

Diagnóstico morfológico de lesiones multisistémicas de tuberculosis bovina: compendio de hallazgos a la necropsia

Abstract:

Tuberculosis is a chronic infectious disease caused by species of the genus *Mycobacterium*, which affect almost all animal species. The direct correlation between *Mycobacterium bovis* infection in cattle and the disease in humans has been well documented. Conventional methods for identifying bovine tuberculosis include the tuberculin skin test and the comparative cervical test; however, the final diagnosis involves the sacrifice of the animal to analyze affected parts of the body through necropsy, identifying granulomatous lesions compatible with bovine tuberculosis, allowing for the appropriate taking of samples and establishing a diagnosis.

Keywords: bovine, health risk, symptoms, zoonotic diseases.

L.M. Morales-Crispín¹

 <https://orcid.org/0000-0002-9660-8365>

F. Rosales-Martínez^{2*}

 <https://orcid.org/0000-0002-3008-6226>

X.S. Ojeda-Meza¹

 <https://orcid.org/0009-0009-3962-7728>

D. Villalva-Cruz¹

 <https://orcid.org/0009-0000-7980-5378>

P. García-Gapi¹

 <https://orcid.org/0009-0002-2028-6504>

A.E. Tun-Rodríguez¹

 <https://orcid.org/0009-0002-2028-6504>

F. Ledezma-Cruz¹

 <https://orcid.org/0009-0006-5535-3649>

R. Hernández-Bautista¹

 <https://orcid.org/0009-0002-9819-5696>

P. Reyes-Céspedes¹

 <https://orcid.org/0009-0002-7358-8506>

R. Monroy-Hernández²

 <https://orcid.org/0000-0002-7799-8169>

¹Universidad Veracruzana. Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria. Carretera Costera del Golfo km 220, Col. Agrícola Michapan. C.P. 96100, Acahucan, Veracruz, México.

²Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad Maya de Estudios Agropecuarios. Carretera Catazajá – Palenque, km 4. C.P. 29980. Catazajá, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia
Froylan Rosales-Martínez
froylan.rosales@unach.mx

[52+(55)2294201144]

Fecha de envío: 10/octubre/2024

Resumen

La tuberculosis es una enfermedad infectocontagiosa, de curso crónico ocasionada por especies del género *Mycobacterium*, que afectan a casi la totalidad de las especies animales. La correlación directa entre la infección por *Mycobacterium bovis* en el ganado vacuno y la enfermedad en humanos ha sido bien documentada. Los métodos convencionales de identificación de tuberculosis bovina abarcan la prueba cutánea de tuberculina y la prueba cervical comparativa, sin embargo, el diagnóstico final implica el sacrificio del animal para analizar partes afectadas del organismo mediante la necropsia, identificando lesiones granulomatosas compatibles con tuberculosis bovina, permitiendo la adecuada toma de muestras y concretar un diagnóstico.

Palabras clave: bovinos, enfermedades zoonóticas, riesgo sanitario, síntomas.

Introducción

En bovinos, es universalmente aceptado el gran valor de los estudios postmortem (Valdez-Martínez *et al.*, 1998), su práctica es fundamental para confirmar o corregir diagnósticos, ya que, en ocasiones el estudio postmortem (necropsia) es la única forma de llegar al diagnóstico correcto. En términos simples, por medio de la necropsia, se puede confirmar, refutar, aclarar, modificar o establecer un diagnóstico, así como corregir numerosos errores en la diagnosis si se

realiza una necropsia (Peixoto y Barros, 1998), misma que debe ser ordenada, sistemática y completa, para así extraer la mayor cantidad de información posible del cadáver, de tal forma que permita determinar la causa de la muerte o la participación de una patología concreta. Una necropsia realizada de forma correcta, además, permitirá la toma adecuada de la muestra (Morales *et al.*, 2017).

Para llegar a un diagnóstico es difícil, puesto que además de causas infecciosas, pueden estar implicados otros factores de diferente origen. Por ello, el envío de muestras al laboratorio para la confirmación de la etiología es una tarea obligada, a pesar del costo económico que ello supone (Moreno *et al.*, 2003). Es entonces que, la necropsia, es el método que permite determinar si hay posibles discordancias en el diagnóstico de causa de muerte por medio del estudio observacional, descriptivo y retrospectivo (González-Medina y Martínez-Natera, 2001).

La tuberculosis es una enfermedad infectocontagiosa, de curso crónico ocasionada por especies del género *Mycobacterium*, que afectan a casi la totalidad de las especies animales, siendo además una importante zoonosis distribuida en todo el mundo (Oriani *et al.*, 2011). Es un problema de salud pública y sigue siendo una de las enfermedades transmisibles más mortales, sobre todo asociada a la infección por el virus de la inmunodeficiencia



humana (VIH) (Pérez-Barragán y Manjarrez-Tellez, 2019).

La tuberculosis bovina (TB), es una enfermedad infecciosa crónica de los rumiantes producida por la bacteria *Mycobacterium bovis* (*M. bovis*) (Reyes *et al.*, 2018). La correlación directa entre la infección por *M. bovis* en el ganado vacuno y la enfermedad en humanos ha sido bien documentada, aunque la prevalencia real es subestimada. En general, la proporción de casos de TB humana a causa de *M. bovis* es baja en comparación con *Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*), pero su impacto potencial en los grupos de mayor riesgo no debería subestimarse por la repercusión en la morbilidad y mortalidad (Pérez-Barragán y Manjarrez-Tellez, 2019).

