



Veracruz 2019

ISSN: 2594-147X

**Avances en Investigación Agrícola,
Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquería,
Desarrollo rural,
Transferencia de tecnología,
Biotecnología, Ambiente,
Recursos naturales y Cambio climático**

iniap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Año 3, Núm. 1



Avances en Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquería, Desarrollo rural, Transferencia de tecnología, Biotecnología, Ambiente, Recursos naturales y Cambio climático

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la institución.

Este libro digital se elaboró en el Centro de Investigación Regional Golfo Centro del INIFAP, en Medellín, Veracruz, en noviembre de 2019. C. P. 94277. Teléfonos: (229) 262 22 03, 04, 05. Avances en Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquería, Desarrollo rural, Transferencia de tecnología, Biotecnología, Ambiente, Recursos naturales y Cambio climático. Año 3, No. 1, noviembre 2019, es una publicación anual, editada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, calle Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina, Delegación Coyoacán, C. P. 04010, Ciudad de México, México, Tel. (55) 3871-8700, www.inifap.gob.mx. Editor responsable: M.C.

Sergio Alberto Curti Díaz. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2018-020610452000-203, ISSN: 2594-147X on line, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de este número Dr. Julio César Vinay Vadillo, Centro de Investigación Regional Golfo Centro del INIFAP. Km. 22.5 Carretera Veracruz-Córdoba, Paso del Toro, mpio. Medellín de Bravo, Ver. CP. 94277, Teléfonos: 229 262 22 03 al 05 y 01800 088 22 22, ext. 87809

<http://rctveracruz.org/doc/AvancesInvestigacionRC2019.pdf>

La cita correcta es:

Vinay, V. J. C., V. A. Esqueda E., O. H. Tosquy V., R. Zetina L., A. Ríos U., M. V. Vázquez H., A. L. Del Angel P. y C. Perdomo M. (comps.). 2019. Avances en Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquería, Desarrollo rural, Transferencia de tecnología, Biotecnología, Ambiente, Recursos naturales y Cambio climático. INIFAP, CP, UACH, INAPESCA, UV, TecNM. Medellín, Ver., México. Año 3, Núm. 1, 2488 p.



Veracruz 2019

Avances en Investigación Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola, Pesquería, Desarrollo rural, Transferencia de tecnología, Biotecnología, Ambiente, Recursos naturales y Cambio climático





FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A BRUCELOSIS POR CONSUMO DE QUESO FRESCO EN VERACRUZ, MÉXICO	<i>Gabriela Romina Hernández Carbajal, David Itzcoatl Martínez Herrera, Violeta Trinidad Pardío Sedas, Rodolfo Quintana Castro, Karla María López Hernández, Rosa María Oliart Ros, José Francisco Morales Álvarez, José Alfredo Villagómez Cortés y Javier Cruz Huerta Peña</i>	976
SEROPREVALENCIA DE LEPTOSPIROSIS OVINA EN EL ESTADO DE VERACRUZ	<i>Blanca Lilia Gabriel Véjar, David Itzcoatl Martínez Herrera, Dinora Vázquez Luna, José Alfredo Villagómez Cortés, Jorge Issac Torres Barranca, Otto Leyva Ovalle y Patricia Meléndez Valadez</i>	988
SEROPREVALENCIA DE PARATUBERCULOSIS OVINA EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN DEL ESTADO DE VERACRUZ	<i>Rebeca Isabel Vergara Reyes, David Itzcoatl Martínez Herrera, Mauricio Luna Rodríguez, Argel Flores Primo, Guillermo Mendoza Cervantes, Wendy Sangabriel Conde y José Alfredo Villagómez Cortés</i>	999

