

Acceptance date: 05/02/2025

DIAGNOSTICO DE BRUCELOSIS Y TUBERCULOSIS EN VENADOS COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus*), VENADO TEMAZATE (*Mazama americana*) y PECARÍ DE COLLAR (*Pecari tajacu*) EN EL ESTADO DE YUCATÁN, MÉXICO

Rubén Cornelio Montes-Pérez

Universidad Autónoma de Yucatán

Mérida, Yucatán, México

<https://orcid.org/0000-0003-4251-7342>

Romel Canto-Cuevas

Universidad Autónoma de Yucatán.

Mérida, Yucatán, México

<https://orcid.org/0009-0007-5658-6812>

Jemima Estrella-Tec

Universidad Autónoma de Yucatán.

Mérida, Yucatán, México

<https://orcid.org/0000-0003-3198-8464>

José Martín Medina-Zaldivar

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA).

Mérida, Yucatán, México

<https://orcid.org/0000-0003-3341-7876>

Franklin Quiñonez-Ávila

Comité para la Sanidad Animal del Estado de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.

<https://orcid.org/0009-0001-7870-1662>

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: Los objetivos de esta investigación fueron diagnosticar tuberculosis y brucelosis en venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y pecaríes de collar (*Pecari tajacu*) en cautiverio y en vida libre, también en ejemplares de venados temazate (*Mazama americana*) en vida libre, durante los años 2003 y 2005, en algunas localidades rurales en el Estado de Yucatán, México. Los diagnósticos de estas zoonosis se efectuaron de acuerdo a las normas oficiales mexicanas para ganado. Los resultados mostraron que ningún ejemplar mantenido en cautiverio de pecarí de collar fueron positivos a tuberculosis ni brucelosis, 12 venados en cautiverio resultaron negativos a tuberculosis y ninguno a brucelosis. Los venados de vida libre tampoco fueron diagnosticados positivos a tuberculosis ni brucelosis, solo dos ejemplares de vida libre presentaron lesiones sugestivas a otro tipo de micobacteriosis.

Palabras-clave: pecarí de collar, venados cola blanca, venados temazate, tuberculosis, brucelosis

INTRODUCCIÓN

En México la fauna silvestre es importante porque se aprovecha de ésta la carne, especialmente los venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venados temazate (*Mazama americana*) y pecarí de collar (*Pecari tajacu*); por ejemplo en el municipio de Tzucacab, Yucatán, se ha estimado que extraen 468 venados al año, lo que representa la cacería de tres venados por comisarías al mes, en 13 comisarías, durante 12 meses del año (Montes-Perez et al., 2018). Briceño et al (2011) reportaron que el total de biomasa obtenida de pecarí de collar a través de la cacería fue de 374 kg, lo que representa la segunda especie más cazada en ese año. Por otra parte existen numerosas Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) que confinan estas especies con diferentes objetivos, uno de ellos es para autoconsumo, venta legal de la carne o por motivos de conservación o emocional (May et al., 2019);

Montes-Pérez y Mukul-Yerves, 2023).

Con base en el tipo de aprovechamiento y métodos de crianza de estas especies, es necesario efectuar el monitoreo sanitario de estos animales, porque se encuentran expuestos a varios agentes patógenos en el medio ambiente tanto silvestre como en confinamiento, de manera que es importante prevenir brotes de enfermedades zoonóticas, y favorecer la calidad e inocuidad de productos cárnicos para consumo humano (Montes-Cruz y Montes-Perez, 2022).

De las enfermedades zoonóticas, destacan la tuberculosis y brucelosis, éstas como se menciona en las normas NOM-031-ZOO-1995 (Diario Oficial de la Federación, 1996a) y NOM-041-ZOO-1995 (Diario Oficial de la Federación, 1996b) respectivamente; son enfermedades que no sólo amenazan a la ganadería moderna por ser causas de pérdidas económicas, debido a la muerte por la enfermedad o por sacrificio obligatorio de los animales, sino que, por su carácter zoonótico, figuran como riesgo para la salud de la población humana, por consecuencia el diagnóstico oportuno de estas enfermedades es importante.

Las tuberculinas que se aplican para efectuar el diagnóstico de tuberculosis y que están autorizadas en la NOM-031-ZOO-1995 son: a) derivado proteico purificado (PPD) elaborado con *Mycobacterium bovis* cepa AN5, que se utiliza en la prueba caudal, cervical comparativa y cervical simple, b) PPD aviar elaborado con *Mycobacterium avium* cepa D4, que es utilizada en la prueba cervical comparativa (PCC).

Se ha reportado (Rivera et al., 2009) que la prueba de tuberculinización con PPD usado para diagnosticar tuberculosis en bovinos tiene Sensibilidad de 0.67, Especificidad de 0.76, Concordancia de 73%, Discordancia de 27%, que es útil para usarse en diferentes sitios. En México, existen campañas sanitarias que tienen como objetivo controlar o erradicar dichas enfermedades en ganadería (NOM-031-ZOO-1995).

En venados, la tuberculosis puede ser subaguda o crónica y la progresión es variable. En algunos venados, el único síntoma son abscesos en algunos ganglios linfáticos de manera aislada, es posible que no aparezcan síntomas durante varios años. En otros casos la enfermedad puede diseminarse rápidamente y con efecto letal (The Center for Food Security & Public Health, Institute for International Cooperation in Animal Biologics, 2010). Existen evidencias que indican que ejemplares de venado cola blanca (VCB) padecen de tuberculosis (TB) bovina y por tanto pueden jugar el rol de reservorio del *M. bovis* y la presencia en la misma zona de esta especie podría ser un obstáculo para los intentos de controlar y erradicar la tuberculosis en el ganado (Fitzgerald and Kaneene. 2012; Hardstaff et al, 2014).

