



Veracruz 2021

# Ciencia y tecnología para el campo mexicano: *RETOS Y OPORTUNIDADES*





Veracruz 2021

# Ciencia y tecnología para el campo mexicano: *RETOS Y OPORTUNIDADES*



 **AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



VERACRUZ  
GOBIERNO  
DEL ESTADO



SEDARPA  
Secretaría de Desarrollo  
Agropecuario, Rural y Marítimo

**inifap**  
Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pesqueras

**FIRA**  
Instituto Politécnico Nacional  
Instituto de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pesqueras



**CONACYT**  
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



**COVEICYDET**  
CONSEJO VERACRUZANO  
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA



**UAGro**  
Universidad de Coahuila con inclusión Social



**INAPESCA**  
Instituto Nacional de Pesca  
y Exploración Pesquera

**DET**  
Dirección de Educación  
Tecnológica del  
Estado de Veracruz



**INCA**  
Instituto de Investigaciones  
Científicas y Aplicadas al Desarrollo Rural



**Unicoder<sup>2</sup>**  
Instituto de Geodésia y Demografía Rural  
y Desarrollo Desarrollado

**INEGI**  
Instituto Nacional de Estadística  
Geografía e Informática



### **Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural**

Víctor Manuel Villalobos Arámbula

Secretario

Víctor Suárez Carrera

Subsecretario de Autosuficiencia Alimentaria

Salvador Fernández Rivera

Coordinador General de Desarrollo Rural

Oscar Javier Fernández Morales

Representante de la SADER en Veracruz

### **Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias**

Luis Angel Rodríguez Del Bosque

Encargado del despacho de los Asuntos de la Dirección  
General

Alfredo Zamarripa Colmenero

Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

Luis Ortega Reyes

Coordinador de Planeación y Desarrollo

José Humberto Corona Mercado

Coordinador de Administración y Sistemas

### **Centro de Investigación Regional Golfo Centro**

Jorge Martinez Herrera

Director Regional

Sergio Uribe Gomez

Director de Investigación

Francisco González Naranjo

Director de Administración

### **"Ciencia y tecnología para el campo mexicano: retos y oportunidades"**

#### **Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias**

Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina

Alcaldía Coyoacán, C. P. 04010, Ciudad de México. Tel.: 55-3871-8700

Primera edición en formato electrónico (Internet), 2021

Publicación en formato electrónico (Internet), número de ISBN: 978-607-37-1396-2

El proceso editorial de esta publicación y el formato electrónico se terminó en noviembre de 2021, en el Centro de Investigación Regional Golfo Centro del INIFAP. Km. 22.5 Carretera Veracruz-Córdoba, Paso del Toro, mpio. de Medellín, Ver., México. CP. 94277, Teléfono: 553 871 8700, ext. 87809. Hecho en México

*Esta obra fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos, por un Comité Científico interinstitucional que contó con el apoyo de evaluadores de diferentes Instituciones y dependencias públicas, queda prohibida su reproducción total sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, en términos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de derechos o tarifas.*

**Autores:** Rigoberto Zetina Lezama, Oscar Hugo Tosquy Valle, Ana Lid Del Angel Pérez, Ángel Ríos Utrera y Valentín Alberto Esqueda Esquivel.