Forestal

MODELO ALTURA-DIÁMETRO PARA CULMOS MADUROS DE <i>Guadua aculeata</i> E. Fourn. EN RODALES NATURALES DE PUEBLA MÉXICO	<i>Casimiro Ordóñez Prado, Juan Carlos Tamarit Urias, Pedro Hernández Zaragoza y Melchor Rodríguez Acosta</i>	1013
AUTO-ACLAREO Y GUÍA DE DENSIDAD BASADA EN YODA PARA RODALES NATURALES DE <i>Pinus montezumae</i> Lamb.	<i>Juan Carlos Tamarit Urias, Casimiro Ordóñez Prado, Melchor Rodríguez Acosta y Gerónimo Quiñonez Barraza</i>	1021
RIQUEZA DE MAMÍFEROS MEDIANOS DE LOS BOSQUES TROPICALES DE HUEYTAMALCO, PUEBLA, MÉXICO	<i>Guillermo Ortega Vázquez, Casimiro Ordóñez Prado, Maribel Álvarez Muñoz y Ana Gabriela Colodner Chamudis</i>	1038
ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA FORESTAL GENERADA EN EL TORMENTO ESCÁRCEGA, CAMPECHE	<i>Nelda Guadalupe Uzcanga Pérez, Aixchel Maya Martínez, Yameli Aguilar Duarte y Ligia Esparza Olguín</i>	1049
SECUENCIA Y REGISTRO DE ESCOLÍTINOS ASOCIADOS A BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA-PINAR EN COXMATLA, VERACRUZ	<i>Claudia Guadalupe Gómez Falcón, Héctor Viveros Viveros, Armando Aparicio Rentería, Rodolfo Sánchez González y César Ruíz Montiel</i>	1058
MODELO PARA ESTIMAR VOLUMEN TOTAL ÁRBOL DEL GÉNERO <i>Quercus</i> DE PUEBLA, MÉXICO	<i>Juan Carlos Tamarit Urias, José Carlos Monárrez González y Xavier García Cuevas</i>	1070
LA FORMA DE FUSTE EN LA SELECCIÓN DE ÁRBOLES DE CEDRO ROJO (<i>Cedrela odorata</i> L.)	<i>Vicente Sánchez Monsalvo y José Amador Honorato Salazar</i>	1085
CRECIMIENTO, TOLERANCIA A ENFERMEDADES Y RENDIMIENTO DE CLONES DE HULE EN UXPANAPA, VERACRUZ. MÉXICO	<i>Elías Ortiz Cervantes</i>	1093



SEROPREVALENCIA DE PARATUBERCULOSIS OVINA EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN DEL ESTADO DE VERACRUZ

Rebeca Isabel Vergara Reyes²⁰¹, David Itzcoatl Martínez Herrera^{201*}, Mauricio Luna Rodríguez²⁰¹, Argel Flores Primo²⁰¹, Guillermo Mendoza Cervantes²⁰¹, Wendy Sangabriel Conde²⁰¹ y José Alfredo Villagómez Cortés²⁰¹

Resumen

La paratuberculosis (PTB) ovina o enfermedad de Johne es una enteritis crónica y granulomatosa que produce importantes pérdidas económicas a nivel mundial. Se caracteriza por emaciación progresiva de los animales afectados, la mayoría de los cuales no presenta signos clínicos, pero porta el agente causal, *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* (MAP). Las cepas de MAP infectan rumiantes y animales silvestres que mantienen y diseminan al patógeno entre los rebaños. Aunque en la actualidad la enfermedad de Johne no se considera una zoonosis, se ha vinculado a MAP con la enfermedad de Crohn en humanos. El objetivo de este estudio fue determinar la presencia serológica de PTB en 13 municipios de las tres regiones con mayor vocación para la ovinocultura en el estado de Veracruz. La región del Totonacapan en el norte, incluye los municipios de Gutiérrez Zamora, Papantla, Tihuatlán y Coatzintla; la región de Capital, en el centro comprende los municipios de Altotonga, Jalacingo, Perote, Ayahualulco y Emiliano Zapata; la región de Los Tuxtlas, en la zona sur abarca los municipios de Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Catemaco y Ángel R. Cabada. El tamaño mínimo de muestra se calculó con el programa en línea Win Episcopy para una prevalencia de 50%. Los criterios de inclusión fueron hembras mayores a 3 meses de edad y los machos utilizados como sementales. Los animales fueron seleccionados al azar para la obtención de las muestras por punción de la vena yugular con tubos sin anticoagulante al vacío, se transportaron a la Posta Zootécnica Torreón del Molino

²⁰¹ Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Veracruzana *dmartinez@uv.mx



para la separación del suero y su posterior análisis en serie por medio de kits comerciales de ELISA indirecta. Se muestrearon 414 animales distribuidos en 55 unidades de producción (UP). Las seroprevalencias general, de municipio y de rebaño fueron 0.9, 23.07 y 5.45%, respectivamente. Se concluye que, aunque estas seroprevalencias son menores que las observadas en otras entidades de México y otros países donde se practica la ovinocultura, las características y el impacto de la enfermedad en el ganado ovino requieren profundizar en la situación epidemiológica de esta patología en la entidad Veracruzana.