Durante el periodo 2013 - 2018 existió un Plan estratégico entre USA y México para controlar la TB bovina; en el Objetivo D: Mejorar la vigilancia de la TB, específicamente en las Estrategias: México, en el numeral 11, menciona de manera textual: “Desarrollar un Protocolo para la vigilancia de tuberculosis bovina en los venados cola blanca y otros ungulados silvestres. El protocolo incluirá la capacitación al personal en relación al uso y conservación de la fauna silvestre y establecer un programa de monitoreo de la fauna silvestre (2013 -2014)” (Plan Estratégico Conjunto Entre Estados Unidos - México para la Colaboración en Tuberculosis Bovina 2013-2018).

Bajo el contexto anterior, el presente trabajo tiene como objetivo diagnosticar el estatus sanitario en relación con los agentes *Mycobacterium bovis* y *M. avium*, también *Brucella abortus*, en venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y pecaríes de collar (*Pecari tajacu*) en cautiverio y en vida libre, así como ejemplares de venados temazate (*Mazama americana*) en vida libre, en algunas localidades rurales en el Estado de Yucatán, México en los años 2003 y 2005.

MATERIALES Y MÉTODOS

ANIMALES EN CAUTIVERIO

14 venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) fueron sometidos a prueba para el diagnóstico de tuberculosis y brucelosis bovina. Las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA) de modalidad intensiva donde se realizaron las pruebas de tuberculización y obtención de muestras sanguíneas fueron Xmatkuil, Gondwana, Santa Rita, San Pedro Ghelvie, Hacienda Kankabchén y el Centro Integral de Vida Silvestre “San Bartolomé” (CIVS) todas en el estado de Yucatán, México, en el año 2005. Para la contención química de venados cola blanca (VCB) se utilizaron dosis de 7.7 mg/kg peso vivo de ketamina en combinación con 2 mg/kg de peso vivo de xilacina (Gual, 1995). Estos fármacos fueron aplicados por inyección remota a la distancia de 10 a 20 metros, en los músculos de las piernas posteriores o los glúteos.

Fueron 108 pecaríes de collar (*Pecari tajacu*) en confinamiento en las UMA de Xmatkuil, Zoológico del Centenario y CIVS San Bartolome, sometidos a prueba para el diagnóstico de tuberculosis bovina y brucelosis, en el año 2003. Cada ejemplar fue inmovilizado con red de aro e inmediatamente se aplicó una dosis intramuscular de 20 mg/kg de peso vivo de ketamina para sedarlo.

El diagnóstico de tuberculosis (TB) en ambas especies se efectuó de acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-031-ZOO-1995 (Diario Oficial de la Federación, 1996a), que es por medio de la tuberculización con PPD de *Mycobacterium bovis* o *M. avium*, mediante la PCC, también por cultivo bacteriológico e histopatológico de nódulos linfáticos, cuando algún animal falleció durante la prueba.

A las 72 horas de la inoculación se midió nuevamente el grosor de los pliegues de las zonas inoculadas, los resultados se anotaron en los formatos correspondientes, sustrayéndole el valor de induración de la segunda me-

dición respecto de la primera, por sitio de inoculación. Realizada la operación, se procedió a interpolar este resultado sobre una gráfica de valores de intersección que determinó el resultado de positividad, negatividad o sospechoso; cuando el diagnóstico fue sospechoso, se repitió la prueba a las 12 semanas posteriores con el mismo protocolo descrito.

De los mismos venados y pecaríes se obtuvieron muestras de sangre para practicar la prueba de tarjeta, también llamada Rosa de Bengala. Para la realización de esta prueba se utilizó una suspensión de *Brucella abortus* cepa 1119-3 con un buffer de lactato a un pH de 3.65 teñido con rosa de Bengala, descrito en la NORMA Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995 (Diario Oficial de la Federación, 1996b).

ANIMALES EN VIDA LIBRE

Para conseguir muestras de animales en vida libre, se obtuvo la autorización para colecta científica de animales aprovechados por cacería de subsistencia que efectúan campesinos en algunas localidades rurales de Yucatán, la cual fue emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, mediante el oficio número SGPA/DGVS/05485, con fecha 23 de mayo de 2005. Se obtuvieron muestras en los municipios de Cenotillo y Buctzotz, ubicados en el oriente del Estado de Yucatán.

Se obtuvieron muestras de cuatro venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*), tres temazates (*Mazama americana*) y seis pecarí de collar (*Pecari tajacu*) de vida libre. La metodología a seguir fue la estipulada por la NORMA Oficial Mexicana NOM-031-ZOO-1995, para efectuar el diagnóstico de tuberculosis bovina. Se examinaron los nódulos linfáticos de la cabeza; parotídeos y mandibulares izquierdo y derecho y retrofaríngeos medios y laterales; órganos y nódulos linfáticos de la cavidad torácica; órganos y nódulos linfáticos de la cavidad abdominal, es decir, hígado y nódulos hepáticos, mesentéricos e ilíacos y nódulos linfáticos de las masas musculares cervicales, ilíacos

y poplíteos. Se palparon pulmones buscando engrosamiento o hemorragias, también se colectaron muestras de bazo e hígado, nódulos linfáticos traqueobronqueales y mediastínicos.

Las muestras de tejido para el aislamiento bacteriológico fueron sumergidos en solución saturada de borato de sodio, y para el estudio histopatológico se fijaron en formol al 10%.

