: a systematic review. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 26:32–45.

Eisenberg, S.W.F., Nielen, M., Santema, W., Houwers, D.C., Heederik, D., Koets, A.P. 2010. Detection of spatial and temporal spread of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in the environment of a cattle farm through bio-aerosols. *Veterinary Microbiology*. 143:284-292.

Elliott, P., Wartenberg, D. 2004. Spatial epidemiology: current approaches and future challenges. *Environmental Health Perspectives*. 112(9):998-1006.

Espejo, L.A., Godden, S., Hartman, W.L., Wells, S.J. 2012. Reduction in incidence of Johne's disease associated with implementation of a disease control program in Minnesota demonstration herds. *Journal of Dairy Science*. 95:4141-4152.

Estévez, D.I., Hernández, R.C., Trujillo, A.M.G., Chávez, G.G. 2007. Detection of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in goat and sheep flocks in Mexico. *Small Ruminant Research* 72:209–213.

Fallas, J. 2003. Conceptos básicos de cartografía. Laboratorio de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Pp:16-18.

Favila, H.L., Hernández, C.R., Chávez, G.G. 2007. Detección de *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* en leche de cabras por PCR en México. V° Congreso de especialistas en pequeños rumiantes y camélidos sudamericanos. Mendoza, Argentina. http://www.produccionbovina.com/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/enfermedades_caprinos/10-chavez,%20mycobacterium.pdf [Consultado el 20 de enero del 2014].

Garrido, J.M., Aduriz, G., García, M.J.F., Pérez, V., Chávez, G., Juste, R.A. 1998. Mejora del ELISA indirecto para el diagnóstico de la paratuberculosis ovina. Producción Ovina y Caprina. 23: 287-290.

Harris, N.B., y Barletta, R.G. 2001. *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in Veterinary Medicine. Clinical Microbiology Reviews. 14:489-512. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC88986/> [Consultado el 20 de enero del 2014].

Hernández, A.L., Carrera, S.E.M., Alvarado, I.A., Escobar, R.M., Gómez, R.S., Ángeles, M.L., Santillán, F.M.A., Socci, E.G., Banda, R.V. 2012. Determinación de microorganismos patógenos mediante PCR en estiércol ovino. P:24. En Memorias de la XLVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Querétaro, Querétaro, México. http://www.uaaan.mx/Dirlnv/marcoreferencia/ligas/Otros-docs-interes/02_Memorias%20de%20las%20Reuniones%20nacionales%20de%20Investigacion%20e%20Innovacion_2912/02_MEMORIA%20PECUARIA%20CD.pdf [Consultado el 20 de enero del 2014].

Hirsh, D.C. 1999. Veterinary Microbiology. Blackwell Science, inc. Massachusetts, Estados Unidos. Pp:104-108.

IDEXX Laboratories, Inc. ©. Paratuberculosis Screening Ab Test Informational Sheet. 2010. En línea: http://www.idexx.co.uk/pdf/en_gb/livestock-poultry/paratuberculosis-screening-ab-test-sheet.pdf [Consultado el 20 de enero del 2014].

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática –INEGI. Anuario estadístico del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. 2010. En línea: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee12/estatal/ver/default.htm> [Consultado el 20 de enero del 2014].

Instituto Nacional de Estadística y Geografía – INEGI . Cuéntame INEGI. http://cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/entidades/div_municipal/veracruz.pdf [Consultado el 20 de enero del 2014].

Jaimes, N., Santillán, M.A., Hernández, O.A., Córdova, D., Guzmán, C.C., Arellano, B., Díaz, E., Tenorio, V.R., Cuéllar, A. 2008. Detección de *Mycobacterium avium*

subespecie *paratuberculosis*, por medio de PCR-anidada a partir de muestras de heces de ovinos. *Veterinaria México*. 39(4):377-386.