Los métodos convencionales de identificación de TB en animales vivos son invasivos. Éstos abarcan la prueba cutánea de tuberculina y la prueba cervical comparativa o el ensayo de liberación de interferón gamma como pruebas complementarias o de confirmación. Sin embargo, el diagnóstico final implica el sacrificio del animal para analizar partes afectadas del organismo mediante la necropsia, realizando cultivo en muestras de tejidos (Saenz, 2021).

Los casos de TB por *M. bovis* son cada vez más frecuentes, principalmente en poblaciones vulnerables. La TB causada por *M. bovis* es clínica, radiológica e histológicamente

indistinguible de la tuberculosis causada por *M. tuberculosis*; sin embargo, existen algunas diferencias respecto a *M. tuberculosis* que la hacen particular (Pérez-Barragán y Manjarrez-Tellez, 2019).

Si bien, la tuberculinización es la prueba diagnóstica oficial de la TB, es reconocida la existencia de resultados falsos positivos y falsos negativos (Oriani *et al.*, 2011), donde el diagnóstico morfológico de las lesiones en los órganos afectados, se convierte en una herramienta de apoyo para lograr un diagnóstico certero. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue describir los reportes de hallazgos a la necropsia, lesiones multisistémicas por tuberculosis en vacas, con relación falso negativo a la prueba de tuberculina.

Material y métodos

Los hallazgos reportados en este estudio se documentaron en la Cuenca lechera de Tizayuca, en el estado de Hidalgo. Corresponden a vacas lecheras de la raza Holstein de diferentes edades y número de parto. Los casos fueron documentados durante cuatro años. Se realizaron necropsias para obtener un diagnóstico de la causa de muerte, con ello, se llevó a cabo la revisión de los órganos de animales provenientes de hatos identificados como reactores a la prueba de tuberculina, identificando lesiones granulomatosas compatibles con tuberculosis. Se examinaron los diferentes sistemas como parte de la rutina de necropsia.

Resultados y discusión

Después de la revisión se encontraron lesiones en órganos como tráquea, bronquios, pulmones, corazón, diafragma, mesenterio, hígado, intestino, útero, glándula mamaria, riñón y nódulos linfáticos, entre otros.

1. Tuberculosis miliar

En la **Fig. 1a y 1b** se pueden observar los daños causados por tuberculosis miliar, los daños

se presentan a nivel de parénquima pulmonar, así como lesiones multifocales con algunas adherencias en la cavidad torácica. En este hallazgo se puede observar una diseminación en los ganglios linfáticos peribronquiales, en menor cantidad, en tejido óseo y grandes cantidades en el tejido pulmonar, como puede observarse, las lesiones más frecuentes se observan en las áreas dorsales con un ligero aumento de los ganglios linfáticos.

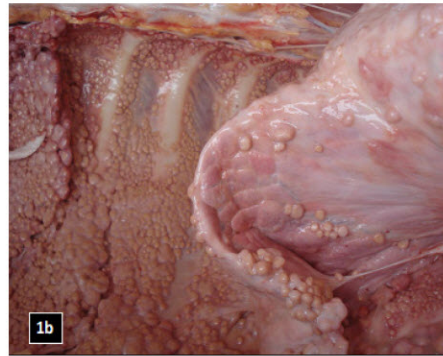
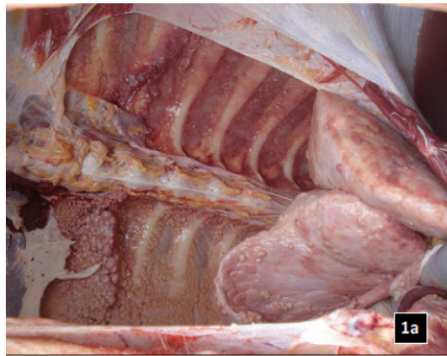


Figura 1a y 1b.

Tuberculosis miliar. Granulomas con exudado caseoso en pleura, parénquima pulmonar y lesiones multifocales con adherencias en cavidad torácica.

Las lesiones de tuberculosis miliar surgen como diseminación de focos vecinales como ganglios linfáticos peribronquiales, focos en tejido óseo o más común, de tejido pulmonar (Lozano-Alarcón *et al.*, 2018). Aunque la presentación habitual de la tuberculosis es pulmonar, existen formas inusuales de extraordinaria gravedad como lo es la tuberculosis miliar (Inchaurraga *et al.*, 2001). La lesión primaria en el pulmón aparece habitualmente en las áreas dorsales, de localización subpleural, y se acompaña de un aumento de tamaño de los ganglios linfáticos

bronquiales (Rosenberger, 2005). En México, el diagnóstico de tuberculosis bovina se realiza mediante las pruebas de tuberculina, cultivo e histopatología, pero éstas presentan algunas limitantes de sensibilidad y especificidad (Morales *et al.*, 2005). En el campo, la prueba de la tuberculina simple (ano caudal) y el sacrificio de animales positivos, son las técnicas que actualmente se utilizan en el control de esta zoonosis (Escobar *et al.*, 2003).