El diagnóstico bacteriológico de TB se llevó a cabo mediante el examen directo por medio de la tinción de Ziehl Neelsen o de nueva fucsina para identificar microorganismos ácido alcohol resistentes en frotis realizados con el material sospechoso. También se aplicó el cultivo, aislamiento e identificación del *Mycobacterium* sp, a través de la siembra del material sospechoso en medios especiales como Herrolds con o sin huevo, Middle Brook y Stonebrink, Petraghani, ATS y Lowenstein Jensen. Para el diagnóstico histopatológico se usó la tinción de hematoxilina-eosina (NORMA Oficial Mexicana NOM-031-ZOO-1995).

Las muestras para el aislamiento de *Brucella* sp en el examen *post-mortem* se colectaron de ganglios linfáticos mediastínicos y pulmones, además de órganos reproductores y contenido uterino (producto y/o placenta, cotiledones); inmediatamente a la muerte del animal se tomaron muestras de sangre directamente del corazón para obtener suero sanguíneo, el cual se utilizó para el diagnóstico de brucelosis por medio de las pruebas de tarjeta o rosa de bengala y fijación del complemento (NORMA Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995). La prueba de tarjeta o rosa de bengala es de rutina en el laboratorio de diagnóstico veterinario, tiene 83% de sensibilidad y 15 % de especificidad (Torres-Tovar, 2016). Los resultados generan pocos o ningún animal falso negativo en bovinos; además es sencilla, económica y práctica, por lo que se puede realizar en todo el hato (Productora Nacional de Biológicos Veterinarios, 2019). La sensibilidad de la prueba es alta; pero la especificidad es baja, por lo cual, a las muestras que resultaron po-

sitivas se les aplicó una prueba confirmatoria, está prueba fue la de fijación del complemento que tiene 22% de sensibilidad y 67% de especificidad (Torres-Tovar, 2016).

La colecta de las muestras se efectuó con material estéril para no contaminarlas. Las muestras, tanto para el diagnóstico de tuberculosis como de brucelosis, fueron identificadas de acuerdo a la procedencia, especie animal y tejido u órgano colectado.

Las muestras biológicas colectadas de animales en cautiverio y vida libre fueron transportadas en hielera a 12 °C para ser entregadas ese mismo día al Laboratorio del Comité Estatal para el Fomento y Protección Pecuaria del Estado de Yucatán, donde se ejecutaron las pruebas inmunológicas, histopatológicas y de aislamiento bacteriano, según fuera el caso.

RESULTADOS

ANIMALES EN CAUTIVERIO

De 14 muestras de venados cola blanca en cautiverio 11 resultaron negativos a la prueba de tuberculina y tres sospechosos, de éstos sólo un VCB (número 26), debido a su muerte accidental durante la segunda captura, se confirmó negativo al no mostrar lesiones por tuberculosis en estudio histopatológico, en los otros dos venados no fue posible repetir la prueba. A la prueba de tarjeta para *Brucella*, en todos los animales los diagnósticos fueron negativos. Los resultados se desglosan en el Tabla 1.

Todos los 108 pecaríes fueron negativos en la prueba serológica de Rosa de Bengala para diagnosticar Brucelosis. Las PCC para diagnosticar tuberculosis, también todos resultaron negativos.

Las figuras 1, 2, 3 y 4 muestran las colectas sanguíneas en venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y pecari de collar (*Pecari tajacu*), así como la aplicación de PPD en la prueba cervical comparativa (PCC), bajo efecto del sedante, para efectuar los diagnósticos de brucelosis y tuberculosis.



Figura 1. Punción en vena para colectar muestra sanguínea a venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en cautiverio bajo sedación, para diagnosticar brucelosis mediante la NORMA Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995.



Figura 2. Aplicación de PPD a venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en cautiverio bajo sedación, para diagnosticar tuberculosis mediante la NORMA Oficial Mexicana NOM-031-ZOO-1995.



Figura 3. Punción en vena para colectar muestra sanguínea a pecari de collar (*Pecari tajacu*) en cautiverio bajo sedación, para diagnosticar brucelosis mediante la NORMA Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995.

Especie	Número de identificación	UMA	Diagnóstico de Tuberculosis			Diagnóstico de Brucelosis
			Resultado de la primera prueba PCC	Resultado en la segunda prueba PCC	Histopatología	Rosa de Bengala
VCB	2	X	N	-----	-----	N
VCB	1	X	N	-----	-----	N
VCB	7	X	N	-----	-----	N
VCB	8	X	N	-----	-----	N
VCB	6	X	N	-----	-----	N
VCB	26	X	S	S	SL	N
VCB	2000	G	N	-----	-----	N
VCB	102	K	N	-----	-----	N
VCB	6	SP	N	-----	-----	N
VCB	1	SP	N	-----	-----	N
VCB	s/n	SR	S	-----	-----	N
VCB	s/n	SR	S	-----	-----	N
VCB	s/n	CIVS	N	-----	-----	N
VCB	s/n	CIVS	N	-----	-----	N

Tabla 1.- Resultados de las pruebas Prueba Cervical Comparativa (PCC) para tuberculosis y la prueba de tarjeta (Rosa de Bengala) para brucelosis en venados confinados en UMA. VCB= Venado cola blanca, M= macho, H= hembra, X= Xmatkuil, G= Godwana, K= Kancabchen, SP= San Pedro, SR= Santa Rita, CIVS= Centro de integral de vida silvestre San Bartolomé, N=negativo, SL= sin lesiones, S=sospechoso. s/n = sin numero

Especie	Procedencia	Histopatología	Tinción de Ziehl Neelsen	Cultivo bacteriano
VCB	Cenotillo	Linfadenitis eosinofílica		N
VCB	Buctzotz	Atrofia nodular y linfonodos hemorrágicos		N
VCB	Buctzotz	Linfadenitis eosinofílica y neumonía eosinofílica		N
VCB	Buctzotz	Neumonía supurativo y hepatitis necrótica		N
VT	Buctzotz	Linfoadenitis supurativa y pulmones hemorrágicos		N
VT	Buctzotz	Lesiones sugestivas a Micobacteriosis	N	N
VT	Buctzotz	Lesiones sugestivas a Micobacteriosis	N	N

Tabla 2.- Resultados del aislamiento bacteriano e histopatología de muestras de tejido u órganos recolectados de venados de vida libre para el diagnóstico de tuberculosis. VCB= Venado cola blanca, VT= Venado temazate, N=negativo.