Palabras clave: ovinocultura, enteritis granulomatosa, ELISA

Introducción

Se estima que alrededor de 33 millones de personas en Latinoamérica se dedican al sector agropecuario, y por ello también es importante investigar enfermedades que además de tener impacto negativo en la economía al disminuir la producción, pueden afectar la salud pública (Espescht et al., 2017). La paratuberculosis (PTB) o enfermedad de Johne es una enteritis granulomatosa y contagiosa de distribución mundial, que ocasiona importantes pérdidas económicas como consecuencia de emaciación progresiva en ganado bovino, ovino y caprino (Kawaji et al., 2011; Marquetoux et al., 2018). Esta enfermedad es causada por la bacteria *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* (MAP), que se ha especulado desarrolla la enfermedad de Crohn en el humano (Rathnaiah et al., 2017) pese a que en la actualidad no se ha establecido una asociación definitiva entre el agente y esa patología (Chiodini et al., 2012; Richi et al., 2016; Garvey, 2018; Hamid et al., 2018). Las pérdidas económicas por enfermedad de Johne en Estados Unidos se estimaron en 1.5 billones de dólares para el año 2010 (Everman et al., 2015). La prevalencia de PTB en unidades de producción se ha estimado en 66.8% para Canadá (Bauman et al., 2017), y entre 5-15% para Australia (Gillan et al., 2010). En este último país se han implementado inclusive programas de vigilancia epidemiológica



que permiten a los productores comercializar ovejas libres de PTB, así como reemplazar animales infectados en UP que se encuentran en fase de erradicación (Sergeant *et al.*, 2002). Para aceptar la comercialización de animales y sus derivados, muchos países requieren de una certificación libre de PTB (Kalis *et al.*, 2004); sin embargo, la falta de conocimiento de la enfermedad y de la aplicación de medidas zoonosanitarias adecuadas imposibilita la exportación de productos pecuarios provenientes de naciones que carecen del control de PTB, como es el caso de los países latinoamericanos, entre los que se encuentra México, en donde no existe registro de las pérdidas económicas ocasionadas por ésta, ni de las cepas de MAP más frecuentes (Espeschit *et al.*, 2017).

Mycobacterium avium subespecie *paratuberculosis* fue identificado por primera vez en células de una vaca con gastroenteritis crónica (Garvey, 2018) y desde entonces, se ha comprobado que no solo afecta a rumiantes domésticos (ganado bovino, ovejas y cabras), sino también a diversas especies silvestres como conejos, zorros y venados (Stevenson, 2015). En la actualidad, las cepas de MAP se clasifican de acuerdo con sus características de crecimiento, hospedador y patogenicidad: las Tipo I/III o S (del inglés sheep-oveja) y las Tipo II o C (del inglés cattle-ganado bovino) (Bauman *et al.*, 2017). El aislamiento de las cepas Tipo I/III sugiere afinidad por ovejas y cabras (pueden presentarse en otras especies); por otro lado, las cepas Tipo II se han sido identificado en ganado bovino, aunque también afectan ovejas y cabras (Fernández *et al.*, 2014). La mayoría de los antibióticos tienen escaso o nulo efecto sobre MAP, por lo que no existe un tratamiento efectivo para hacerle frente (McNees *et al.*, 2015; Garvey, 2018). La vía de contagio más común de PTB es la fecal-oral, donde el bacilo se excreta en las heces de los animales enfermos y se transmite a otros animales al ingerir agua, alimentos y pastura contaminadas (Jaimes *et al.*, 2008), También puede transmitirse por el calostro y la leche (Rathnaiah *et al.*, 2017). El diagnóstico temprano de la enfermedad de Johne es fundamental para prevenir su diseminación y, a pesar de que existen diferentes herramientas como el ensayo inmunoenzimático (ELISA por sus siglas en inglés), en la actualidad el aislamiento bacteriológico a partir de heces continúa aún como la “prueba de oro” para identificar al patógeno, pero tiene la desventaja de que el tiempo de incubación