Li, L., Singh, S., Bannantine, J., Kanjilal, S., Kapur, V. 2009. *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis*. Pp:65-83. En *Genome Mapping and Genomics in Animal-Associated Microbes*. Nene, V., Kole, C. (Eds.). Springer-Verlag. Berlin, Alemania. <http://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-74042-1/page/1#page-1> [Consultado el 20 de enero del 2014].

Martínez, C.A., Santillán, F.M.A., Mejía, E.F., Barradas, P.F., Peña, C.A.L., Hernández, A.L., García, C.L., Milián, S.F. 2012a. Distribución y prevalencia de la paratuberculosis en la ganadería lechera en México. P:63. En *Memorias de la XLVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Querétaro, Querétaro, México. http://www.uaaan.mx/DirInv/marcoreferencia/ligas/Otros-docs-interes/02_Memorias%20de%20las%20Reuniones%20nacionales%20de%20Investigacion%20e%20Innovacion_2912/02_MEMORIA%20PECUARIA%20CD.pdf [Consultado el 20 de enero del 2014].

Martínez, D.I., Sarabia, C.C., Peniche, A., Villagómez, J. A., Magdaleno, A., Hernández S.G., Morales, J.F., Flores, R. 2012b. Seroepidemiology of goat paratuberculosis in five municipalities of central Veracruz, México, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 15(Sup 2):S82-S88.

Martínez, G.S., Aguirre, O.J., Gómez, D.A.A., Ruíz, F.M., Lemus, F.C., Macías, C.H., Moreno, F.M.A., Salgado, M.S., Ramírez, L.M.H. 2010. Tecnologías para mejorar la producción ovina en México. *Revista Fuente*. 2(5):41-51.

Mendes, S., Boinas, F., Albuquerque, T., Fernandes, L., Afonso, A., Amado, A. 2004. Epidemiological studies on paratuberculosis in small ruminants in Portugal. *Épidémiologie et Santé Animale*. 45:61-71.

McKenna, S.L.B., Keefe, P.G., Tiwari, A., VanLeeuwen, J., Barkema, W.H. 2006. Johne's disease in Canada Part II: Disease impacts, risk factors, and control programs for dairy producers. *Canadian Veterinary Journal*. 47:1089–1099.

Méndez, G.M., Perea, A.R., Enrique, V.A., García, C.L. 2008. Análisis descriptivo de casos recibidos para diagnóstico de paratuberculosis ovina y caprina en el laboratorio de patología animal de Calamanda, México. <http://www.ovinos-caprinos.com.ar/SANIDAD/Analisis%20para%20el%20diagnostico%20de%20Partuberculosis%20Ovina%20y%20Caprina.pdf> [Consultado el 06 de octubre del 2013].

Mejía, S.P., Díaz, A.E., Aguilar, R.F., Favila, H.L., Palomares, R.G., Santillán, F.M.A., De la Cruz, C.L., Fajardo, G.J., Córdova, L.D., Huerta, M.I.S. 2011. Enfermedades infecciosas que afectan la producción ovina en el Estado de México e Hidalgo, epidemiología. P:32. En *Memorias de la XLVII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. León,

Guanajuato, México. <http://www.reunionesnacionales.org.mx/2011/memorias.php> [Consultado el 20 de enero del 2014].

Mijs, W., de Haas, P., Rossau, R., Van der, L.T., Rigouts, L., Portaels, F., Van Soolingen, D. 2002. Molecular evidence to support a proposal to reserve the designation *Mycobacterium avium* subsp. *avium* for bird-type isolates and "*Mycobacterium avium* subsp. *Hominissuis*" for the human/porcine type of *M. avium*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 52:1505-1518.

Morón, C.F.J., Cortez, R.C., Gallegos, S.J., Figueroa, S.B., Aquino, P.G., Amante, O.A. 2013. Prevalencia de la infección por *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* en rebaños de ovinos de dos municipios de San Luis Potosí, México. Revista Científica FCV-LUZ. 23(4):293:299.