Especie	Procedencia	Organo	Cultivo bacteriano	Histopatología
<i>Pecari tajacu</i>	Buctzotz	Linfonodo, pulmón, hígado	N	Neumonía e insuficiencia hepática
<i>Pecari tajacu</i>	Buctzotz	Linfonodo retrofaríngeo, pulmón, hígado, bazo	N	Linfadenitis eosinofílica y bronconeumonía.
<i>Pecari tajacu</i>	Buctzotz	Linfonodo retrofaríngeo, mediastínico, pulmón	N	Linfadenitis eosinofílica y pulmones hemorrágicos.
<i>Pecari tajacu</i>	Buctzotz	Linfonodo retrofaríngeo, mediastínico, parotídeo, hígado, pulmón, bazo.	N	Neumonía supurativa y hepatitis necrótica.
<i>Pecari tajacu</i>	Buctzotz	Linfonodo cervical, mesentérico, pulmón, hígado	N	Bronconeumonía linfoproliferativa y linfadenitis supurativa.
<i>Pecari tajacu</i>	Buctzotz	Linfonodo cervical, mesentérico, pulmón, hígado, bazo	N	Linfadenitis eosinofílica, hepatitis parasitaria.

Tabla 3. Diagnóstico de tuberculosis en muestras de tejido recolectados de pecaríes de collar en vida libre. N es negativo.

Especie	Procedencia	Serología		Cultivo bacteriano
		Prueba de tarjeta	Fijación del complemento	
VCB	Cenotillo	N	-	N
VCB	Buctzotz	N	-	N
VCB	Buctzotz	N	-	N
VCB	Buctzotz	MI	-	N
VT	Buctzotz	N	-	N
VT	Buctzotz	N	-	N
VT	Buctzotz	N	-	N
PC	Buctzotz	N	N	N
PC	Buctzotz	N	N	N
PC	Buctzotz	N	N	N
PC	Buctzotz	P	P	N
PC	Buctzotz	P	P	N
PC	Buctzotz	N	N	N

Tabla 4. Resultados del aislamiento bacteriano de órganos recolectados, prueba serológica de tarjeta y Fijación del complemento en muestras de tejido sanguíneo de venados y pecaríes de collar de vida libre para el diagnóstico de brucelosis. N es resultado negativo, P es positivo, MI es muestra inadecuada. VCB= Venado cola blanca, PC = pecarí de collar, VT = venado temazate.



Figura 4. Aplicación de PPD a pecarí de collar (*Pecari tajacu*) en cautiverio bajo sedación, para diagnosticar tuberculosis mediante la NORMA Oficial Mexicana NOM-031-ZOO-1995.

ANIMALES EN VIDA LIBRE

En animales de vida libre se obtuvieron muestras de tejidos linfáticos para estudio histopatológico, Tinción de Ziehl Neelsen y cultivo para aislar *Mycobacterium*. Las muestras de sangre para las pruebas inmunológicas para diagnosticar *Brucella* fueron prueba de Tarjeta, Fijación del complemento y cultivo bacteriano.

En siete venados de vida libre, dos presentaron lesiones histopatológicas sugestivas a micobacteriosis, pero todos fueron negativos a la tinción de Ziehl Neelsen y en ninguno se obtuvo crecimiento de *Mycobacterium* en los cultivos (Tabla 2). Todos los pecaríes resultaron negativos en el cultivo para aislar *Mycobacterium* sp. (Tabla 3). Para el caso de brucelosis todas las muestras de venados y pecarí, con excepción de una que no fue adecuada para llevarse a cabo la prueba, resultaron negativas a la prueba Rosa de Bengala (Tabla 4).

DISCUSIÓN

ANIMALES EN CAUTIVERIO

11 venados sometidos a la prueba de tuberculina resultaron negativos, Palmer et al (2001) mencionan que esta prueba tiene sensibilidad y especificidad de 97 y 81%, respectivamente en venados cola blanca, y proponen que la PCC es sensible como método *antemortem* para el diagnóstico de infección con *M. bovis* en venados cola blanca. La sensibilidad y especificidad reportada para esta prueba es

entre 75 y 82% y 96 y 99%, respectivamente en ganado bovino (Garro, s/a), existe la posibilidad de haber encontrado falsos negativos; sin embargo, estos animales no mostraban signos clínicos que indicaran tuberculosis. El historial de la UMA Xmatkuil revelaba que los animales no habían presentado algún tipo de infección que pudiera comprometer la respuesta celular a la prueba, y que tampoco habían estado bajo alguna terapia inmunodepresora. En cuanto al factor estrés, los animales fueron sedados minutos previos a la aplicación de la tuberculina, por lo que se piensa que estos cérvicos no fueron sometidos a un estrés severo que pudiera disminuir su respuesta celular, por lo tanto no existe algún motivo aparente para que los venados no hayan reaccionado a la prueba en caso de haber estado infectados con *Mycobacterium bovis*, así que se puede asumir que estos animales no presentaban una infección causada por dicha bacteria.