recomendado para el cultivo es demasiado prolongado, porque toma hasta 8 meses (Bauman *et al.*, 2017; Rathnaiah *et al.*, 2017). En el presente, existen pocos estudios acerca de PTB en México: MAP se ha identificado en unidades de producción ovina en Guanajuato, Jalisco y México (Jaimes *et al.*, 2008) y la seroprevalencia de PTB en San Luis Potosí se ha estimado en 9.48% (Morón, *et al.*, 2013); no obstante, no hay información publicada acerca de las condiciones de la enfermedad en el estado de Veracruz. El objetivo de este estudio fue determinar la presencia de PTB a través de serología en 3 zonas principales que agrupan a 13 municipios de la entidad veracruzana donde se practica la ovinocultura.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

El muestreo se realizó en 13 municipios de cuatro Distritos de Desarrollo Rural (DDR) de la Delegación estatal de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) en Veracruz distribuidos en tres regiones de la entidad veracruzana, por considerarse los de mayor vocación en la producción de ovinos. La Región Totonaca se ubica en los DDR 02 Tuxpan y DDR 03 Martínez de la Torre, en el norte del estado de Veracruz, se integra por los municipios de Gutiérrez Zamora, Papantla, Tihuatlán y Coatzintla y cuenta con 6.1% de la población ovina estatal, un rango de altitud de 20 a 180 msnm y temperatura promedio que oscila entre 20.8 y 25.5 °C.

La Región Capital corresponde al DDR 04 Coatepec en el centro del estado e incluye los municipios de Altotonga, Jalacingo, Perote, Ayahualulco y Emiliano Zapata, contiene 15.1% del inventario ovino en Veracruz; cuenta con un rango de temperatura promedio de 10.0 a 25.2 °C y altitud que varía entre 180 y 2,060 msnm. La Región, Los Tuxtlas se encuentra en el área de influencia del DDR 09 San Andrés Tuxtla, en la zona sur del estado y comprende los municipios de Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Catemaco y Ángel R. Cabada, con 2.1% del inventario ovino estatal y una altitud que varía de 10 hasta 340 msnm y temperatura de 23 a 25.3 °C. En



conjunto, las tres áreas de estudio representan 23% del total de los rebaños en Veracruz (SIPROVER, 2014).

Diseño de estudio y tamaño de muestra

El tipo de estudio fue transversal polietápico y estratificado. Las UP fueron seleccionadas al azar por conglomerados con el uso de las tablas de Cannon y Roe (1982), y como resultado se obtuvo un mínimo de 55 UP a muestrear. El tamaño de muestra se estimó con el programa en línea Win Episcopo (Thrusfield *et al.*, 2018) bajo la modalidad de "estimar porcentajes", a partir de 50% de seroprevalencia, 95% de confianza y 5% de error, se obtuvo un tamaño mínimo de muestra de 385 animales.

Muestreo y recolección de datos

El muestreo se llevó a cabo entre agosto de 2018 y mayo de 2019. Los animales incluidos fueron ovejas de más de tres meses de edad, carneros y prospectos a sementales. Las muestras se obtuvieron por punción de vena yugular con tubos al vacío sin anticoagulante y se transportaron al Laboratorio de Microbiología de la Unidad de Diagnóstico de la Posta Zootécnica Torreón del Molino de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Veracruzana, donde se centrifugaron a 1,000 g durante 15 minutos para separar el suero que se almacenó a -20 °C hasta su análisis serológico.

Análisis serológico

Las muestras de suero sanguíneo se probaron en serie con kits comerciales de ELISA indirecto que puede usarse para suero, plasma y leche ("Institut Pourquier, POURQUIER® ELISA Paratuberculosis Antibody Screening and Antibody Verification", Francia). Esta modalidad de pruebas en serie tiene una sensibilidad absoluta entre 40.8 y 66% y una especificidad absoluta entre 99 y 99.8%, porque se basa en el principio de proveer el antígeno de *M. avium paratuberculosis* revestido a pocillos de microplacas de poliestireno y eliminar las reacciones cruzadas de las



muestras a probar diluyéndolas e incubándolas en una solución búfer que contiene un extracto de *M. phlei*.