## ÍNDICE

<b>ERITOGRAMA, PESO VIVO, PERÍMETRO TORÁCICO Y CONDICIÓN CORPORAL EN BÚFALAS ADULTAS (<i>Bubalus bubalis</i>), EN CORRIENTES, ARGENTINA</b>	829
<i>Josefina Hernando, Gabriela Alejandra Koza, José Luis Konrad y Norma Beatriz Mussart</i>	
<b>PREDICCIÓN DE LA SUPERFICIE, PRODUCCIÓN, RENDIMIENTO Y PRECIO DE LA AVENA FORRAJERA EN MÉXICO</b>	835
<i>María Vianey Vargas Saenz, Alejandra Vélez Izquierdo, José Antonio Espinosa García y Bartolomé Cruz Galindo</i>	
<b>DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LEPTOSPIROSIS EN TRES REGIONES PRODUCTORAS DE OVEJAS DEL ESTADO DE VERACRUZ</b>	846
<i>Blanca Lilia Gabriel Véjar, David Itzcoatl Martínez Herrera, Dinora Vázquez Luna, José Alfredo Villagómez Cortés, Otto Raúl Leyva Ovalle y Jorge Isaac Torres Barranca</i>	
<b>DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE <i>Mycobacterium avium paratuberculosis</i> EN TRES REGIONES OVINOCULTORAS DEL ESTADO DE VERACRUZ</b>	854
<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>	
<b>PORCENTAJE DE CONCEPCIÓN EN <i>Bos indicus</i> CON INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN EL TROPICO MEXICANO</b>	863
<i>José Antonio Fernández Figueroa, José Orlando Ramírez Valencia, Ronnie de Jesús Arieta Román, Nayib Bechara Acar Martínez, Arantza Fernández Vilaboa y Maximino Zito Romero Figueroa</i>	
<b>TÉCNICAS ETNOVETERINARIAS EN LA AVICULTURA DE TRASPATIO EN CUATRO COMUNIDADES DEL ESTADO DE CAMPECHE</b>	869
<i>José Fernando de la Cruz García y Jaime Bautista Ortega</i>	
<b>PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN PRIMARIA DE LA LECHE FLUIDA EN EL TRÓPICO: ESTUDIO DE CASO</b>	880
<i>Sonia Sofía Ramos Lara, Juan Prisciliano Zárate Martínez, Jaime Rangel Quintos, Ángel Ríos Utrera y Francisco Tobías Barradas Piña</i>	
<b>GESTACIÓN POSVACUNACIÓN CONTRA DIARREA VIRAL BOVINA, RINOTRAQUEITIS INFECCIOSA BOVINA Y LEPTOSPIROSIS EN VACAS LECHERAS EN PASTOREO</b>	894
<i>Jorge Víctor Rosete Fernández, Abraham Fragoso Islas, Guadalupe Asunción Soccí Escatell y Ángel Ríos Utrera</i>	
<b>NEOSPOROSIS Y SU RELACIÓN CON LA GESTACIÓN EN VACAS EN CLIMA TROPICAL HÚMEDO</b>	904
<i>Jorge Víctor Rosete Fernández, Ángel Ríos Utrera, Guadalupe Asunción Soccí Escatell, Abraham Fragoso Islas, Juan Prisciliano Zárate Martínez y Lorenzo Granados Zurita</i>	
<b>CURVA DE CRECIMIENTO DE POLLITAS (<i>Gallus gallus domesticus</i>) CRIOLLAS MEXICANAS Y RHODE ISLAND MEDIANTE EL MODELO LOGÍSTICO</b>	912
<i>Abiael Alexis Illescas Cobos, Fernando González Cerón, Diego Zárate Contreras, Arturo Pro Martínez, Juan Manuel Cuca García y Eliseo Sosa Montes</i>	
<b>DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA GENÉTICA PARA RESISTENCIA A MASTITIS CLÍNICA EN BOVINOS SUIZO EUROPEO</b>	919
<i>Mitzilin Zuleica Trujano Chavez, Reyna Sánchez Ramos, Agustín Ruiz Flores y Paulino Pérez Rodríguez</i>	
<b>PUBERTAD EN BECERRAS BRAHMAN NACIDAS EN VERANO: RELACIÓN ENTRE MEDIDAS HORMONALES, OVÁRICAS Y CORPORALES</b>	931
<i>Apolinar Nicolás Sandoval Cerón, René Carlos Calderón Robles, Rubén Santos Echeverría, Ángel Ríos Utrera, Gabriel Mendoza Medel, Jadhá Hernández Morales, María Benedicta Bottini Luzardo, Félix de Jesús Mayrén Mendoza y Gerardo Perera Marín</i>	
<b>SISTEMA HACCP EN UN HATO DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO SUBHÚMEDO</b>	940
<i>Elizabeth León García, Martha Eugenia Valdovinos Terán, Benjamín Alfredo Piña Cárdenas, Mónica Yazmín Herrera Sotero y Julio César Vinay Vadillo</i>	



## DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE *Mycobacterium avium paratuberculosis* EN TRES REGIONES OVINOCULTORAS DEL ESTADO DE VERACRUZ

*Rebeca Isabel Vergara Reyes<sup>1</sup>, David Itzcoatl Martínez Herrera<sup>2\*</sup>, Mauricio Luna Rodríguez<sup>1</sup>,  
Argel Flores Primo<sup>2</sup>, Guillermo Mendoza Cervantes<sup>3</sup>, Wendy Sangabriel Conde<sup>3</sup> y  
José Alfredo Villagómez Cortés<sup>2</sup>*