En la prueba intradérmica de la tuberculina en

sistemas de producción donde se lleva a cabo un control de la TB bovina, la mayoría de los animales reactivos se eliminan, pero algunos animales no reactivos que se encuentran en fases terminales de la enfermedad, con lesiones abiertas, permanecen dentro del hato y constituyen un foco potencial de infección para la población susceptible (Díaz *et al.*, 2003). Del mismo modo, pueden presentarse lesiones no visualizadas en bovinos reactivos a la prueba intradérmica de tuberculina y están relacionadas principalmente con el estadio de evolución de la enfermedad (Souza *et al.*, 2014).

2. Linfadenomegalia y tuberculosis pulmonar

En la **Fig. 2a y 2b** se presentan los hallazgos a la necropsia de una vaca adulta, las lesiones observadas se presentan de manera extensa en zonas de adhesión entre pleura, linfonodos mediastínicos y pulmón. En la **Fig. 3a y 3b** se presenta una linfadenomegalia granulomatosa en los nódulos mediastínicos, así como la formación de nódulos múltiples en pleura parietal y grandes cantidades en las vísceras y los lóbulos pulmonares, cubriendo casi el 50% del pulmón.

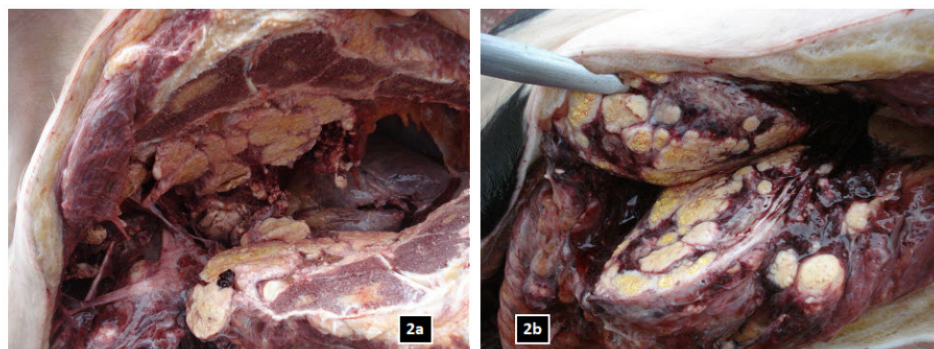


Figura 2a y 2b.
Linfadenomegalia y neumonía granulomatosa crepitante con extensas zonas de adhesión entre pleura, linfonodos mediastínicos y pulmón.

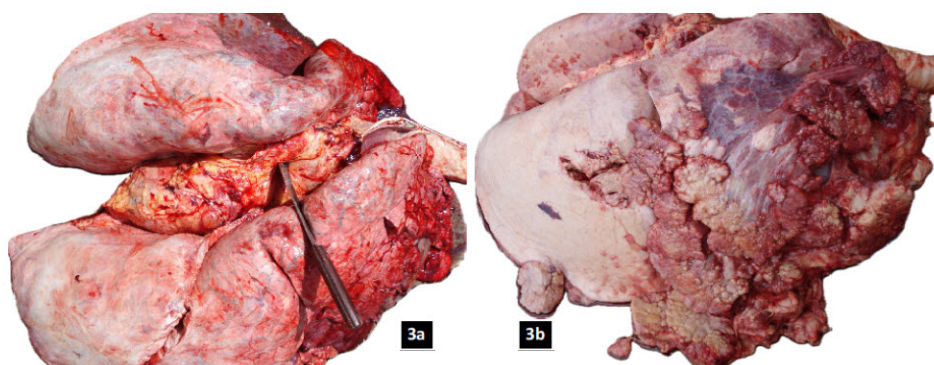


Figura 3a y 3b.
Linfadenomegalia granulomatosa en nódulos mediastínicos (3a). Formaciones nodulares múltiples en pleura parietal, visceral y lóbulos pulmonares (3b).

Se ha demostrado que 30% de las vacas tuberculosas expulsan *M. bovis* a través del tracto respiratorio (Díaz *et al.*, 2003). La tuberculosis se extiende por el organismo en dos estadios, el complejo primario y la diseminación secundaria. El complejo primario incluye la lesión en el lugar de entrada del microorganismo y un ganglio linfático local. En el ganado adulto, la tuberculosis se presenta en forma común como una enfermedad de tipo respiratorio, por consiguiente, las lesiones son más frecuentemente encontradas en los pulmones y los nódulos linfáticos (Radostits *et al.*, 2001).

En apoyo para el diagnóstico, la biología molecular ha desarrollado herramientas como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), para el diagnóstico de enfermedades bacterianas intracelulares y de difícil crecimiento (Díaz *et al.*, 2003). Esta opción, ha permitido considerar confirmar el diagnóstico de TB, utilizando oligonucleótidos específicos para amplificar fragmentos de Ácido Desoxirribonucleico (ADN) en el genoma de bacterias del complejo *Mycobacterium*. La instrumentación de una PCR altamente sensible y específica para confirmar el diagnóstico de TB, permitiría obtener resultados en pocas horas, en comparación con el cultivo que requiere usualmente meses (Estrada-Chavez *et al.*, 2004). Con el desarrollo de esta técnica, se han implementado diferentes protocolos para el diagnóstico de enfermedades infecciosas en humanos y animales, particularmente para el

caso de la TB se han utilizado como blanco para la amplificación, regiones específicas del cromosoma de microorganismos causantes de esta patología (Morales *et al.*, 2005).

