

FECHA DE ADQUISICIÓN 00181

NUM. DE INVENTARIO 00181

PROCEDENCIA _____

NUM. CALIFICACIÓN 00181

PRECIO _____

DIST. _____

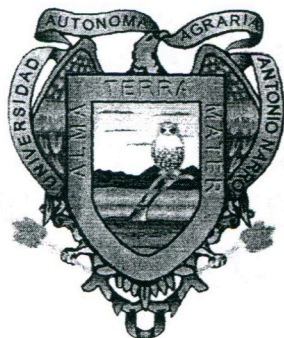


00181

SF967
.T8
.B46 2006
TESIS
Ej.1

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TB, ENFERMEDAD CON CARÁCTER DE ACREDITACIÓN DE
ACUERDO A LAS NORMAS VIGENTES EN EL ÁREA DE SALUD
ANIMAL.

POR:

ROSENDO BENITEZ MUÑOZ

MONOGRAFIA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

AGOSTO DE 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

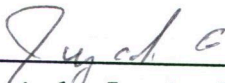
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

MONOGRAFÍA

TB, ENFERMEDAD CON CARÁCTER DE ACREDITACIÓN DE
ACUERDO A LAS NORMAS VIGENTES EN EL ÁREA DE SALUD
ANIMAL.

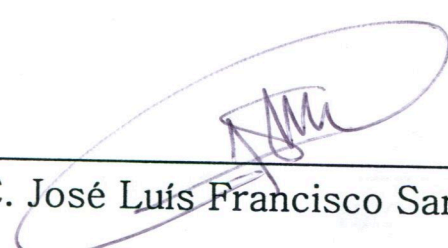
APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE REVISIÓN

PRESIDENTE DEL JURADO



M.C. José de Jesús Quezada Aguirre

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



M.C. José Luis Francisco Sandoval Elias



División de la División
Regional de Ciencia Animal
LAGUNA - UT

00181

TB, ENFERMEDAD CON CARÁCTER DE ACREDITACIÓN
DE ACUERDO A LAS NORMAS VIGENTES EN EL ÁREA DE
SALUD ANIMAL.

MONOGRAFÍA ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL
COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESIDENTE:


M.C. JOSÉ DE JESÚS QUEZADA AGUIRRE

VOCAL:


I.Z. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS.

VOCAL:


M.V.Z. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

VOCAL SUPLENTE:


I.Z. HÉCTOR ESTRADA FLORES

DEDICATORIAS

A DIOS

A ti señor por darme la alegría de vivir e iluminar mi camino, brindarme salud y la fuerza necesaria para poder derribar todos los obstáculos, logrando así una de mis grandes metas, hacer los momentos menos ásperos por eso te dedico cada uno de mis triunfos y derrotas, gracias por estar cuando más te necesito.

A MIS PADRES

Juana Muñoz Pineda y Ramón Benítez Bahena

Con amor, respeto y admiración, a ustedes como una humilde muestra de gratitud, por su comprensión y confianza que siempre han brindado; ser mi fortaleza en los momentos más difíciles en este largo camino, a sus sabios consejos de luchar siempre por lo que en verdad se quiere, darme la oportunidad de ser alguien en la vida.

A MIS HERMANOS

Lilia, Ramón, Ramiro, Antonia y Rubén

Por su cariño y paciencia gracias por su gran apoyo e impulsarme a seguir adelante, por los momentos felices que pasamos juntos, los quiero mucho .

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma mater por cobijarme en su seno, alimentarme de sabiduría y brindarme un espacio, haberme formado como Médico Veterinario Zootecnista.

Al Mc. José de Jesús Quezada Aguirre, con cariño y admiración, por brindarme la oportunidad en la realización de este trabajo; agradezco su valioso tiempo, sin usted no hubiera sido posible lograrlo.

Al MVZ. Rodrigo Isidro Simón Alonso, Iz. Héctor Estrada Flores, Iz. Jorge Horacio Borunda Ramos y Mc. Jose Luís Francisco Sandoval Elias. Con Admiración y respeto, les agradezco infinitamente su paciencia, así como también por ser parte de mi formación como profesionista sin ustedes no hubiera sido posible culminar una de mis metas, sinceramente muchas gracias.

A mis compañeros y amigos. M.V.Z. Felipe Miranda Rosas, M.V.Z. Ernesto Castrejon, M.V.Z. Víctor González de la Fuente, M.V.Z. Alejandra Ortiz, Juan José Espinoza, Señora: Alejandra López Álvarez e Hijos Ernesto, monica y la familia Rangel Por apoyarme y por pasar momentos de gran alegría y compartir nuestras penas durante este tiempo, esperando volverlos a ver algún día.

NOM-031-ZOO-1995 CAMPAÑA NACIONAL CONTRA LA TUBERCULOSIS BOVINA (*Mycobacterium bovis*)

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-031-ZOO-1995, CAMPAÑA NACIONAL CONTRA LA TUBERCULOSIS BOVINA (*Mycobacterium bovis*).