### Resumen

*Mycobacterium avium paratuberculosis* (MAP) es el agente causal de la paratuberculosis, enteritis crónica granulomatosa que afecta a rumiantes domésticos (bovinos, ovinos y caprinos), además de algunas especies silvestres. La principal ruta de contagio es la fecal-oral y ocasiona pérdidas productivas y económicas considerables. El objetivo de este estudio fue estimar la distribución geográfica de MAP con base en la evidencia de exposición a través de un análisis serológico en unidades de producción (UP) ovina localizadas en tres regiones del estado de Veracruz. Se desarrolló un estudio observacional-transversal en el que se consideraron UP distribuidas en 13 municipios donde se practica la ovinocultura bajo diferentes condiciones de producción. Se elaboraron dos mapas coropléticos, uno de distribución y otro puntual con el programa QGis 3.16 en el que se identificaron las coordenadas en Universal Transvers Mercator (UTM) de UP con ovinos seropositivos. Además, se graficaron áreas de buffer para representar la distancia que pueden recorrer los animales en sistemas de producción extensivo y estimar la distribución potencial del agente. Los municipios identificados con UP afectadas fueron Tihuatlán, Jalacingo y San Andrés Tuxtla que se localizan a una distancia considerable entre cada uno y, además, presentan condiciones ambientales distintas. Esto confirma la capacidad del agente para mantenerse bajo entornos con características diferentes. También, con base en las áreas donde se alimentan los borregos en los sistemas de pastoreo extensivo (Jalacingo y San Andrés Tuxtla), es probable que el patógeno haya sido esparcido a otros municipios por medio de las heces. En este

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana.

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones en Micología Aplicada, Universidad Veracruzana.

\*dmartinez@uv.mx



sentido, fauna silvestre como venados y mapaches, pueden infectarse e incrementar la diseminación de MAP. En conclusión, los resultados sugieren distribución de MAP en las tres regiones del estado de Veracruz e indican un problema insidioso dentro de los rebaños, que implica pérdidas productivas, económicas y desventaja comercial para los ovinocultores.

**Palabras clave:** epidemiología, ovinos, pastoreo

## Introducción

La paratuberculosis ovina es causada por el bacilo intracelular facultativo *Mycobacterium avium paratuberculosis* (MAP). La principal ruta de diseminación del agente es la fecal-oral, aunque también puede ser adquirido a través del calostro o leche. MAP genera una infección de curso crónico en rumiantes que genera un síndrome de mala absorción alimentaria y origina importantes pérdidas económicas, por lo que diferentes países han implementado programas para identificar y controlar a los rebaños afectados (Whittington *et al.*, 2019). No obstante, la información epidemiológica en países de Latinoamérica como México es escasa y se desconoce tanto la distribución, como el impacto real de MAP en estas regiones (Espeschit *et al.*, 2017). Por lo tanto, en estos países no existen programas epidemiológicos para identificar a los rebaños afectados y controlar la dispersión del agente. Desde 2014, la producción ovina en Veracruz va en aumento y, en la actualidad, se posiciona como el tercer estado con mayor producción de cabezas de este tipo de ganado (SIAP, 2018). Sin embargo, muchos de los productores utilizan sistemas de producción extensivos, que se caracterizan por falta de asesoría técnica y veterinaria, nula o escasa tecnología y medidas precarias de bioseguridad que contribuyen a la presentación y diseminación de agentes patógenos como MAP que puede interferir con las pruebas diagnósticas como la de tuberculina que se aplica a los bovinos. Además, la alimentación de los ovinos en estos sistemas se basa en el consumo de vegetación local a través del libre pastoreo transhumante o rotacional (Hernández *et al.*, 2011). Debido a que la ruta principal de contagio de MAP es a través de las heces de animales infectados, estos representan un riesgo potencial de infección para otros animales del rebaño, así como para especies susceptibles con capacidad de adquirir y diseminar al patógeno. En este sentido,



además de ser identificado en rumiantes domésticos, MAP ha sido descrito en especies como nutrias (Matos *et al.*, 2013), venados (Palmer *et al.*, 2019), coyotes y zorros (Cuhna *et al.*, 2020). Entonces, la fauna silvestre también tiene la capacidad para ampliar la distribución de MAP hacia otros municipios y regiones. Asimismo, la entidad veracruzana se caracteriza por poseer una vasta biodiversidad de animales salvajes, entre los que se encuentran zorros, mapaches y venados (González-Christen y Delfín-Alonso, 2016), además de ser el estado con el mayor inventario de bovinos en México que son muy susceptibles a este agente. Por lo tanto, estas especies son capaces de contraer y transportar a MAP e infectar a otros animales en las áreas hacia donde se movilizan. Debido a que la ovinocultura constituye una oportunidad de soberanía alimentaria para los sectores sociales menos favorecidos en Veracruz, al tiempo que es una actividad pecuaria rentable (Hernández-Marín *et al.*, 2017), el reconocer y controlar agentes patógenos como MAP es fundamental para impulsar la producción ovina en la entidad veracruzana y evitar también que otros rumiantes de infecten.