3. Corazón acorazado

En el siguiente hallazgo se puede observar una costra cicatrizal sobre el pericardio visceral (Fig. 4a y 4b) con calcificaciones que ocupan la cavidad, en el corazón de este animal las calcificaciones se observaron en el epicardio y el miocardio, presentándose una forma acorazada.

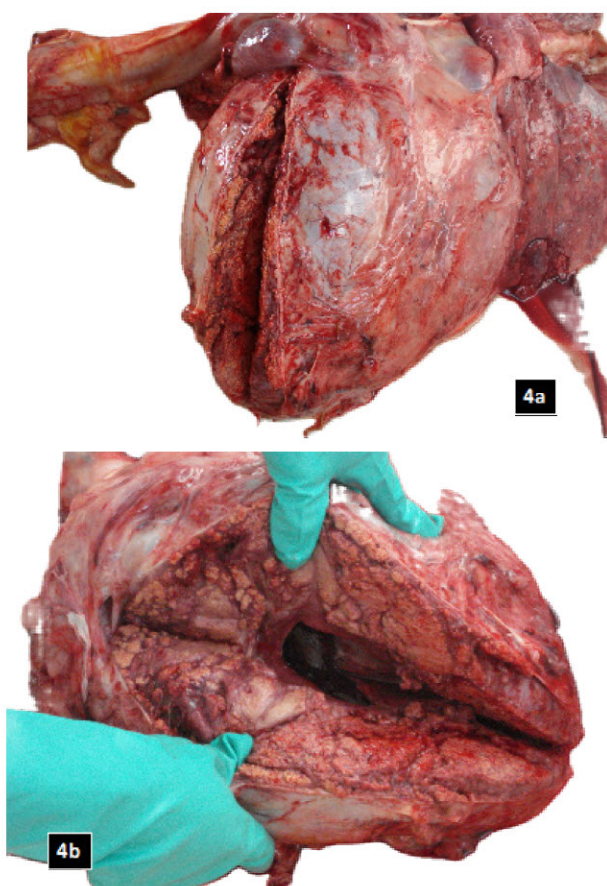


Figura 4a y 4b. Corazón acorazado. Pericardio engrosado con calcificaciones que se distribuyen hasta el epicardio.

La serosa pericárdica está formada por 2 capas mesoteliales, visceral y parietal, que conforman un espacio o saco pericárdico. Está muy innervada e íntimamente relacionada a los nervios frénicos. En casos de pericarditis, entre las causas más conocidas esta la TB, en la cual se crea una costra cicatrizal sobre el pericardio visceral con calcificaciones que ocupan la cavidad, que toman el epicardio, y a veces el miocardio (corazón en coraza, de piedra, blindado o acorazado). Los cambios cicatrizales son más evidentes hacia el atrio, ventrículo derecho y emergencias vasculares, y dan constricción y compresión (Armas-Pérez *et al.*, 2011).

El uso de las recién desarrolladas pruebas del Interferón gamma (INF- γ), Ensayo de inmunoadsorción ligado a enzima para tuberculosis (ELISA-TBC) y PCR, en zonas de alta prevalencia, ha permitido mostrar diferentes patrones de respuesta inmunitaria frente a *M. bovis* y dar un nuevo enfoque a los estudios epidemiológicos de la enfermedad, sin embargo, estas pruebas no deben usarse como criterio único de diagnóstico de *M. bovis*, sino como pruebas complementarias (Casillas *et al.*, 1995; Rivera y Giménez, 2010). Las muestras para histopatología se fijan en solución de formaldehído al 10% en solución búfer fosfato (PBS) y se incluyen en parafina. Los cortes histológicos se tiñen con hematoxilina-eosina (HE) y Ziehl-Neelsen (ZN). Las preparaciones se examinan para detectar lesiones sugestivas de TB y la presencia de bacilos ácido-alcohol resistentes, para identificar lesiones compatibles

con TB (Estrada-Chavez *et al.*, 2004).

4. Diafragmitis tuberculosa

Aunque los porcentajes más altos de lesiones por Tb se presentan en los pulmones, pueden observarse algunos casos en otros órganos, como se muestra en la **Fig. 5a y 5B**, en las que se presenta un caso de diafragmitis tuberculosa causada por *M. bovis*, en este caso la inflamación observada puede considerarse crónica debido a las lesiones multifocales granulomatosas bien diferenciadas. En el ganado, el 80-90% de las lesiones son pulmonares y con menor frecuencia están implicados otros órganos circundantes, como el diafragma (Rosenberger, 2005).