Murcia, M.I., Tortoli, E., Menendez, M.C., Palenque, E., Garcia, M.J. 2006. *Mycobacterium avium* complex and description of MAC-X as a new ITS genetic variant. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 56:2049-2054.

Nielsen, S.S., Toft N. 2008. Ante mortem diagnosis of paratuberculosis: A review of accuracies of ELISA, interferon gamma assay and fecal culture techniques. Veterinary Microbiology. 129(3):217-235.

Nielsen, S.S., Toft N. 2009. A review of prevalences of paratuberculosis in farmed animals in Europe. Preventive Veterinary Medicine. 88:1–14.

Norstrom, M. 2001. Geographical Information System (GIS) as a tool in surveillance and monitoring of animal diseases. Acta Veterinaria Scandinavica. 94:79-85.

Organización Mundial de la Salud - ©OMS. 2013. Temas de salud. http://www.who.int/topics/risk_factors/es/ [Consultado el 20 de enero del 2014].

Peña, J.A. 2012. Estudio epidemiológico de leptospirosis caprina en la zona centro del estado de Veracruz. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Veracruz, México. P:21.

Pérez, V., García, M.J.F., Badiola, J.J. 1996. Description and classification of different types of lesion associated with natural paratuberculosis infection in sheep. Journal of Comparative Pathology. 114(2):107-122.

Pérez, P., Vilaboa, J., Chalate, H., Candelaria, B., Díaz, P., López, S. 2011. Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el estado de Veracruz, México. Revista Científica FCV-LUZ. 21(4):327-334.

Ponnusamy, D., Periasamy, S., Tripathi, B. N., Pal, A. 2013. *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* invades through M cells and enterocytes across ileal and jejunal mucosa of lambs. Research in Veterinary Science. 94:306-312.

Portaels, F., y Pattyn, S.R. 1982. Growth of mycobacteria in relation to the pH of the medium. *Annales de Microbiologie*. 133(2):213-221.

Praxedis, M.J. 1991. Determinación de la prevalencia de la paratuberculosis en caprinos y ovinos sacrificados en cuatro rastros periféricos al D.F. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán, Estado de México, México.

Pribylova, R., Slana, I., Kaevska, M., Lamka, J., Babak, V., Jandak, J., Pavlik, I. 2011. Soil and plant contamination with *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* after exposure to naturally contaminated mouflon feces. *Current Microbiology*. 62:1405-1410.

Quinn, P.J., Markey, B.K., Carter, M.E. 2002. Microbiología y enfermedades infecciosas veterinarias. Acribia, Zaragoza. Pp:115-124.

Radostits, O.M., Gay, C.C., D.C., Hinchcliff, K.W., Constable, P.D. 2006. Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, sheep, pigs, goats and horses. 10th ed. Saunders, Pp:1017-1044.

Rastogi, N., Legrand, E., Sola, C. 2001. The mycobacteria: an introduction to nomenclature and pathogenesis. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*. 20(1):21-54.

Red Comunitaria Vasconcelos 2009. Manual por regiones: Distrito de Desarrollo Rural 09 San Andrés Tuxtla, octubre de 2009. <http://www.slideshare.net/horripy/manual-ddr09-san-andres-tuxtla> [Consultado el 20 de enero del 2014].

Rinaldi, L., Musella, V., Biggeri, A., Cringoli, G. 2006. New insights into the application of geographical information systems and remote sensing in veterinary parasitology. *Geospatial Health*. 1:33-47.

Rocca, S., Cubeddu, T., Nieddu, A.M., Pirino, S., Appino, S., Antuofermo, E., Tanda, T., Verin, R., Sechi, L.A., Taccini, A., Leoni, A. 2010. Detection of *Mycobacterium avium* spp. *paratuberculosis* (Map) in samples of sheep paratuberculosis (Johne's disease or JD) and human Crohn's disease (CD) using liquid phase RT-PCR, in situ RT-PCR and immunohistochemistry. *Small Ruminant Research*. 88(2-3):126-134.