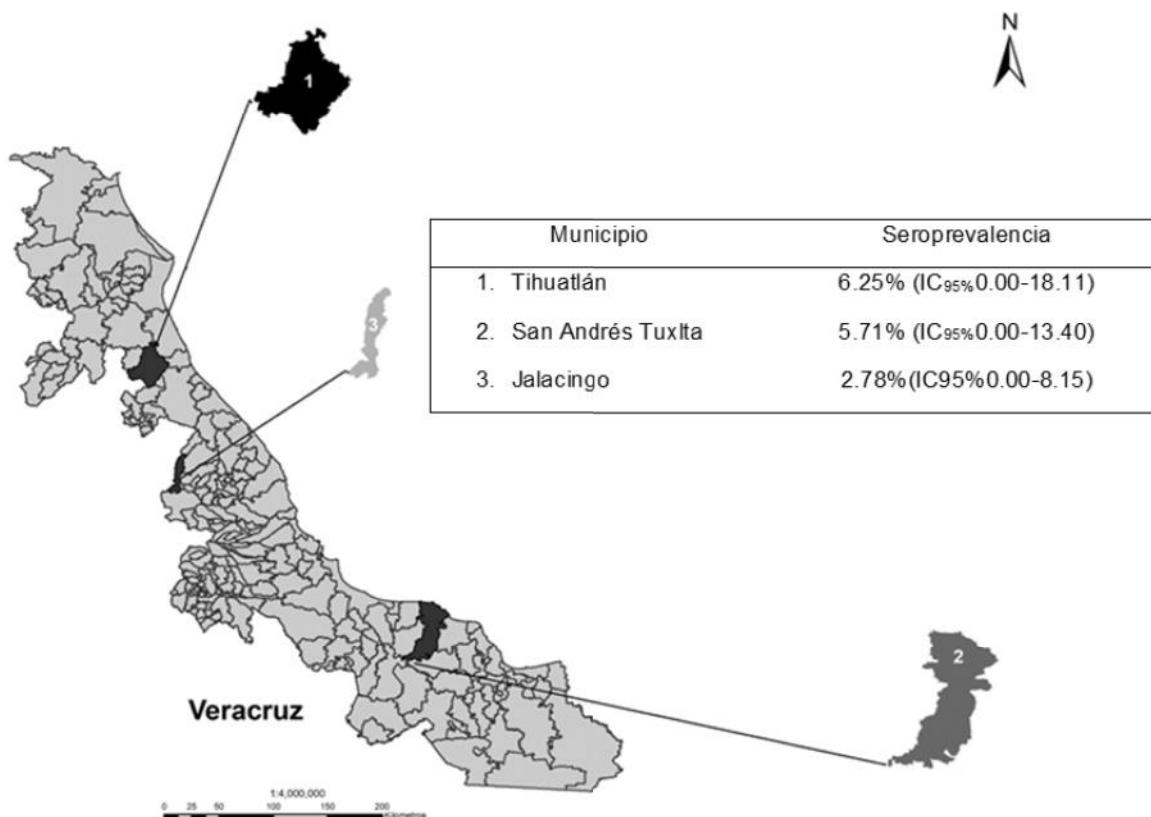
## Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el estado de Veracruz y fue observacional-transversal. Se incluyeron 55 UP ovinas distribuidas en 13 municipios de las regiones Totonacapan, Capital y Tuxtlas. De la región del Totonacapan (norte) se incluyeron los municipios de Gutiérrez Zamora, Papantla, Tihuatlán y Coatzintla; de la región de Capital (centro), comprendió los municipios de Altotonga, Jalacingo, Perote, Ayahualulco y Emiliano Zapata; y de la región de Los Tuxtlas (Sur), que se seleccionaron los municipios de Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Catemaco y Ángel R. Cabada. Las coordenadas de localización de las UP de ovinos considerados en el estudio se identificaron en UTM (+/- 5 metros de error), registradas con un dispositivo de posicionamiento global (GPS) de la marca Garmin® y la información epidemiológica fue recabada en una base de datos. Además, se utilizaron los resultados serológicos obtenidos de manera previa por Vergara *et al.* (2019), en los cuales se obtuvieron muestras sanguíneas de ovinos de 3 a 48 meses en las UP, para determinar las seroprevalencias, a través de un kit comercial de ensayo inmunoenzimático (ELISA) indirecto. De este modo, se estableció la ubicación de las unidades de producción, municipio y región con animales seropositivos con

anticuerpos contra MAP. Esta información se utilizó para elaborar dos mapas coropléticos, uno de distribución y otro puntual con el programa QGis versión 3.16. Asimismo, se delimitaron áreas de buffer alrededor de las UP con los animales seropositivos para estimar la distribución potencial de MAP con base en la distancia que los animales recorren al pastorear en busca de alimento en los sistemas de producción extensivos.