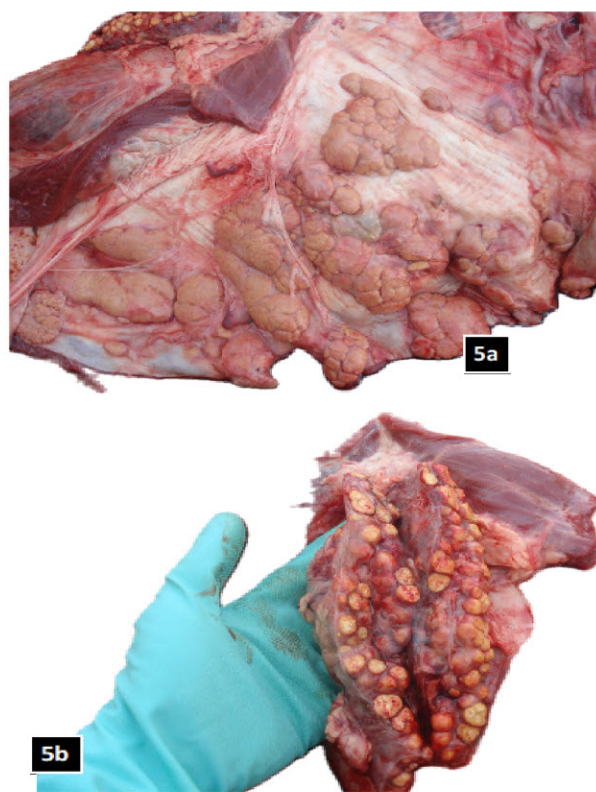


Figura 5a y 5b. Diafragmitis tuberculosa. Proceso inflamatorio crónico con lesiones multifocales granulomatosos de tipo tuberculoide bien diferenciadas.

A nivel de laboratorio, los métodos diagnósticos de la TB en bovinos son la observación microscópica (histopatología) y el cultivo de las micobacterias, que son empleados post mortem (Escobar *et al.*, 2003). Para confirmar la infección se realiza una inspección post mortem, se considera un método práctico, si se utiliza conjuntamente con la histopatología, para identificar lesiones granulomatosas compatibles con TB bovina. Para el diagnóstico definitivo se envían muestras de estas lesiones al laboratorio de bacteriología, sin embargo, el diagnóstico de TB mediante el cultivo de *M. bovis* representa

una verdadera barrera de tiempo, dinero y esfuerzo, debido a los problemas asociados al aislamiento de esta micobacteria (Estrada-Chávez *et al.*, 2004).

5. Adenomegalia de nódulos linfáticos retromamarios

Aunque los porcentajes de lesiones por TB en glándulas mamarias y nódulos retromamarios son muy bajos, en la **Fig. 6a y 6b** se puede observar una linfadenitis granulomatosa en los nódulos retromamarios, aunque los márgenes no se presentaron bien definidos, fueron palpables al tacto.

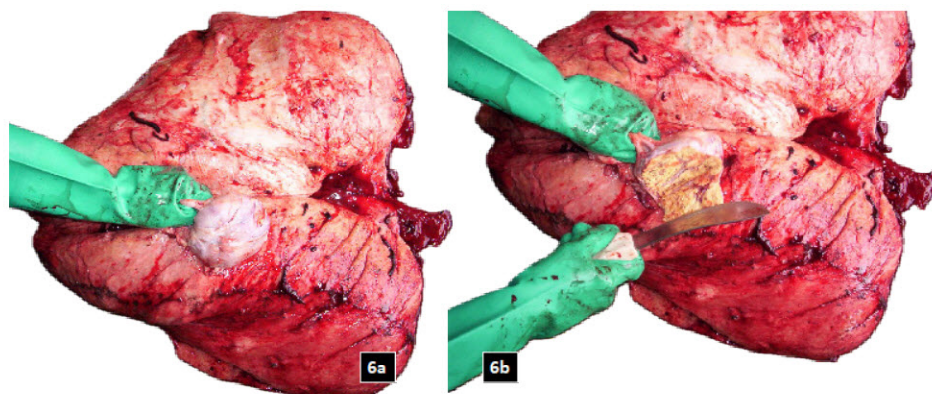


Figura 6a y 6b.

linfadenitis granulomatosa en nódulos retromamarios. nódulo denso de márgenes indefinidos, palpable sin adherencias a tejido conectivo periférico.

Solo un 2% de las vacas tuberculosas, presentan lesiones en glándula mamaria y nódulos retromamarios. Sin embargo, tienen importancia particular por ser fuente de transmisión para los becerros, de igual forma, representan una importante fuente de contagio para el humano, durante el ordeño y por el consumo de leche bronca (Ramírez-Pérez, 2011).

6. Tuberculosis genital

En las **Fig. 7a y 7b** se presentan los hallazgos a la necropsia de TB genital, en este caso se presentó una endometritis y salpingitis granulomatosa, los tejidos circundantes resultaron afectados.

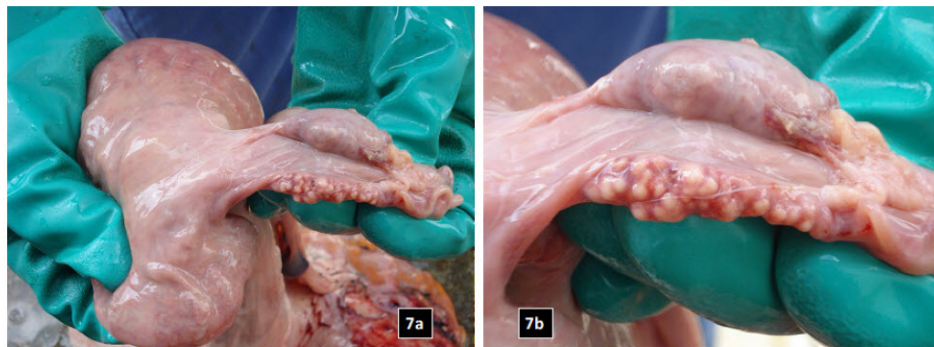


Figura 7a y 7b.
Endometritis y salpingitis granulomatosa compatible con tuberculosis genital.