Se realizó la adsorción de las muestras por *M. phlei*, mismas que fueron diluidas hasta una concentración de 1:20 para controles y sueros; se incubaron a 21 °C durante una hora. Después, se transfirieron a las microplacas de poliestireno de 96 pocillos revestidos del antígeno del *M. avium paratuberculosis*, a razón de 100 µL de controles y sueros. Se incubaron durante 45 minutos a 21 °C, para después lavarlas tres veces con solución búfer. Transcurridos 10 minutos, la reacción se detuvo con 100 µL de solución de frenado. De acuerdo con la metodología del ensayo, la lectura de absorbancia fue a 450 nm por medio de un lector de placas (ELx800 BioTek®) y la interpretación de los resultados se realizó con el programa XChek®.

Análisis estadístico

Las seroprevalencias general, por municipio y de UP se calcularon con la fórmula propuesta por Thrusfield *et al.* (2018), en la cual se divide el número de sujetos reactivos confirmados por la prueba de ELISA entre el número total de sujetos muestreados con el programa en línea Vassarstats bajo la modalidad de proporciones, para obtener también los IC_{95%}.

Resultados y discusión

Se muestrearon 414 ovinos que cumplieron con los criterios de inclusión del estudio, en las regiones Totonacapan, Capital y Tuxtla del estado de Veracruz (Cuadro 1). La seroprevalencia general observada fue de 0.9% (IC_{95%}: 0.03–2.82), que es menor a la identificada en San Luis Potosí por Morón *et al.*, (2013) de 9.48%; sin embargo, es importante resaltar que la prueba serológica utilizada en este último estudio fue Inmunodifusión en Gel de Agar (IDGA), que si bien es cierto que podría tener una sensibilidad mayor, adolece también de la capacidad para discriminar reacciones cruzadas contra otras micobacterias, como es el caso de la prueba de ELISA, que posee mucho mayor especificidad y más si se usa en serie (OIE, 2018).



Cuadro 1. Seroprevalencia general de paratuberculosis ovina, por municipio y por rebaño en las principales cuencas de producción de Veracruz.

Seroprevalencia	Muestreados	Animales positivos	Seroprevalencia (%)	IC _{95%}
General	414	4	0.9	(0.31–2.62)
Municipio	13	3	23.07	(6.16–54)
Rebaño	55	3	5.45	(1.41–16)

Asimismo, la seroprevalencia general observada en este estudio es menor al 15.1% \pm 7.3% determinada en las regiones productoras de ovinos en Italia (Attili *et al.*, 2011). Esta variación podría estar influida por el diseño de ese estudio en el que se incluyeron muestreos sistemáticos en las diferentes estaciones del año, y a que en esta infección existe un efecto “tempano”; es decir, solo algunos animales se pueden identificar a través de pruebas diagnósticas, pero el hacerlo es indicativo de que podrían existir muchos que actúan como eliminadores de MAP (OIE, 2018). Aunado a esto, Nielsen y Toft (2009) sugieren que la prueba ELISA no identifica animales que tengan menos de dos años infectados, debido a que no desarrollan anticuerpos contra MAP antes de ese lapso, y ello explicaría también porqué se observó una seroprevalencia baja en los municipios de las tres regiones del estado de Veracruz. Lo anterior apunta a que la paratuberculosis ovina podría representar una amenaza potencial, no solo para la producción, sino también para la diseminación del agente debido a la forma de presentación de la enfermedad, así como por las dificultades que entraña su rápida identificación, además de la posible implicación de riesgo de MAP en la salud pública. Aunque de manera restringida, se identificaron animales seropositivos en las tres regiones consideradas en el estudio: la seroprevalencia fue de 1.27% para los Tuxtlas, 1.47% para Totonacapan y 0.52% en Capital (Cuadro 2). Estas variaciones se pueden relacionar con diferencias climáticas y geográficas, entre estas, el rango entre la temperatura mínima (que en algunas zonas es de 10 °C), en contraste con la temperatura máxima (que es de 25.4 °C en algunas). Estas diferencias son similares a las observadas por Kumthekar *et al.* (2013) en distintas UP de ovinos en Granada (isla localizada en el mar Caribe) en las cuales se encontraron seroprevalencias de 0, 1.3 y 3.2%; sin embargo, ese estudio no describe las características de las regiones evaluadas.