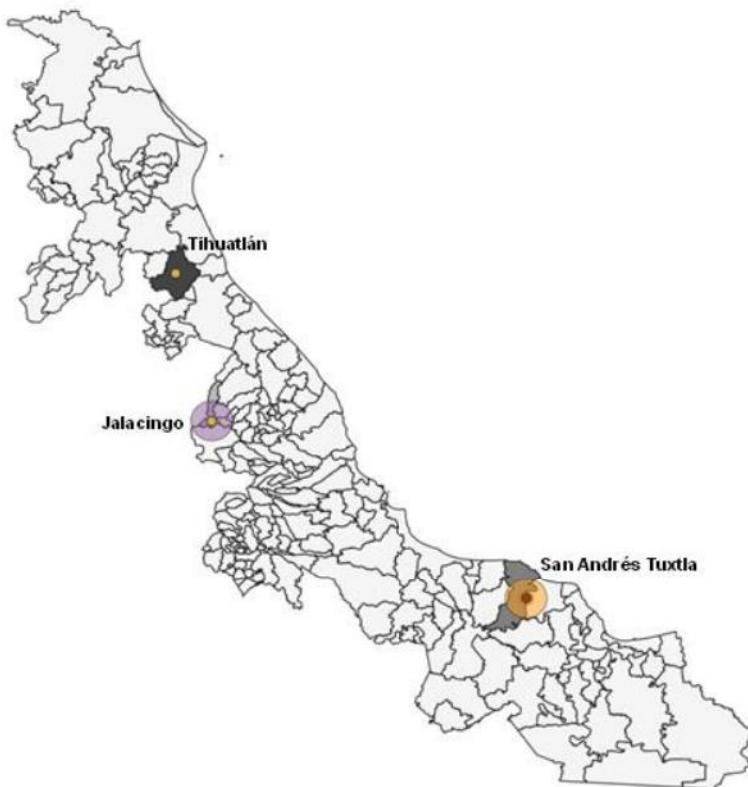
## Resultados y Discusión

Se identificaron animales expuestos a MAP al norte (Tihuatlán), en la zona centro (Jalacingo), y en el sur (San Andrés Tuxtla) del estado de Veracruz (Figura 1). Estos municipios se localizan cada uno en tres regiones diferentes de los 13 considerados en el estudio: Totonacapan, Capital y Tuxtlas, con diferentes seroprevalencias.



**Figura 1. Distribución de los municipios donde se identificaron ovinos seropositivos a MAP en el estado de Veracruz.**

Los municipios que se identificaron en el mapa coroplético de distribución en escala de grises, donde el color más intenso señala al que presentó la seroprevalencia más alta, y el más tenue al de menor. Así, el municipio de Tihuatlán fue el de mayor seroprevalencia y la UP afectada practica la ovinocultura en un sistema intensivo donde los animales permanecen confinados en corrales durante toda su vida productiva. En este sentido, se ha señalado que los rumiantes infectados son responsables de mantener a MAP en los rebaños porque se mantienen largos lapsos dentro de las instalaciones (Guzmán *et al.*, 2016). Además, la mayoría de los ovinos afectados presentan el cuadro subclínico de MAP (Bhat *et al.*, 2020); entonces, con base en los anterior, los ovinos confinados que no son identificados como portadores, eliminan al agente a través de las heces de manera intermitente y pueden contagiar a otros integrantes del rebaño. Por otro lado, en las UP de las regiones Tuxtlas y Capital los sistemas de producción ovina se desarrollan en pastoreo extensivo, por lo que se construyó un mapa coroplético puntal que incluyó la zona de buffer en función de la distancia (6-9 km diarios) que los ovinos recorren para alimentarse (Figura 2).



**Figura 2. Localización de las unidades de producción con borregos seropositivos a MAP y áreas de distribución potencial en los sistemas de pastoreo extensivo.**



Las UP situadas en Jalacingo y San Andrés Tuxtla pertenecen a sistemas de producción con manejo extensivo. En este sentido, se sabe que la mayoría de las UP ovinas en México se desarrollan bajo sistemas extensivos en los que la alimentación de los ovinos se basa en el pastoreo común y sin vigilancia de las superficies donde esto ocurre, que puede incluir otros municipios y hasta estados como se observa en la Figura 2, y donde el uso de tecnología y medidas zoosanitarias son escasas o nulas (Martínez-González *et al.*, 2017). Además, los ovinos recorren amplias áreas de praderas en busca de su alimento (Cháirez *et al.*, 2013). Así, al no identificarse a los animales afectados dentro de los rebaños, y a que los ovinos defecan de manera libre en las áreas donde pastorean, MAP puede ser eliminado y contaminar vegetación y agua donde también se alimentan otros animales domésticos. Además, en estos sitios existe diversidad de animales salvajes, los cuales pudieran transportar al agente (Florou *et al.*, 2008; Hutchings *et al.*, 2010) a otras UP, municipios y hasta regiones o estados. Así, la región de los Tuxtlas posee una biodiversidad extensa en donde cohabitan animales como tlacuaches, cérvidos y lagomorfos (Christen y Coates, 2019), y la de Capital colinda con el municipio de Tepeyehualco, Pue., y otros municipios del estado de Veracruz, donde, además, coexisten otras especies susceptibles al patógeno (como son bovinos y caprinos). Al considerar que MAP ha sido identificado en estas especies, además de que los sistemas de producción de esta región son extensivos, la distribución del agente puede ser mayor y constituir un problema de salud animal, que implica disminución en la producción que pasa desapercibida en la entidad.