La tuberculosis en el ganado bovino, caprino y en los ciervos suele diagnosticarse en el animal vivo mediante prueba intradérmica con PPD o la prueba del interferón gamma. El enzimoimmunoanálisis (ELISA) y las pruebas de flujo lateral para detectar anticuerpos séricos, pueden ser útiles en la fauna silvestre. En exámenes *postmortem*, la infección se diagnostica mediante la aplicación de técnicas de necropsia, histopatológicas, bacteriológicas y de identificación de secuencias de ácidos nucleicos (Manual Terrestre de la OIE 2022). Por tanto son válidos los resultados encontrados en esta investigación.

Como puede observarse en el cuadro 1, tres venados resultaron sospechosos a la primera aplicación de la prueba, sin embargo en uno de ellos que murió, no se obtuvo crecimiento de micobacterias, lo cual indica que este animal no presentaba evidencia de la presencia de *M. bovis*. Este primer resultado de sospechoso a la prueba PCC es posible explicarlo de acuerdo con lo que mencionan Palmer et al. (2001),

afirman que animales sospechosos o falsos positivos pueden aparecer cuando el animal no tuberculoso ha tenido contacto con micobacterias atípicas o ha sufrido una herida que se ha contaminado con micobacterias saprófitas como *M. phlei*, *M. smegmatis*, entre otras.

Por situaciones ajenas al proyecto no fue posible confirmar el diagnóstico de dos animales que resultaron sospechosos. Sin embargo, retomando lo discutido en el párrafo anterior, se sugiere que posiblemente estos animales tampoco han tenido contacto con la bacteria causante de la tuberculosis bovina.

En este trabajo la PCC fue utilizada como prueba inicial, tomando como base lo mencionado por Palmer et al. (2001), quienes al realizar un estudio para medir los diferentes cambios de grosor del pliegue a la aplicación de la tuberculina en venados cola blanca, utilizaron como prueba inicial la PCC, argumentando que cuando un repetido manejo de los venados, pone en riesgo de daño a los animales o a los manejadores; sin embargo, es posible utilizar dicha prueba como inicial para diagnosticar TB.

En cuanto al diagnóstico de brucelosis los resultados generados en nuestra investigación indican que todos los animales fueron negativos a la prueba de tarjeta. Aunque Godfroid (2002) menciona que entre las desventajas de las pruebas serológicas es que, animales con infecciones latentes pueden dar negativos a dichas pruebas, y autores como Mackintosh, et al. (2002) y Acosta y Ortiz (2014) indican que la prueba definitiva es el cultivo y aislamiento bacteriano; pero debido a que los requisitos y tiempos de autorización para el sacrificio de animales de vida silvestre son más estrictos y limitativos que para animales domésticos, por estas situaciones no fue posible confirmar la prueba con aislamiento bacteriológico. Pero tomando en cuenta la especificidad de la prueba (90% en animales domésticos), es posible suponer que estos animales no

han tenido contacto con la bacteria causante de la brucelosis, porque no se detectaron anticuerpos contra mencionado agente. Además de acuerdo con la NOM-041-ZOO-1995, animales que dieron negativos a la prueba de tarjeta son considerados como tal, por lo tanto no es necesario su sacrificio para la obtención de muestras para un cultivo bacteriano. Por lo tanto, se puede decir que en este estudio en los animales muestreados es muy probable que no se encuentre presente la bacteria causante de la brucelosis bovina.

ANIMALES EN VIDA LIBRE

De los siete animales muestreados, dos de ellos presentaron lesiones sugestivas a micobacteriosis, pero no se detectaron bacilos ácido-resistentes a la tinción con Zeihl-Neelson de los tejidos colectados, tampoco se obtuvo crecimiento en el cultivo bacteriano. Por tal motivo no fue posible conocer con exactitud la bacteria causante de estas lesiones. Un caso similar fue el estudio realizado por Steffen et al. (1999), quienes encontraron lesiones en linfonodos craneales de 12 ciervos, pero al realizar la tinción de Zeihl-Neelson y la prueba de reacción en cadena de la polimerasa (PCR), no encontraron evidencia de tuberculosis, por lo que concluyen que las lesiones encontradas pudieron ser ocasionadas por alguna otra bacteria. Estos autores concuerdan con lo afirmado por De Lisle et al. (2002) al decir que las lesiones causadas por *M. bovis* son indistinguibles de las causadas por otras micobacterias, y que en venados, a diferencia del ganado doméstico, las lesiones causadas por *M. paratuberculosis* son imposibles de distinguir de las de *M. bovis*. Sin embargo un estudio efectuado en Argentina por Abdala et al. (2015) para detectar la presencia de *M. bovis* en fauna silvestre que se encuentra en los territorios del ganado bovino doméstico, mostraron la existencia de espoligotipos de *M. bovis* en nueve individuos de las especies

Rattus domesticus (rata), *Didelphys albiventris* (comadreja overa) y *Chaetophractus vellosus* (zorro gris). Estos autores mencionan que la prevalencia de infección (12,7 %) por *M. bovis* en comadreas overas obtenida en ese estudio, es mayor que la reportada en comadreas de USA en *Didelphis virginiana*, las cuales adquieren la infección por consumo de despojos de venado cola blanca (*O. virginianus*) pero no presentaron lesiones visibles o sospechosas de tuberculosis bovina. Esto puede deberse a que la baja virulencia de la cepa de *M. bovis*, la resistencia natural del huésped, la especie y la edad del animal hospedero influyen en el resultado. En otras investigaciones realizada en el Reino Unido (Delahay et al., 2002; Little et al., 1982), mediante la infección experimental de altas dosis de *M. bovis* en *Rattus norvegicus* no produce lesiones en estas ratas, por lo tanto esta especie sea un hospedero poco probable de transmitir la infección a los animales domésticos, por la baja excreción de *M. bovis*.