Cuadro 2. Seroprevalencia de paratuberculosis ovina en las regiones Tuxtlas, Totonacapan y Capital del estado de Veracruz.

Región	Animales Muestreados	Animales positivos	Seroprevalencia (%)	IC _{95%}
Tuxtlas	157	2	1.27	(0.22-5)
Totonacapan	68	1	1.47	(0.07-9)
Capital	189	1	0.52	(0.02-3.36)

Se encontraron ovinos seropositivos solo en tres de los 13 municipios analizados: 5.71% en San Andrés Tuxtla, 6.25% en Tihuatlán y 2.77% en Jalacingo (Cuadro 3). Esta información es relevante, porque es la evidencia de la exposición al agente en los rebaños y esto se hace imprescindible para determinar si es conveniente aplicar medidas de control y erradicación (Barkema *et al.*, 2010). Por otro lado, el periodo de incubación de la enfermedad de Johne puede ser hasta de dos años, en los que los animales no presentan signos clínicos (Coelho *et al.*, 2007), pero eliminan al agente con las heces de manera intermitente y, así, contagian otros animales que consumen agua o pastura contaminada (Dukkipati *et al.*, 2016); estas condiciones refuerzan el efecto “iceberg o témpano”, porque cuando un animal presenta signos o resulta seropositivo a MAP, lo más probable es que la mayoría del rebaño esté contagiado y curse la fase subclínica de la enfermedad (OIE, 2018).

Cuadro 3. Seroprevalencia (%) de paratuberculosis ovina en 13 municipios del estado de Veracruz.

Municipio	Animales muestreados	Animales seropositivos	Seroprevalencia (%)	IC _{95%}
San Andrés Tuxtla	35	2	5.71	(0.99-20.52)
Tihuatlán	16	1	6.25	(0.32-32.28)
Jalacingo	36	1	2.77	(1.45-16.20)
Ángel R. Cabada	44	0	-	-
Ayahualulco	41	0	-	-
Santiago Tuxtla	40	0	-	-
Perote	38	0	-	-
Catemaco	38	0	-	-
Altotonga	37	0	-	-
Emiliano Zapata	37	0	-	-
Papantla	32	0	-	-
Gutiérrez Zamora	13	0	-	-
Coatzintla	7	0	-	-
Total	414	4	0.9	(0.31-2.62)



La seroprevalencia en sistemas de producción estabulados y de pastoreo fue de 5 y 0.83%, respectivamente (Cuadro 4), esta última es menor a 1.23% encontrado por Gianitti *et al.* (2018) en pastoreo extensivo en Colonia, Uruguay, en donde se identificaron animales con signos clínicos compatibles con enfermedad de Johne (emaciación, edema submandibular y diarreas intermitentes). La seroprevalencia encontrada también es menor al 48.6% identificado en sistemas de pastoreo de Apulia, Italia (Iarussi *et al.*, 2019); sin embargo, cabe resaltar que esta región es considerada la segunda mayor productora ovina de ese país y que el tamaño de muestra fue de 16,903 ovinos distribuidos en 419 unidades de producción.

Cuadro 4. Seroprevalencia de paratuberculosis ovina por sistema de producción del estado de Veracruz.

Sistema de producción	Animales muestreados	Animales positivos	Seroprevalencia (%)	IC _{95%}
Estabulado	40	2	5	(0.87-1.82)
Semiestabulado	134	0	-	-
Pastoreo	240	2	0.83	(0.14-3.30)

Conclusiones

1. La seroprevalencia general de PTB en ovinos del estado de Veracruz es 0.9% y se encontró presente en las tres regiones en estudio; 2. Si bien la distribución aparenta ser baja entre municipios y rebaños, podría ser indicativa de que en ellos existen muchos animales portadores de MAP, lo cual implica realizar mayor investigación.