Por último, es importante considerar que las actividades pecuarias tienen un impacto socioeconómico importante en México (Martínez-González *et al.*, 2017), en donde la producción ovina va en aumento y así, representa una oportunidad rentable para los ovinocultores. No obstante, es necesario fortalecer la producción e impulsar programas enfocados al incremento de esta (García *et al.*, 2015). Sin embargo, es fundamental mejorar el nivel productivo y nutricional de los ovinos, además de identificar amenazas como MAP, que disminuyan el rendimiento de esta especie, así como la implementación de medidas de bioseguridad que sirvan para contener la infección.



## Conclusiones

1. Hay distribución de MAP en municipios de diferentes regiones y condiciones ambientales del estado de Veracruz.
2. MAP representa una amenaza desapercibida para la producción ovina en el estado de Veracruz.

## Agradecimientos

A la Fundación Produce Veracruz (FUNPROVER) por el financiamiento con el proyecto 'Estudio integral de los principales agentes etiológicos que afectan a los pequeños rumiantes' código 30-2009-0986, bajo responsabilidad del Dr. David Itzcoatl Martínez Herrera.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por las facilidades otorgadas para la realización de esta investigación.

A los productores por la disposición para desarrollar el proyecto.

## Literatura Citada

Bhat, A. M., Malik, H., Mir, M. S., Chaubey, K. K., y Singh, S. V. 2020. Cross-sectional study on seroprevalence and risk factor analysis of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis in Kashmir Merino sheep flocks of Central Kashmir valley, India. Small Ruminant Research.193: 106266.

Cháirez, F. E., y Ruiz, W. G. 2013. Los sistemas de producción de rumiantes menores en México y sus limitantes productivas. La producción de rumiantes menores en las zonas áridas de Latinoamerica, 95.

Christen, A. G., y Coates, R. 2019. Los mamíferos no voladores de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 90(1), 1-15.

Cunha, M. V., Rosalino, L. M., Leão, C., Bandeira, V., Fonseca, C., Botelho, A., y Reis, A. C. 2020. Ecological drivers of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis detection in mongoose (*Herpestes ichneumon*) using IS 900 as proxy. Scientific reports, 10(1), 1-14.



- Espeschit, I. F., Schwarz, D. G. G., Faria, A. C. S., Souza, M. C. C., Paolicchi, F. A., Juste, R. A., y Moreira, M. A. S. 2017. Paratuberculosis in Latin America: a systematic review. *Tropical Animal Health and Production*, 49(8), 1557-1576.
- Florou, M., Leontides, L., Kostoulas, P., Billinis, C., Sofia, M., Kyriazakis, I., y Lykotrafitis, F. 2008. Isolation of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis from non-ruminant wildlife living in the sheds and on the pastures of Greek sheep and goats. *Epidemiology & Infection*, 136(5), 644-652.
- García, J. A. E., Valiente, J. Q., López, G. M., Hernández, J. O., Zurita, L. G., y Alatorre, A. C. B. 2015. Prospección tecnológica y estrategias de innovación para producción ovina en Tabasco, México. *Revista Científica*, 25(2), 107-115.
- González-Christen, A. y C. A. Delfín-Alfonso. 2016. Los mamíferos terrestres de Veracruz, México y su protección. Pp. 499-534. In: Riqueza y conservación de los mamíferos en México a nivel estatal (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez-Rojas y J. E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México.
- Guzmán, R. C. C., Santillán, F. M. A. y Córdova, L.D. 2016. Prevalence and possible risk factors for caprine paratuberculosis in intensive dairy production units in Guanajuato, México. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 8(11), 156-162.
- Hernández-Marín, J. A., Valencia-Posadas, M., Ruiz-Nieto, J. E., Mireles-Arriaga, A. I., Cortez-Romero, C., y Gallegos-Sánchez, J. 2017. Contribución de la ovinocultura al sector pecuario en México. *Agroproductividad*, 10(3), 87-93.
- Hernández, P. P., Arroniz, J. V., Molina, H. C., Martínez, B. C., Rivera, P. D., y Ortiz, S. L. 2011. Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el estado de Veracruz, México. *Revista Científica*, 21(4), 327-334.
- Hutchings, M. R., Stevenson, K., Greig, A., Davidson, R., Marion, G., y Judge, J. 2010. Infection of non-ruminant wildlife by *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis. p. 188-200. In: *Paratuberculosis; Organism, Disease, Control*.
- Martínez-González, J. C., P. Castillo-Rodríguez S., A. Villalobos-Cortés y J. Hernández-Meléndez. 2017. Sistemas de producción con rumiantes en México. *Ciencia Agropecuaria*, (26), 132-152.
- Matos, A. C., L. Figueira L., H. Martins, M., M. Matos., S. Álvares., L. Pinto M., et al. 2013. Disseminated *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis infection in two wild Eurasian otters (*Lutra lutra* L.) from Portugal. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 44(1), 193-195.