Robbe-Austerman, S. 2011. Control of paratuberculosis in small ruminants. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice*. 27:609-620.

Rodríguez, V.R.I. 2005. Enfermedades de importancia económica en producción animal. McGraw-Hill. México. Pp:393-401.

Santeliz, S., Giménez, J., Bastidas, Z., Cova, V. 2013. Seroprevalencia de paratuberculosis en bovinos de la parroquia Buría, municipio Simón Planas, estado Lara 2008. *Revista del Colegio de Médicos Veterinarios del Estado Lara*. 5(1). <http://revistacmvl.jimdo.com/suscripci%C3%B3n/volumen-5/paratuberculosis/> [Consultado el 20 de enero del 2014].

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera - SIAP. Secretaria De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación - SAGARPA. http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/PoblacionGanadera/ProductoEspecie/ovino.pdf [Consultado el 20 de enero del 2014].

Sivakumar, P., Tripathi, B.N., Singh, N., Sharma, A.K. 2006. Pathology of naturally occurring paratuberculosis in water buffaloes (*Bubalus bubalis*). Veterinary Pathology. 43:455-462.

Sonawane, G.G., Tripathi, B.N. 2013. Comparison of a quantitative real-time polymerase chain reaction (qPCR) with conventional PCR, bacterial culture and ELISA for detection of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infection in sheep showing pathology of Johne's disease. Springer Plus. 2:45.

Stau, A., Seelig, B., Walter, D., Schroeder, C., Ganter, M. 2012. Seroprevalence of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in small ruminants in Germany. Small Ruminant Research. 105:361-365.

Thirunavukkarasu, S., Plain, K.M., Eckstein, T.M., De Silva, K., Whittington, R.J. 2013. Cellular and humoral immunogenicity of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* specific lipopeptide antigens. Research in Veterinary Science. 95:123–129.

Thompson, J., Meyer, H. 1994. Body condition scoring of sheep. Oregon State University. Oregon, Estados Unidos.

Thorel, M.F., Krichevsky, M., y Levy-Frebault, V.V. (1990) Numerical taxonomy of mycobactin-dependent mycobacteria, emended description of *Mycobacterium avium*, and description of *Mycobacterium avium* subsp. *avium* subsp. *nov.*, *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* subsp. *nov.*, and *Mycobacterium avium* subsp. *silvaticum* subsp. *nov.* International Journal of Systematic Bacteriology. 40:254-260.

Thrusfield, M. 2005. Veterinary Epidemiology. 3a. edition. Blackwell Science. Oxford, Inglaterra. Pp:90, 600.

Thrusfield, M., Ortega, C., Blas, I., Noordhuizen, J.P., Frankena, K. 2001. Win Episcope 2.0: Improved epidemiological software for veterinary medicine. Veterinary Record. 148:567-572.

Timms, V.J., Gehringer, M.M., Mitchell, H.M., Daskalopoulos, G., Neilan, B.A. 2011. How accurately can we detect *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infection?. Journal of Microbiological Methods. 85:1-8.

Vázquez, C.T. 2012. Diagnóstico y estimación de factores de riesgo de paratuberculosis en búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) de la zona sur del estado de Veracruz. Tesis de Maestría. Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Veracruz, México. P:2.

VinodhKumar, O.R., Gunaseelan, L., Ronald, B.S.M., Sakthivelan, S.M. 2013. Slaughterhouse prevalence of ovine paratuberculosis in Southern India. *Tropical Animal Health and Production*. 45:1063-1069.

Whittington, R.J., Marsh, I., McAllister, S., Turner, M.J., Marshall, D.J., Fraser, C.A. 1999. Evaluation of modified BACTEC 12B radiometric medium and solid media for culture of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* from sheep. *Journal of Clinical Microbiology*. 37(4):1077-1083.