Aunque se considera a *D. virginiana* en USA como potencial reservorio de *M. bovis* es poco probable que sea capaz de transmitir esta micobacteria a ciervos y bovinos (Diegel et al., 2002; Fitzgerald et al. 2003), por lo tanto Abdala et al (2015) proponen la hipótesis de que la especie *D. albiventris* podría ser otro hospedador circunstancial de *M. bovis*.

Es pertinente tomar en cuenta que en la zona donde se llevó al cabo el muestreo de nuestra investigación, en años atrás se detectó un brote de tuberculosis en el ganado doméstico y que algunos venados en vida libre que fueron cazados por los campesinos dentro de potreros utilizados por dicho ganado, presentaron algunas lesiones sugestivas de micobacteriosis, por tales razones y de acuerdo con Acha y Szyfres (2001), mencionan que los animales silvestres mantienen contacto con animales domésticos, por lo tanto tienen la posibilidad de estar expuestos al agente causante de la tuberculosis bovina, puesto que la

sobrevivencia del bacilo en pasto, agua y suelo favorecen la transmisión por vía entérica, además de que existen otras vías de contagio, por tanto se puede tener la sospecha de que la micobacteria causante de las lesiones encontradas en algunos ejemplares de venados y pecaríes, sea por la interacción bovino-suelo-fauna silvestre, sin embargo no es posible asegurar lo anterior sin tener pruebas que evidencien la presencia de *M. bovis* en los venados o pecaríes analizados en nuestra investigación, ni hallazgos de esta especie de bacteria en suelo, agua o excretas de ambas especies.

En cuanto a los estudios efectuados para diagnosticar brucelosis, todas las muestras de sangre de venado a las que se les aplicó la prueba de tarjeta resultaron negativas. Sin embargo a diferencia de los animales cautivos, a los capturados en vida libre si fue posible realizarles un aislamiento bacteriano, el cual confirmó la ausencia de *Brucella* en estos animales. Por tal motivo es posible indicar que estos animales no presentaban brucelosis, ni habían estado en contacto con dicha bacteria.

Los resultados encontrados en este trabajo en lo referente a brucelosis, tanto para vida libre como en cautiverio, coinciden con lo encontrado por Martínez et al. (1999) quienes al realizar un estudio en el noreste de México usando 350 sueros de venados cola blanca, midieron la prevalencia de anticuerpos contra cinco enfermedades y hallaron que la prevalencia a *B. abortus*, *B. melitensis* y *M. ovis* fue de 0 %.

Pero no fue el caso de los pecaríes, ya que dos de los seis pecaríes fueron serológicamente positivos tanto a la prueba de tarjeta como a la de fijación de complemento, lo cual, de acuerdo con Godfroid (2002) no significa que hayan cursado por una infección activa durante el muestreo; puesto que estas pruebas sólo sugieren que los animales han estado en contacto con la bacteria, lo que explica el hecho de que los pecaríes hayan dado positivos en las pruebas serológicas; sin embargo, no

hubo crecimiento bacteriano en el cultivo.

Cruz et al (2021) reportaron la presencia del gen bp26/IS 711 específico de *Brucella* spp mediante PCR del ADN bacteriano aislado en peces del género *Poblana*, anfibios del género *Ambystoma*, lagartijas del género *Sceloporus* y ratones del género *Peromyscus* en la Región Hidrológica Prioritaria No. 71, donde existe el caudal de agua subterránea en el estado de Puebla. Sin embargo no lograron la identificación de las especies respectivas de *Brucella*, porque no existe polimorfismo genético entre éstas con los métodos que emplearon. Estos autores concluyen que las especies de fauna silvestre colectadas en ese estudio, podrían ser vectores o portadores asintomáticos de brucelosis, debido a la contaminación del agua y suelo en esa región ganadera, donde los rumiantes podían excretar sus desechos en el suelo o el agua de fuentes naturales, por ejemplo *B. melitensis* tiene resistencia ambiental y permanece en los sustratos edáficos y acuáticos (Cruz-Aviña et al., 2021). Del contexto anterior, es posible asumir que debido a que esta cuenca Hidrológica que tiene marcada biodiversidad y microendemismos (CONABIO, 2013) de la misma manera que sucede en Yucatán (Dupuy, 2020); la interacción entre ganado doméstico y fauna silvestre sea un proceso continuo y permanente, debido a que usan recursos bióticos y abióticos comunes como suelo, vegetación introducida y nativa, así como las fuentes de agua, entonces los agentes patógenos circulan entre estos componentes de ecosistema naturales y agroecosistemas (Ostfeld et al., 2002), por lo tanto la emergencia o reemergencia de enfermedades zoonóticas podrían presentarse por periodos cíclicos de frecuencia y duración variable, en función de los cambios poblacionales de ganado doméstico y especies silvestres. La existencia de hábitats con elevada biodiversidad que proporcionan poblaciones silvestres de hospederos no competentes para estos agentes

infecciosos, y por lo tanto la presencia y abundancia de este tipo de hospederos, tendría por consecuencia la disminución o elevación de los valores de prevalencia de enfermedades zoonóticas, tal como lo describe la Hipótesis del Efecto de Dilución, enunciado por Ostfeld & Keesing, (2000) y por Suzan et al (2009) en un estudio sobre Hantavirus en Panamá.