ROBERTO ZAVALA ECHAVARRIA, Director General Jurídico de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, con fundamento en los artículos 35 fracción IV, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1°, 3°, 4°, 6°, 7°, 9°, 11, 12, 15, 16, 17, 19, 23, 25, 26, 30, 31, 32 y 33 del Reglamento para Campañas de Sanidad Animal; 2°, 3°, 5°, 9°, 17, 18 y 19 del Reglamento de la Ley de Sanidad Fitopecuaria de los Estados Unidos Mexicanos en Materia de Movilización de Animales y sus Productos; 1°, 3°, 4°, fracción III, 12, 13, 31, 32 y 33 de la Ley Federal de Sanidad Animal; 38 fracción II, 40 fracciones III, XI y XIII y 41 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 10 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Considerando

Que es función de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, fomentar la producción pecuaria y consecuentemente cuidar la prevención, control y erradicación de las plagas y enfermedades que como la Tuberculosis afectan a la ganadería nacional tanto en su nivel de producción como en la calidad de sus productos, y que además es una de las zoonosis más importantes.

Que para elevar la producción y mejorar la calidad sanitaria de los productos de origen animal, es necesario establecer un control estricto sobre la tuberculosis bovina que permita a la ganadería nacional desarrollarse en mejores condiciones sanitarias, así como mantener e incrementar la exportación de ganado bovino en pie hacia otros países, entre los que se encuentran los Estados Unidos de América.

Que la exportación de ganado bovino en pie a los Estados Unidos de América, puede verse afectada por la presencia de esta enfermedad, representando una pérdida de divisas de 450 millones de dólares anuales.

Que al controlar y erradicar la tuberculosis bovina, se eliminará una fuente potencial de infección para el humano, situación que ha sido demostrada en varios países a través de campañas de prevención, control y erradicación de la tuberculosis.

Que en los animales afectados, la producción de leche disminuye hasta en un 17%. Que de los 7 mil millones de litros de leche que se producen en México, solamente el 50% de la producción se pasteuriza, lo demás se consume o se transforma en derivados lácteos, lo que implica un alto riesgo para la salud pública.

Que para conseguir los propósitos enunciados, de indudable interés público y social, es necesario establecer una campaña nacional, obligatoria y permanente, para prevenir, controlar y erradicar la Tuberculosis bovina, por lo que he tenido a bien expedir la Norma Oficial Mexicana de la Campaña Nacional contra la tuberculosis bovina (*Mycobacterium bovis*).

INDICE

- 1.- OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION**
- 2.- REFERENCIAS**
- 3.- DEFINICIONES**
- 4.- DISPOSICIONES GENERALES**
- 5.- FASES DE CAMPAÑA**
- 6.- IDENTIFICACION**
- 7.- DIAGNOSTICO**
- 8.- CONSTATAION DE HATOS**
- 9.- UNIDADES DE PRODUCCION CONTROLADA**
- 10.- SACRIFICIO**
- 11.- MOVILIZACION**
- 12.- EXPORTACION**
- 13.- UNIDADES DE REGULARIZACION ZOOSANITARIA**
- 14.- IMPORTACION**
- 15.- VIGILANCIA E INVESTIGACION EPIZOOTIOLOGICA**
- 16.- MEDIDAS CUARENTENARIAS.**
- 17.- DESINFECCION**
- 18.- ESTIMULOS**
- 19.- CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES**
- 20.- SANCIONES**
- 21.- BIBLIOGRAFIA**
- 22.- DISPOSICIONES TRANSITORIAS**

APENDICE "A" (NORMATIVO) PARTE I

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

1.1. La presente Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene por objeto, regular y establecer los procedimientos, actividades, criterios, estrategias, técnicas y características para el control y erradicación de la tuberculosis bovina. Su campo de aplicación serán todas las explotaciones pecuarias que manejen bovinos, inclusive para aquellas personas que posean únicamente un animal.

1.2. La vigilancia de esta Norma corresponde a la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural y a los gobiernos de los estados en el ámbito de sus respectivas atribuciones y circunscripciones territoriales, de conformidad con los acuerdos de coordinación respectivos.

1.3. La aplicación de las disposiciones contenidas en esta Norma, compete a la Dirección General de Salud Animal, a la Comisión Nacional para la Erradicación de la Tuberculosis Bovina y Brucelosis, así como a las Delegaciones Estatales de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, en el ámbito de sus respectivas atribuciones y circunscripciones territoriales.

2. REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta Norma, deben consultarse las siguientes normas oficiales mexicanas:

NOM-003-ZOO-1994. Criterios para la operación de laboratorios de pruebas aprobados en materia zoosanitaria, publicada el 28 de abril de 1994.

NOM-008-ZOO-1994. Especificaciones zoosanitarias para la construcción y equipamiento de establecimientos para el sacrificio de animales y los dedicados a la industrialización de productos cárnicos, publicada el 16 de noviembre de 1994.