Whittington, R.J., Hope, A.J., Marshall, C.A., Taragel, C.A., Marsh, I. 2000. Molecular epidemiology of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*: IS900 restriction fragment length polymorphism and IS1311 polymorphism analyses of isolates from animals and a human in Australia. *Journal of Clinical Microbiology*. 38(9):3240-3248.

Whittington, R.J., Windsor, P.A. 2009. In utero infection of cattle with *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*: A critical review and meta-analysis. *The Veterinary Journal*. 179(1):60-69.

ANEXOS

ANEXO 1. Cuestionario general

Número de control: _____

Encuestador: _____ Fecha: (____/____/____)

Nombre del Rancho: _____

Nombre del propietario: _____

Domicilio: _____

Municipio: _____ Localidad: _____

Sistema de producción: ☐ Estabulado ☐ Semi-estabulado ☐ Pastoreo.

¿Posee sala de ordeño?: ☐ Si ☐ NO Tipo de ordeña: ☐ Manual ☐ Mecánica

¿Qué hace con la leche?: ☐ Queso ☐ La vende, pasteurizada ☐ La vende, cruda

☐ Otro: especifique: _____

Número total de ovinos: _____

Etapas	Raza	Cantidad
Crías lactantes		
Destetados		
Hembras en producción		
Engorda		
Sementales		
Gestantes		

Método de identificación: ☐ Arete de campaña ☐ Arete SINIIGA ☐ Tatuaje ☐ Otro

arete, ☐ Ninguno ☐ Otro método: _____

Unidades de producción vecinas: ☐ SI ¿Cuántas? _____ ☐ NO

Especie	Fin Zootécnico	Distancia

Otras especies:

Domesticas:

X	Especie	No.	X	Especie	No.
	Caprinos			Aves de corral	
	Bovinos			Perros y/o Gatos	
	Porcinos			Equinos	
	Otros, Especifique:				

Fauna Silvestre:

- ☐ Zopilotes () ☐ Tlacuaches () ☐ Venados () ☐ Armadillos ()
☐ Murciélagos () ☐ Coyotes () ☐ Otros: _____

Fauna Nociva:

- ☐ Ratas () ☐ Ratones ()
☐ Moscas () ☐ Cucarachas ()

Alimentación: ☐ Pastoreo ☐ Ensilado ☐ Henificado ☐ Concentrado ☐ Sales minerales

☐ Otros: _____

Tipo de comedero: _____

Animales/Comedero: _____ ¿Limpia los comederos? ☐ SI ☐ NO

¿Cómo los limpia?: _____

Frecuencia de la limpieza: _____

Fuente (s) de agua: ☐ Arroyo/Río ☐ Pozo profundo ☐ Red de agua potable

☐ Estanque, ☐ Otros: _____

¿Posee zonas inundables o de agua estancada? ☐ Si ☐ NO

En caso afirmativo, ¿beben ahí los animales? ☐ Si ☐ NO

En caso afirmativo, ¿en qué época y/o durante cuánto tiempo? _____

Tipo de bebedero: _____

No. animales/bebedero: _____ ¿Limpia los bebederos? ☐ Si ☐ NO

¿Cómo limpia los bebederos?: _____

Frecuencia de la limpieza: _____

Sanidad y Manejo:

Recibe algún tipo de atención veterinaria: ☐ SI ☐ NO

En caso afirmativo, ¿Con que frecuencia?: _____

Motivo de la consulta: _____

¿Vacuna a sus animales?: ☐ SI ☐ NO

Enfermedad	Periodicidad	Etapas productivas

¿Desparasita a sus animales?: ☐ SI ☐ NO

Producto	Periodicidad	Etapas productivas

Realiza encierro nocturno: ☐ SI ☐ NO

Lotifica los animales: ☐ SI ☐ NO

En caso afirmativo, ¿con qué criterio? ☐ Etapas productivas ☐ Edad ☐ Peso ☐ Raza

☐ Otro: _____

Densidad (m² /animal/corral): _____

¿Dónde almacena los alimentos? _____

Limpieza de instalaciones:

¿Limpia sus instalaciones (corrales, sala de ordeña, bodega, etc.)?: ☐ SI ☐ NO

¿Cómo limpia sus instalaciones? _____

¿Con qué frecuencia? _____

Eliminación de excretas: ☐ Abono/Potrero ☐ Composta ☐ Las Vende
Otros _____

Eliminación de Cadáveres: ☐ Incineración ☐ Se entierra ☐ Encalado

☐ Descomposición/aire libre ☐ Otro (s) _____

Reemplazos:

Porcentaje de reemplazos por año: _____ %

Procedencia de reemplazos: Nacidos en el rancho: No. _____ Importados: No. _____

Estado (s): _____ Municipio (s): _____

País: _____

Moviliza sus animales: ☐ Si ☐ NO

En caso afirmativo, lugar: _____

Frecuencia: _____ Número de animales que moviliza: _____

Motivos por los cuales moviliza sus animales: ☐ Engorda ☐ Venta ☐ Cambio de potreros

☐ Cambio de instalaciones ☐ Ferias y/o exposiciones

☐ Otros: _____

Manejo reproductivo:

☐ Transferencia embrionaria ☐ Empadre Continuo ☐ Inseminación artificial

☐ Empadre Controlado

☐ Todos

¿Presta su semental(es)? ☐ Si ☐ NO

En caso afirmativo, ¿a quién se los presta? (Rancho o Lugar): _____

¿Le prestan semental(es)? ☐ Si ☐ NO

En caso afirmativo, ¿quién se los presta? (Rancho o Lugar): _____

Abortos: ¿ha tenido casos de abortos en el rancho?: ☐ Si ☐ NO

En caso afirmativo, última vez que se presentaron casos: _____

No. De Animales afectados: _____

Manejo al nacimiento:

Toma calostro: ☐ Si ☐ NO

Uso de madres sustitutas: ☐ Si ☐ NO

Otros: _____

Última temporada de partos:

Fecha: _____ Número de nacimientos: _____ Hembras: _____ Machos: _____

Muertes dentro de los primeros 60 días: _____ Hembras: _____ Machos: _____

Total de corderos destetados: _____ Edad al destete: _____

Comentarios:

Anexo 2. Cuestionario individual

Número de control: _____

Encuestador: _____ Fecha: (____/____/____)

Nombre del Rancho: _____

Nombre del propietario: _____

Domicilio: _____

Municipio: _____ Localidad: _____

No. Identificación: _____ Raza: _____ Sexo: _____

Edad (meses): _____ Condición corporal (1-5): _____

Estado Productivo: _____

Procedencia: Estado: _____ Municipio: _____

País: _____

¿Tomó calostro?: ☐ Si ☐ NO

• Signos clínicos

Adultos:

☐ Problemas articulares

Miembros afectados: ☐ M.A. ☐ M.P.

☐ Mastitis

☐ Tos

☐ Secreción nasal

☐ Fiebre

☐ Dificultad para respirar

☐ Ruidos a la auscultación

☐ Pérdida de apetito

☐ Palidez de las mucosas

☐ Mucosas de color amarillo

☐ Orina de color rojo

☐ Aborto

☐ Infertilidad

☐ Pérdida de la Condición Corporal

☐ Retención placentaria

☐ Baja en la producción de leche

☐ Diarrea: ☐ aguda ☐ crónica.

Crías:

- ☐ Incapacidad para mamar
- ☐ Debilidad
- ☐ Rigidez muscular
- ☐ Postración
- ☐ Parálisis: Miembros afectados ☐ M.A. ☐ M.P.
- ☐ Flacidez muscular
- ☐ Fiebre,
- ☐ Movimientos de pedaleo
- ☐ Tos
- ☐ Secreción nasal
- ☐ Ruidos pulmonares a la auscultación
- ☐ Diarrea