Con los resultados encontrados en esta investigación se puede asumir que todos los pecaríes y 12 venados en cautiverio no estaban infectados con *Mycobacterium bovis* ni *M. avium*, además todos los venados y pecaríes en cautiverio fueron negativos para el diagnóstico de brucelosis bovina, porque ninguna prueba estandarizada en México utilizada para ganado bovino, aplicada a los ejemplares

analizados en nuestra investigación, mostró positividad. Las muestras de venados y pecaríes en vida libre, no presentaron *M. bovis* ni *M. avium*; sin embargo, las lesiones histopatológicas en los órganos colectados de algunos ejemplares, indican la posibilidad de haber sido expuesto a otro tipo de micobacterias. Los pecaríes en vida libre seropositivos a *Brucella spp* pudieron estar expuestos en otro momento a este género de bacteria, pero no es contundente su capacidad para infectar a otros animales, porque fue negativo el aislamiento bacteriano a *Brucella*.

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de intereses entre los autores para la publicación de este documento.

REFERENCIAS

1. Abdala AA, Garbaccio S, Zumárraga M. y Tara HD. (2015). *Mycobacterium bovis* en fauna silvestre de la cuenca lechera de Santa Fe, Argentina. Revista Argentina de Microbiología. 47(3):174-182. Disponible en: <file:///C:/Users/mperez/Downloads/S0325754115000814.pdf>
2. Acha P, Szyfres B. (2001). Enfermedades Transmisibles, Comunes al Hombre y a los Animales. Bacteriosis y Micosis. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 3a edición. Washington, D. C. Pp: 32-48, 266-279. Disponible en: <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2017/Acha-Zoonosis-Spa.pdf>
3. Acosta AM, Ortíz MM. (2014). Pruebas diagnósticas en Brucelosis bovina. SENASA. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/12/Pruebas-diagnosticas-en-Brucelosis-Bovina.pdf>
4. Briceño MMA, Montes PR, Aguilar CW y POOL CA. (2011). Cacería del pecarí de collar (*Pecarí tajacu*) (Artiodactyla: Tayassuidae) en Tzucacab, Yucatán, México. Revista Mexicana de Mastozoología 15:8-18. https://www.researchgate.net/publication/290605971_Caceria_del_pecari_de_collar_Pecari_tajacu_Artiodactyla_Tayassuidae_en_Tzucacab_Yucatan_Mexico
5. CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (2013). 70 CUENCA ORIENTAL. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_070.html
6. Cruz AJR, Álvarez-González CA, Peña-Marín ES, Díaz LJ. (2021). Chapter 2. Evidencia de zoonosis en fauna silvestre en la región de los Lagos Cráter, Puebla, México. En: Herrera Salazar, Juan Carlos, (comp). Importancia económica, social y ambiental de la diversidad biológica. (Serie: Tópicos sobre diversidad biológica). Durango: Universidad Juárez del Estado de Durango. Primera edición. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/357132364>
7. Cruz-Aviña JR, Álvarez-Gonzalez CA, Peña-Marín ES, Castañeda-Roldán EI, & Barrios-Quiroz G. (2021). Aislamiento y detección de *Brucella* sp. (Proteobacteria) en *Sceloporus megalepidurus* (lagartija espinosa corredora de vientre blanco) de la cuenca Oriental, Puebla, México. Revista Latinoamericana de Herpetología. 04(01): 56 – 68.
8. De Lisle GW, Bengis RG, Schmitt SM, O'Brien DJ. (2002). Tuberculosis in free-ranging wildlife: detection, diagnosis and management. Revue Scientifique et Technique - Office International des Epizooties. 21(2): 317-334 Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11974618/>

9. Diegel KL, Fitzgerald SD, Berry DE, Church SV, Reed WM, Sikarskie JG, Kaneene JB. (2002). Experimental inoculation of North American opossums (*Didelphis virginiana*) with *Mycobacterium bovis*. *Journal of Wildlife Diseases* : 38:275---81. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12038125/>
10. Delahay RJ, de Leeuw ANS, Barlow AM, Clifton-Hadley RS, Cheeseman CL. (2002). The status of *Mycobacterium bovis* infection in UK Wild mammals: A review. *The Veterinary Journal* 164:90---105. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12359464/>
11. Diario Oficial de la Federación (1996a). NORMA Oficial Mexicana NOM-031-ZOO-1995, Campaña Nacional Contra la Tuberculosis Bovina (*Mycobacterium bovis*). Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4874790&fecha=08/03/1996#gsc.tab=0
12. Diario Oficial de la Federación (1996b). NORMA Oficial Mexicana NOM-041-ZOO-1995, Campaña Nacional contra la Brucelosis en los Animales. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4896374&fecha=20/08/1996#gsc.tab=0
13. Dupuy RJM. (2020). Amenazas a la biodiversidad de la Península de Yucatán, retos y necesidades de investigación. En: *Biodiversidad de la Península de Yucatán: estado del arte y retos ecológicos contemporáneos*. Año 2020. Numero III. Sociedad Científica Mexicana de Ecología. <https://scme.mx/amenazas-a-la-biodiversidad-de-la-peninsula-de-yucatan-retos-y-necesidades-de-investigacion/>
14. Fitzgerald SD, and Kaneene JB. (2012). Wildlife reservoirs of bovine tuberculosis worldwide; host, pathology, surveillance, and control. *Veterinary Pathology*. 50(3): 488-499. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0300985812467472>
15. Fitzgerald SD, Zwick LS, Diegel KL, Berry DE, Church SV, Sikarskie JG, Kaneene JB, Reed WM. (2003). Experimental aerosol inoculation of *Mycobacterium bovis* in North American opossums (*Didelphis virginiana*). *Journal of Wildlife Disease*. ;39:418---23. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12910771/>
16. Garro C. (s/a). Prueba de la tuberculina eje central para la detección de tuberculosis en bovinos. Informe Técnico. Disponible en: https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/11655/INTA_CICVyA_InstitutodePatobiolog%C3%A9Da_Garro_CJ_Prueba_de_la_tuberculina_eje_central.pdf?sequence=1
17. Gual SF. (1995). Contención química de mamíferos silvestres (Protocolo de inmovilización). *Zoológico de Chapultepec*. México DF. p 16-17.
18. Godfroid J. (2002). Brucellosis in wildlife. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*. 21 (2): 277-286. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11974615/>
19. Hardstaff JL, Marion G, Hutchings MR. and White PCL. (2014). Evaluating the tuberculosis hazard posed to cattle from wildlife across Europe. *Research in Veterinary Science*. 97 Suppl, S86-S93. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034528813003846>
20. Little TWA, Swan C, Thompson HV, Wilesmith JW. Bovine tuberculosis in domestic and wild mammals in an area of Dorset. III. (1982). The prevalence of tuberculosis in mammals other than badgers and cattle. *The Journal of Hygiene (Lond)*;89(2):225-234. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6752272/>
21. Mackintosh C.; Haigh JC, Griffin F. (2002). Bacterial Disease of farmed deer and bison. *Scientific and Technical Review*. World Organization for Animal Health. 21(2): 249-263. Disponible en: <https://europemc.org/article/med/11974613>
22. Manual Terrestre de la OIE (2022). Capítulo 3.1.13. – Tuberculosis de los mamíferos (infección por el complejo *Mycobacterium tuberculosis*). https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.01.13_Mammalian_tuberculosis.pdf
23. Martínez A, Salinas A, Martínez F, Cantu A, Miller DK. (1999). Serosurvey for selected disease agents in white-tailed deer from Mexico. *Journal of Wildlife Diseases*. 35 (4): 789-803. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10574545/>