Palmer, M. V., C. Kaniipe., R. Cox., S. Robbe-Austerman S. y C. Thacker, T. 2019. Characteristics of subclinical *Mycobacterium avium* ssp. paratuberculosis infection in a captive white-tailed deer herd. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 31(6), 844-851.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018. *Ovino. Población ganadera 2010-2018*. México: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

Vergara, R.R.I, D. I. Martínez, H., M. Luna, R., A. Flores, P., V. Mendoza, C., et al. 2019. Seroprevalencia de paratuberculosis ovina en unidades de producción del Estado de Veracruz. p. 99-1011. In: Memoria de la XXXII Reunión Científica-Tecnológica, Forestal y Agropecuaria 2019. Boca del Río, Veracruz.

Whittington, R., K. Donat, F. Weber, M., D. Kelton, S. Nielsen, S., S. Eisenberg., et al. 2019. Control of paratuberculosis: who, why and how. A review of 48 countries. *BMC Veterinary Research*, 15(1), 1-29.



# CRÉDITOS EDITORIALES

## Coordinación general

Dr. Jorge Martínez Herrera

Dr. Sergio Uribe

## Autores

Rigoberto Zetina Lezama  
Oscar Hugo Tosquy Valle  
Ana Lid Del Angel Pérez  
Ángel Ríos Utrera  
Valentín Alberto Esqueda Esquivel

## Formación y diseño

Claudia Perdomo Montes  
Irma Ceja Romero

## Comité de edición

Rigoberto Zetina Lezama	Elizabeth García León	María Del Carmen Álvarez Ávila
Oscar Hugo Tosquy Valle	Javier Francisco Enríquez Quiroz	Maya Martínez Aixchel
Ana Lid Del Angel Pérez	José Alfredo Santiago Villagómez Cortes	Melchor Rodríguez Acosta
Ángel Ríos Utrera	José Antonio Torres Rivera	Mónica Yazmin Herrera Sotero
Marcos Ventura Vázquez Hernández	Juan Carlos Tamarit Urías	Nain Peralta Antonio
Valentín Alberto Esqueda Esquivel	María De Jesús Martínez Hernandez	Oscar Andrés Del Ángel coronel
Ángel Capetillo Burela	María De Lourdes Cortes Espinosa	Verónica Lango Reynoso

## Comité técnico evaluador

Abraham Fragoso Islas	Fabiola Lango Reynoso	María del Carmen Álvarez Ávila
Adán Cabal Prieto	Felipe Montiel Palacios	María del Carmen Pablo Mendoza
Adriana García Ruiz	Francisco Indalecio Juarez Lagunes	María Del Refugio Castañeda Chávez
Adriana Mellado Vázquez	Francisco Javier Ibarra Pérez	María Enriqueta López Vázquez
Agustín Fernández Salas	Francisco Javier Ugalde Acosta	Maribel Montero Lagunes
Aideé Hernández Rivera	Francisco Tobías Barradas Piña	Mario Alejandro Hernández Chontal
Alberto Asiaín Hoyos	Gabycarmen Navarrete Rodríguez	Martha Elena Fuentes López
Alejandra Soto Estrada	Gerardo Montiel Vicencio	Martha Eugenia Valdovinos Terán
Alejandra Vélez Izquierdo	Gloria Angélica Sosa Fragoso	Martha Patricia Hernández Vergara
Alejandro González Cruz	Hector Cabrera Mireles	Martín Aquino Ramírez
Alejandro Sotelo Aguilar	Héctor Daniel Inurreta Aguirre	Marycruz Abato Zárate
Alma Velia Ayala Garay	Heidi Patricia Medorio García	Maurilio Mendoza Mexicano
Álvaro Alberto Ángeles Marín	Hugo Oswaldo Toledo Alvarado	Miguel Ángel Bautista Hernández
Alvaro Enrique de Jesús Peniche Cardeña	Humberto Mata Alejandro	Miguel Arcángel Rodríguez Chessani
Ana Lid Del Angel Pérez	Irma Vallejo Sartorius	Miguel Cebada Merino
Andrés Meza Pablo	Isaac Meneses Márquez	Mireya Juárez Pérez
Andrés Rebolledo Martínez	Isabel Alemán Chavez	Mónica Yazmín Herrera Sotero