La tuberculosis genital una entidad de curso insidioso e indolente. Esta afección es infrecuente, de curso asintomático o con pocos síntomas que se manifiesta principalmente con infertilidad (Castro y Montvelisky, 1998). Puede ocurrir por propagación hematógica de algún tipo de tuberculosis activa; o la menos frecuente, la vía transmural. Inicialmente se localiza en el endosalpinx (**Fig. 7a y 7b**) y se extiende al

peritoneo, endometrio, ovarios, cérvix y vagina (Franco-Sansaloni *et al.*, 2016).

7. Tuberculosis intestinal

En este hallazgo, los principales órganos de diseminación de la tuberculosis visceral incluyeron el intestino (tuberculosis cecal; **Fig. 8a y 8b**), peritoneo, omentos (omentitis granulomatosa; **Fig. 9a y 9b**), ganglios linfáticos (tuberculosis mesentérica; **Fig. 10a y 10b**).

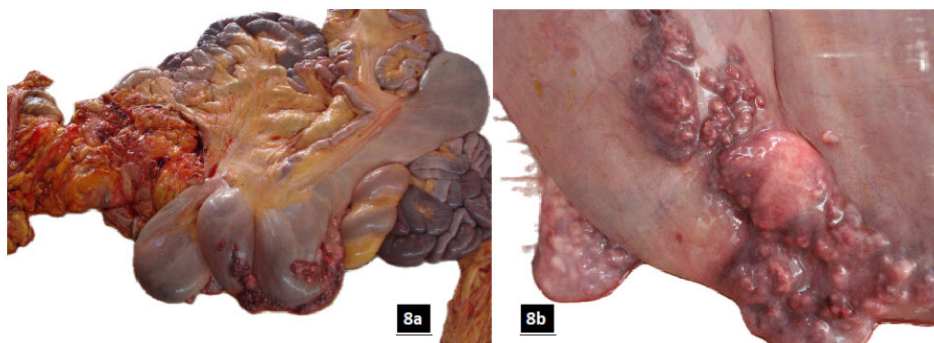


Figura 8a y 8b.
Tuberculosis cecal. Masas inflamatorias nodulares de origen tuberculoso. La tuberculosis intestinal ocurre principalmente en la región cecal.

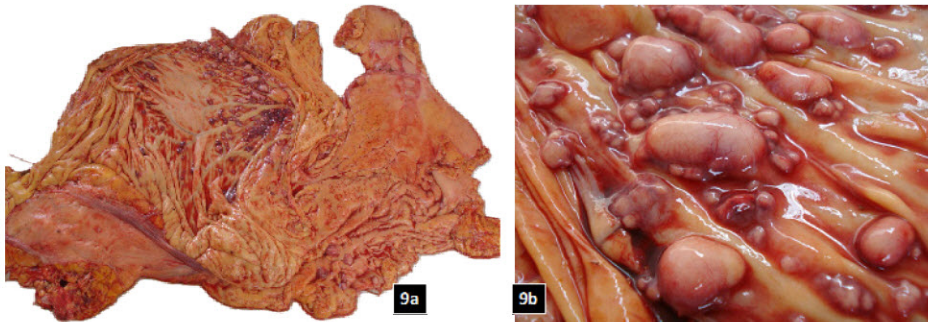


Figura 9a y 9b. Omentitis granulomatosa. Lesiones nodulares multifocales de origen tuberculoso.

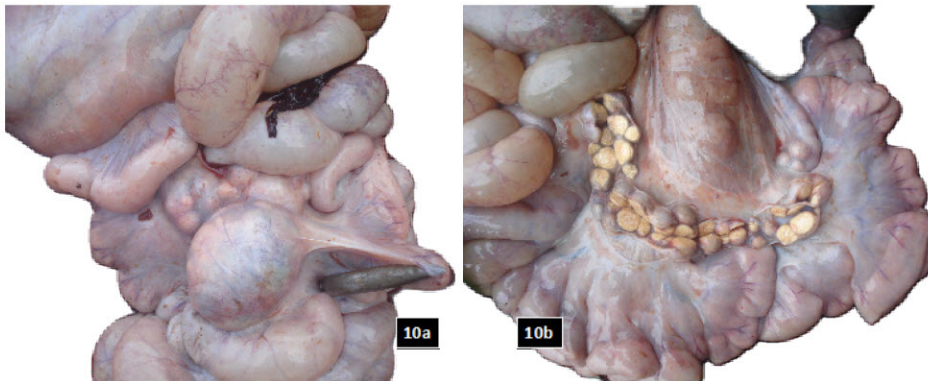


Figura 10a y 10b. Tuberculosis mesentérica. Cadena linfonodular con granulomas caseosos calcificados crepitantes.

La tuberculosis intestinal suele ser causada por la migración de bacilos, por agua o alimentos contaminados. Los bacilos causan necrosis caseosa en el intestino, seguida de diseminación a los ganglios linfáticos mesentéricos. La enfermedad mesentérica es una manifestación importante, inicialmente, el mesenterio está engrosado con algunos ganglios linfáticos discretos intercalados en su interior y en la etapa posterior, la enfermedad mesentérica representa masas inflamatorias irregulares de ganglios linfáticos caseosos (Sinan *et al.*, 2002). El peritoneo y la región ileocecal son los sitios

más probables de infección y están afectados en la mayoría de los casos por diseminación hematológica o por la deglución de esputo infectado de tuberculosis pulmonar primaria (Sheer y Coyle, 2003).