24. May CC, Montes PR, Euan OJ. (2019). Caracterización de UMAs intensivas de pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y comercialización de sus productos en Yucatán, México. En Raúl Andrés Perezgrovas Garza y Eréndira Jacqueline Sedano Quirarte (Ed). Red Mexicana sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoo genéticos, A.C. pp: 160-175. <https://conbiand.site/wp-content/uploads/2021/06/LIBROCOMPLETOFAUNASILVESTRE20nov2019conISBN.pdf>
25. Montes-Pérez R, Ek-May P, Aguilar-Cordero W, Magaña-Monforte J, Montes-Cruz F. (2018). Cacería de venados *Odocoileus virginianus*, *Mazama americana* (Artiodactyla: Cervidae) en tres comunidades de Yucatán. *Abanico Veterinario*. 8 (1): 91-101. Disponible en: <https://abanicoacademico.mx/revistasabanico/index.php/abanico-veterinario/article/view/153>
26. Montes-Pérez RC, Mukul-Yerves JM. (2023). Unidades de Manejo para la Conservación de Fauna Silvestre en el Estado de Yucatán en el periodo de 1997 a 2022. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan* 11(1):150-157. <https://revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/467>
27. Montes-Cruz F, Montes-Perez R. (2022). Salud e Inocuidad Alimentaria. *Abanico Boletín Técnico*. 3:11. Disponible en: <https://diuyac.com/documentos/SALUD-INOCUIDAD%20ALIMENTARIA.pdf>
28. Ostfeld RS and Keesing F. (2000). Biodiversity and Disease Risk: the Case of Lyme Disease. *Conservation Biology*. 14(3): 722-728. Disponible en: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1523-1739.2000.99014.x>
29. Ostfeld RS, Meffe GK., Pearl MC. (2002). Conservation Medicine The Birth of another Crisis Discipline. En *Conservation Medicine: Ecological Health in practice*. Alonso-Aguirre A, Ostfeld RS, Tabor GMHouse C, Pearl MC (editors). Pp: 17-26. Oxford University Press. New York.
30. Palmer M, Whipple D, Waters WR. (2001). Tuberculin skin testing in white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). *Journal of veterinary Diagnostic investigation: official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc.* 13 (6): 530-533. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11724147/>
31. Plan Estratégico Conjunto Estados Unidos - México para la Colaboración en Tuberculosis Bovina 2013-2018. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/150563/5_Plan_Estrat_gico_en_Conjunto_SENASICA-APHIS.pdf
32. Productora Nacional de Biológicos Veterinarios (2019). Diagnóstico de la Brucelosis en los animales. Disponible en: <https://www.gob.mx/pronabive/es/articulos/diagnostico-de-la-brucelosis-en-los-animales?idiom=es>
33. Rivera PS, Jiménez FJ y Deward J. (2009). Valoración de las pruebas diagnósticas para tuberculosis bovina en un rebaño bovino ubicado en zona de alta incidencia del estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica (Maracaibo)*. 19(6): 566-575. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592009000600003
34. Steffen DJ, Oates DW, Sterner MC, Cooper VL. (1999). Absence of Tuberculosis in Free-Ranging Deer in Nebraska. *Journal of Wildlife Disease* 35 (1): 105-107. Disponible en: https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?params=/context/parasitologyfacpubs/article/1683/&path_info=Sterner_JWD_1999_Absence_TB_in_deer.pdf
35. Suzán G, Marcé E, Giermakowski JT, Mills JN, Ceballos G, Ostfeld RS, Armién B, Pascale JM, Yates TL. (2009). Experimental Evidence for Reduced Rodent Diversity Causing Increased Hantavirus Prevalence. *PLOS One* May 6, 2009. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0005461>
36. The Center for Food Security & Public Health, Institute for International Cooperation in Animal Biologics. Universidad Estatal de Iowa. (2010). Tuberculosis Bovina. Disponible en: https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/bovine_tuberculosis-es.pdf
37. Torres-Tovar JJ. (2016). Diagnóstico de brucelosis en bovinos mediante la prueba de fluorescencia polarizada. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Torreón Coahuila. 55 p. Disponible en: <http://repositorio.uaaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/8334/Jouseph%20Jair%20Torres%20Tovar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>