## CRÉDITOS EDITORIALES

### Comité técnico evaluador

Andrés Vásquez Hernández	Isabel Araceli Amaro Espejo	Nancy Domínguez González
Ángel Capetillo Burela	Isabel Cruz Villegas	Nava Valente Noemí
Ángel Ríos Utrera	Isalia Morales Palacios	Nayeli Gutiérrez Casiano
Ángel Ruiz Sánchez	Ismael Quiroz Guerrero	Nelda Guadalupe Uzcanga Pérez
Antonio Nain Peralta	Itzel Galaviz Villa	Nereida Rodríguez Orozco
Apolonia Zamora Chacón	Iván Zavala Del Ángel	Noé Aguilar Rivera
Areli del Carmen Ortega Martínez	J. Cruz García Albarado	Octavio Morales Narváez
Ariadna Linares Gabriel	Jaime López Domínguez	Olga Santiago Trinidad
Armando T. Wakida Kusunoki	Jaime Rangel Quintos	Orlando Rojas Reyes José
Arturo Durán Prado	Jeremías Nataren Velázquez	Oscar Andrés Del Ángel Coronel
Arturo García Saldaña	Jesús Antonio Álvarez Martínez	Oscar Hugo Tosquy Valle
Benigno Rodríguez Padrón	Jesús Montoya Mendoza	Otto Raúl Leyva Ovalle
Bertha Sofía Larqué Saavedra	Jesús Soria Ruiz	Patricia Devezé Murillo
Blanca Esther Serapio Bautista	Jonathan Hernández Ramos	René Carlos Calderón Robles
Carlos Hernández López	Jorge Víctor Rosete Fernández	Ricardo Serna Lagunes
Carlos Iván Pérez Rostro	José Alfredo Villagómez Cortés	Rigoberto Zetina Lezama
Carlos Rutilio Monroy Rivera	Jose Andrés Herrera Corredor	Roberto Omar Castañeda Arriola
Carmen Aridai Hernández Estrada	José Antonio Torres Rivera	Rocío Serafina Díaz Huacuz
Carolina Arellano Hernández	José Daniel López Lima	Rogelio Miranda Marini
Carolina Hernández Hernández	José Guadalupe Vian Pérez	Rolando Ávila Ayala
Christian Arturo Hernández Hernández	José Leonardo Sánchez Tafolla	Rolando Misael Tlaxcala Méndez
Claudia Araceli Dávila Camacho	José Luis Del Rosario Arellano	Ronnie De Jesús Arieta Román
Claudia Lorena Fernández López	José Luis Jolalpa Barrera	Rosa Laura Rebolledo García
Cruz Alfredo Tapia Naranjo	José Rigoberto Arroyo Axol	Rosario Ramírez Santiago
Daniel Arturo Rodríguez Lagunes	José Vidal Cob Uicab	Rubén Loeza Limón
David Reynier Valdés	Juan Díaz Vela	Salvador Guzmán Guzmán
Doris Arianna Leyva Trinidad	Juan Prisciliano Zárate Martínez	Salvador Partida Sedas
Doris Guadalupe Castillo Rocha	Juan Salazar Ortiz	Saúl Castañeda Díaz
Edgar Hernández Máximo	Juan Valente Megchun García	Sergio Fernando Góngora González
Eduardo Hernández Aguilar	Julio Díaz José	Sergio Muñoz Melgarejo
Eileen Salinas Cruz	Karina Nicole Pérez Olmos	Sherell Zamora Juárez
Eliseo García Pérez	Karina Ramirez Lopez	Sorelly Ramírez Romero
Elizabeth León García	Laura Hernández Andrade	Susana Isabel Castillo Martínez
Elke Von Son De Fernex	Leticia Rendon Sandoval	Tamarit Urias Juan Carlos
Elvia López Pérez	Liliana Lara Capistrán	Venancio Cuevas Reyes
Enrique Noé Becerra Leor	Luis Alfredo Ortega Clemente	Verónica Lango Reynoso
Erika Belem Castillo Linares	Luis Alfredo Pérez zarate	Verónica Rosas Martínez
Erika Palomares Resendiz	Ma. Eugenia López Arellano	Víctor Manuel Sánchez Parra
Ernestina Paz Gamboa	Magdalena Jiménez Hernández	Violeta Mariana Loeza Deloya
Esteban Escamilla Prado	Magnolia Grisel Salcedo Garduño	Yesenia Núñez Galindo
Esteban Gutiérrez Peña	Marco Antonio Toral Juárez	Zulema Guadalupe Huicab Pech
Estela Ramírez Mora	Marcos Ventura Vázquez Hernández	
Eucario Mancilla Álvarez	María de Jesús Martínez Hernández	