8. Tuberculosis gastrointestinal

El absceso hepático por *Mycobacterium* es una afección poco frecuente, sin embargo, en este hallazgo se observaron abscesos tuberculosos en hígado, en la **Fig. 11a y 11b** se puede observar claramente una linfadenitis granulomatosa y hepatitis abscedativa multifocal.



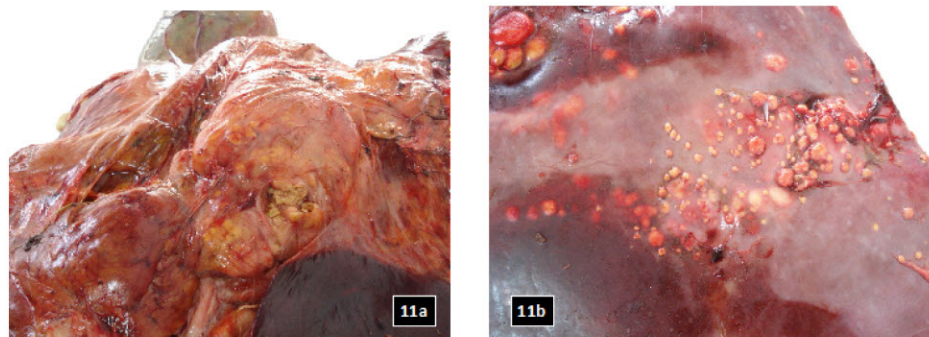


Figura 11a y 11b.
Linfadenitis
granulomatosa y hepatitis
abscedativa multifocal
tuberculosa.

En la tuberculosis gastrointestinal se presenta infección del peritoneo, los órganos abdominales se encuentran huecos o sólidos y los vasos linfáticos abdominales con microorganismos del género *Mycobacterium* (Sheer y Coyle, 2003). El absceso hepático por *Mycobacterium* es una afección poco frecuente, aunque se pueden encontrar abscesos tuberculosos en hígado, bazo, páncreas, retroperitoneo y pared abdominal (Mora *et al.*, 2002).

9. Tuberculosis renal

En la **Fig. 12a y 12b** se presenta un caso de nefritis tuberculosa, en la que se observa una lesión en la región medular y cortical, así como un incremento en el tamaño del lóbulo renal. En este caso se presentaron lesiones granulomatosas en el glomérulo, los granulomas presentan daños de manera local, de igual forma se puede observar una necrosis parenquimatosa y transgresión de la luz tubular con ingreso al intersticio medular.



Figura 12a y 12b. Nefritis
tuberculosa. Lesión que
transgrede la región
medular y cortical con
incremento de tamaño del
lóbulo renal.

La tuberculosis renal es causada por microorganismos que forman parte del complejo de micobacterias, su diseminación usualmente es hematógena, como una metástasis a partir de un foco primario, consiste en la formación de lesiones granulomatosas en el glomérulo, los granulomas pueden dañar en forma local, calcificar, causar necrosis parenquimatosa, caseificar o transgredir la luz tubular y entrar al intersticio medular. Las formas avanzadas pueden causar distorsión caliceal, estenosis ureteral, fibrosis vesical o falla renal progresiva si la enfermedad es bilateral (casi siempre se presenta de forma unilateral) (Carrillo-Esper *et al.*, 2010).

Conclusión

La tuberculosis no tiene límites orgánicos, se puede manifestar en órganos blandos, duros, tubulares, parenquimatosos, etc. Es por ello que, el monitoreo constante del ganado, en haras de cumplir con la normativa y garantizar la salud pública, son indispensables. Actualmente, existen herramientas de diagnóstico con mayor sensibilidad y especificidad, que permiten apoyar a un diagnóstico más certero, sin embargo, con limitantes para su aplicación como pruebas de campo, por lo que, la prueba de tuberculina y la necropsia cobran mayor relevancia.

Referencias

- Armas Pérez, B. A., García Rodríguez, M. E., Duménigo Arias, O., Reyes Balseiro, E. S., & Segura Pujal, L. A. (2011). Revisión y experiencia en cinco casos de pericardiotomía extensa. *Revista Cubana de Cirugía*, 50(4), 438-450.
- Carrillo-Esper, R., Moreno-Castañeda, L., Hernández-Cruz, AE y Aguilar-Zapata, DA (2010). Tuberculosis renal. *Cirugía y Cirujanos*, 78 (5), 442-447.
- Casillas, C. R., Elizondo, G. V., & Díaz, C. A. (1995). Comparación del ELISA con la tuberculización en el diagnóstico de la tuberculosis bovina. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 33(3).
- Castro, V., & Montvelisky, H. (1998). Salpingitis tuberculosa: informe de un caso. *Revista Costarricense de Ciencias Médicas*, 19(3-4), 232-236.
- Díaz, F., Banda, V., Jaramillo, L., Arriaga, C., Gonzales, D., Estrada, C. 2003. "Identificación de bovinos portadores de *Mycobacterium Bovis* aplicando técnicas inmunológicas y moleculares". *Veterinaria México*. 34 (1).
- Escobar C., Cedeño, I., Tarté, M., & Bravo, J. (2003). Identificación de M. bovis de muestras de órganos bovinos y esputo humano. *Revista Médica de Panamá*, 28, 5.
- Estrada-Chávez, C., Otero, F. D., Díaz, C. A., Villegas-Sepúlveda, N., González, R. P., & Salazar, D. G. (2004). Concordancia de la PCR y métodos rutinarios para el diagnóstico de tuberculosis bovina. *Veterinaria México*, 35(3), 225-236.
- Franco-Sansaloni, A., Vizcaíno-Torres, J., Gana-Morales, J., Estellés-Morant, D., & Antonio-Serrano, J. (2016). Tuberculosis genital: manifestación atípica durante el embarazo. Reporte de un caso. *Ginecología y Obstetricia de México*, 84(5).
- González-Medina, A. & Martínez-Natera, O. (2001). Concordancia entre el diagnóstico de defunción y el diagnóstico anatomopatológico por necropsias en el Hospital Central Militar. *Revista de Sanidad Militar*, 55(3).
- Inchaurraga Álvarez, I., Herrejón Silvestre, A., Plaza Valía, P., & Blanquer Olivas, R. (2001). Tuber-