Literatura citada

Attili, A. R, A., V. Ngu Ngwa, S. Preziuso, L. Pacifici, A Domesi and V. Cuteri. 2011. Ovine Paratuberculosis: A seroprevalence study in dairy flocks reared in the Marche Region, Italy. *Veterinary Medicine International* 2011: 782-785. doi: [10.4061/2011/782875](https://doi.org/10.4061/2011/782875)



- Barkema, H.W., W. Hesselink J., L. McKenna S., G. Benedictus and H. Groenendaal. 2010. Global prevalence and economics of infection with *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in ruminants. In: Behr, M.A., Collins, D.M. (eds.). Paratuberculosis: organism, disease, control. CAB International, Oxfordshire, pp. 10–17.
- Bauman, C. A., A. Jones B., C. Ahlstrom, L. Mutharia, J. De Buck, J. Jansen et al. 2017. Identification of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* strains isolated from dairy goats and dairy sheep in Ontario, Canada. Canadian Journal of Veterinary Research 81(4): 304-307.
- Cannon, R.M. and T. Roe R. 1982. Livestock disease survey: a field manual for veterinarians. Australian Government Publishing Service, Canberra.
- Chiodini, R. J., M. Chamberlin W., J. Sarosiek and W. McCallum R. 2012. Crohn's disease and the mycobacterioses: a quarter century later. Causation or simple association? Critical Reviews in Microbiology 38(1): 52-93.
- Coelho, A. C., L. Pinto M., S. Silva, M. Coelho A., J. Rodrigues, A. Juste R. 2007. Seroprevalence of ovine paratuberculosis infection in the Northeast of Portugal. Small Ruminant Research 71: 298-303.
- Dukkipati, V. S., L. Ridler A., G. Thompson K., M. Buddle B., A. Hedgespeth B., M. Price C., et al. 2016. Experimental infection of New Zealand Merino sheep with a suspension of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* (Map) strain Telford: kinetics of the immune response, histopathology and Map culture. Veterinary Microbiology 195: 136-143.
- Espescht, I. F., G. G. Schwarz D., C. S. Faria A., C. C. Souza M., A. Paolicchi F., A. Juste R., et al. 2017. Paratuberculosis in Latin America: a systematic review. Tropical Animal Health and Production 49(8): 1557-1576.
- Everman, J. L., M. Eckstein T., J. Roussey J., P. Coussens, P. Bannantine J. and E. Bermudez L. 2015. Characterization of the inflammatory phenotype of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* using a novel cell culture passage model. Microbiology 161(7): 1420-1434.
- Fernández, S. J. A., N. M. Correa V. y F. Ramírez N. 2014. Systematic review of the prevalence of paratuberculosis in cattle, sheep, and goats in Latin America and the Caribbean. Tropical Animal Health and Production 46(8): 1321-1340.



- Garvey, M. 2018. *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis*: A possible causative agent in human morbidity and risk to public health safety. *Open Veterinary Journal* 8(2): 172-181.
- Giannitti, F., M. Fraga, D. Caffarena R., O. Schild C., G. Banchemo, G. Armien A. et al. 2018. *Mycobacterium paratuberculosis* sheep type strain in Uruguay: Evidence for a wider geographic distribution in South America. *Journal of Infection in Developing Countries* 12(03): 190-195.
- Gillan, S., R. O'Brien, D. Hughes A. and F. T. Griffin J. 2010. Identification of immune parameters to differentiate disease states among sheep infected with *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*. *Clinical and Vaccine Immunology* 17(1): 108-117.
- Hamid, M. A., E. E. Mohammed G., O. Bakhiet A. and M. Saeed E. 2018. Histopathological and RT-PCR detection of *Mycobacterium paratuberculosis* in tissues of clinically suspected small ruminants. *International Journal of Life Sciences Scientific Research* 4(5):2012-2018. DOI: 10.21276/ijlssr.2018.4.5.8
- Iarussi, F., P. Paradies, R. Sardaro, G. Rubino, D. Scaltrito, E. Pieragostini et al. 2019. Epidemiology and risk factors of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* in semi-extensive dairy sheep and goat farms of Apulia, southern Italy. *Small Ruminant Research* 177:89-96. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.06.016>
- Jaimés, N. G., A. S. Flores M., A. H. Cruz O., C. López D., C. G. Ruiz C., B. Arellano R. et al. 2008. Detection of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* by nested-PCR of ovine fecal samples. *Veterinaria México* 39(4): 377-386.
- Kalis, C. H. J., T. Collins M., W. Barkema H. and W. Hesselink J. 2004. Certification of herds as free of *Mycobacterium paratuberculosis* infection: actual pooled faecal results versus certification model predictions. *Preventive Veterinary Medicine* 65(3-4): 189-204.
- Kawaji, S., J. Begg D., M. Plain K. and J. Whittington R. 2011. A longitudinal study to evaluate the diagnostic potential of a direct faecal quantitative PCR test for Johne's disease in sheep. *Veterinary Microbiology* 148(1): 35-44.