- culosis miliar, ganglionar, pancreática y costal: Presentación clínica y revisión bibliográfica. In *Anales de Medicina Interna* (Vol. 18, No. 9, pp. 39-41). Arán Ediciones, SL.
- Lozano Alarcón, F., González Charry, H. E., Rodríguez Martínez, G., Gutiérrez, A., & Rojas, C. (2018). Descripción de las lesiones macro y microscópicas del primer brote de tuberculosis bovina en Colombia.
- Mora, R. B., Pérez, J. L., Martínez, P. M., Cruz, M. L., Gascón, F. S., & Reyes, P. P. (2002). Absceso hepático tuberculoso en paciente inmigrante con tuberculosis pulmonar. *Archivos de Bronconeumología*, 38(5), 246-248.
- Morales, A., Martínez, I., Carlos, A., Álvarez, G., Álvarez, M., & Maldonado, J. (2005). Comparación de histopatología, cultivo y PCR en el diagnóstico de tuberculosis bovina. *Revista Científica*, XV(2), 103-108.
- Morales, A., Lamprea Garrido A, García Hermoso A, Méndez Sánchez, A. (2017). La necropsia en campo: un servicio agregado en la medicina veterinaria rural. *Rev Med Vet.*; (34 Supl):167-180. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/mv.4264>
- Moreno, B., Pérez, A. G., & Rekalde, G. A. (2003). Necropsia y toma de muestras de abortos ovinos. *Ovis*, (86), 65-76.
- Oriani, D. S., Dubarry, J. R., Errea, A., Vera, O. A., Maria, A., Cavagion, L. J., & Staskevich, A. S. (2011). Asociación entre el diagnóstico de Tuberculosis Bovina por intradermorreacción, la anatomopatóloga, la bacteriología y la posible interferencia con micobacterias ambientales. *Ciencia Veterinaria*, 13(1), 42-47.
- Peixoto, P. V., & Barros, C. S. (1998). A importancia da necropsia em medicina veterinaria. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 18, 132-134.
- Pérez-Barragán, E., & Manjarrez-Tellez, B. (2019). Tuberculosis por *Mycobacterium bovis*: una infección reemergente?. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 55(5), 635-640.
- Radostits, O., Gay, C., Blood, D., Hinchcliff. 2001. "Medicina veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino". Mc Graw Hill Interamericana, España. Novena edición. pp. 1075-1081
- Ramírez Pérez, L. (2011). Diagnóstico histopatológico de tuberculosis bovina en ganado lechero del Complejo Agropecuario E Industrial De Tizayuca (CAIT), Hidalgo. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
- Reyes, B., Cardona, J., Montes, D., & Vargas, M. (2018). Hallazgos anatomopatológicos en un bovino infectado con tuberculosis en Vicos, Brasil. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 10(2), 190-196.
- Rivera, S., & Giménez, J. F. (2010). La Tuberculosis Bovina en Venezuela: patogénesis, epidemiología, respuesta inmunitaria y nuevas alternativas para el diagnóstico. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 11(9), 1-27.
- Rosenberger, G. 2005. "Medicina interna y cirugía del bovino". Ed. Intermédica. Vol. 1 y 2. pp. 1110-1118.
- Sáenz, K. D. J. B. (2021). *Análisis de compuestos orgánicos volátiles emitidos por muestras biológicas para el diagnóstico de tuberculosis bovina en jabalíes* (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).
- Sheer, TA y Coyle, WJ (2003). Tuberculosis gastrointestinal. *Current gastroenterology reports*, 5 (4), 273-278.
- Sinan, T., Sheikh, M., Ramadan, S., Sahwney, S. y Behbehani, A. (2002). Características de la TC en la tuberculosis abdominal: 20 años de experiencia. *BMC medical imaging*, 2, 1-7.
- Souza, M. A. D., Bombonato, N. G., Soares, P. M., Ramos, G. B., Santos, M. P. D., Ganda, M. R., & Lima-Ribeiro, A. M. C. (2014). Frequência de lesões macroscópicas em carcaças de bovinos reagentes ao teste tuberculínico. *Arquivos do Instituto Biológico*, 81, 363-367.
- Valdez-Martínez, E., Arroyo-Lunagómez, E., & Landero-López, L. (1998). Concordancia entre el diagnóstico clínico y el patológico por necropsias. *Salud pública de México*, 40(1), 32-37.