- Kumthekar, S., J. Manning E., P. Ghosh, K. Tiwari, N. Sharma R. and H. Hariharan. 2013. *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* confirmed following serological surveillance of small ruminants in Grenada, West Indies. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 25(4): 527-530.
- Marquetoux, N., R. Mitchell, A. Ridler, C. Heuer, and P. Wilson. 2018. A synthesis of the patho-physiology of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* infection in sheep to inform mathematical modelling of ovine paratuberculosis. *Veterinary Research* 49(1): 27.
- McNees, A. L., D. Markesich, R. Zayyani N. and Y. Graham D. 2015. *Mycobacterium paratuberculosis* as a cause of Crohn's disease. *Expert Review of Gastroenterology and Hepatology* 9(12): 1523-1534.
- Morón, C. F. J., C. Cortez R., J. Gallegos S., B. Figueroa S., G. Aquino P. y A. Amante O. 2013. Prevalencia de la infección por *Mycobacterium avium* subespecie *paratuberculosis* en rebaños de ovinos de dos municipios de San Luis Potosí, México. *Revista Científica* 23(4): 293-299.
- Nielsen, S. S. and N. Toft. 2009. A review of prevalences of paratuberculosis in farmed animals in Europe. *Preventive Veterinary Medicine* 88: 1-14.
- OIE. 2018. Paratuberculosis (Johne's Disease) Chapter 3.1.15. *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*. Organisation International des Epizooties. Paris. Recuperado de: <https://www.oie.int/es/normas/manual-terrestre/acceso-en-linea/>
- Rathnaiah, G., K. Zinniel D., P. Bannantine J., R. Stabel J., T. Gröhn Y., T. Collins M. et al. 2017. Pathogenesis, molecular genetics, and genomics of *Mycobacterium avium* subsp. *Paratuberculosis*, the etiologic agent of Johne's disease. *Frontiers in Veterinary Science* 4: 187. doi: [10.3389/fvets.2017.00187](https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00187)
- Ricchi, M., R. Savi, L. Bolzoni, S. Pongolini, R. Grant I., C. De Cicco et al. 2016. Estimation of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* load in raw bulk tank milk in Emilia-Romagna Region (Italy) by qPCR. *Microbiologyopen* 5(4): 551-559. doi: [10.1002/mbo3.350](https://doi.org/10.1002/mbo3.350).
- Sergeant, E. S. G., J. Whittington R. and J. More S. 2002. Sensitivity and specificity of pooled faecal culture and serology as flock-screening tests for detection of ovine paratuberculosis in Australia. *Preventive Veterinary Medicine* 52(3-4): 199-211.



- SIPROVER. 2014. Sistema Producto Especie Ovinos Veracruzano, A.C.
<http://www.siprover.com.mx/informacion.html>
- Stevenson, K. 2015. Genetic diversity of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis and the influence of strain type on infection and pathogenesis: a review. *Veterinary Research* 46(1): 64. doi: 10.1186/s13567-015-0203-2.
- Thrusfield, M., R. Christley, H. Brown, J. Diggle P., N. French, K. Howe *et al.* 2018. *Veterinary Epidemiology* (4th edition). John Wiley & Sons. Hoboken, NJ.