NOM-009-ZOO-1994. Proceso sanitario de la carne, publicada el 16 de noviembre de 1994.

NOM-008-SCFI-1993. Norma oficial mexicana sistema general de unidades de medida, publicada el 14 de octubre de 1993.

3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Para efectos de esta Norma, se entiende por:

3.1. Animal enfermo: Es aquel animal de las especies bovinas del cual se aisló el *Mycobacterium bovis*.

3.2. Animal expuesto: Es aquel de las especies bovinas que ha tenido contacto con un animal o animales enfermos de los cuales se aisló el *Mycobacterium bovis*.

3.3. Animal negativo: Es aquel animal que ha sido sujeto a una o varias pruebas diagnósticas oficiales de tuberculosis y cuyos resultados han sido negativos.

3.4. Animal reactor: Es el que ha sido sujeto a una o más pruebas diagnósticas oficiales de tuberculosis y cuyos resultados han sido positivos.

3.5. Animales castrados: Aquellos animales a los que se les ha extraído quirúrgicamente o por otros medios los testículos u ovarios.

3.6. Animales enteros: Aquellos animales que se encuentran íntegros en sus órganos reproductivos.

3.7. Área cuarentenada: Área, territorio, unidad productiva o instalaciones que por disposiciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural se declaran en cuarentena.

3.8. Área en control: Área geográfica determinada en la que operan medidas zoonosanitarias tendentes a disminuir la incidencia o prevalencia de la tuberculosis bovina.

3.9. Área en erradicación: Área geográfica determinada en la que operan medidas zoonosanitarias tendentes a la eliminación total de la tuberculosis bovina.

3.10. Área libre: Área geográfica determinada en la cual se ha eliminado; o bien, no se han presentado o detectado casos positivos de tuberculosis bovina en los últimos cinco años.

3.11. Arete azul: Identificación oficial para animales destinados a la exportación que fueron probados y resultaron negativos a la prueba de tuberculina.

3.12. Arete azul con siglas "HL": Identificación oficial para animales procedentes de hatos libres con fines de exportación.

3.13. Arete rojo: identificación oficial para aquellos animales reactivos a la prueba de tuberculina.

3.14. Arete oficial de Campaña: Arete metálico autorizado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural para la identificación individual de animales.

3.15. Campaña: La Campaña Nacional Contra la Tuberculosis Bovina.

3.16. Comerciantes de ganado: Aquellas personas físicas o morales, cuya actividad es la comercialización de ganado y no la producción del mismo.

3.17. Comisión: La Comisión Nacional para la Erradicación de la Tuberculosis Bovina y Brucelosis.

3.18. Comité: Corresponde a los Comités de Fomento y Protección Pecuaria o aquellos comités o subcomités específicos establecidos para apoyar el desarrollo de la campaña.

3.19. Constancia de hatillo libre: Documento oficial otorgado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, al propietario del hatillo que ha demostrado mediante pruebas de tuberculina, que los animales se encuentran libres de tuberculosis bovina.

3.20. Constancia de hatillo negativo: Documento oficial otorgado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, al propietario del hatillo que ha resultado negativo a una prueba de tuberculina.

3.21. Constatación: Trámite mediante el cual se otorgan los documentos oficiales expedidos por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural al propietario de un hatillo que ha demostrado que los animales se encuentran libres de tuberculosis a una o varias pruebas de tuberculina.

3.22. Control: Conjunto de medidas zoonosanitarias que tienen por objeto disminuir la incidencia o prevalencia de la tuberculosis bovina en un área geográfica determinada.

3.23. Control de campo para pruebas de tuberculina: Formatos básicos de trabajo, donde se asientan inicialmente los resultados de las pruebas diagnósticas.

3.24. Coordinador Estatal: Médico Veterinario oficial dependiente de la Comisión, designado para coordinar los trabajos de Campaña y a los supervisores distritales en los Estados.

3.25. Corral o pradera cuarentenaria: Instalación habilitada bajo la supervisión de Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, en la cual se controla el ingreso y egreso de los animales a la misma.

- 3.26.** Cuarentena: Medida zoosanitaria basada en el aislamiento, observación y restricción de la movilización de animales y sus productos, por la sospecha o existencia de la tuberculosis bovina.
- 3.27.** Delegación.: Delegación de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural en los Estados.
- 3.28.** Desinfectantes: Productos químicos utilizados en las instalaciones y vehículos, destinados a la destrucción del *Mycobacterium bovis*.
- 3.29.** Dictamen de prueba: Documento oficial elaborado por el Médico Veterinario oficial o aprobado, en el que se reportan los resultados de la prueba diagnóstica, el cual tiene una vigencia de 60 días.
- 3.30.** Dirección: La Dirección General de Salud Animal.
- 3.31.** Erradicación: Eliminación total de la tuberculosis bovina en un área geográfica delimitada.
- 3.32.** Especies susceptibles: Bovinos, caprinos, ovinos, porcinos, aves, caninos, felinos, otros mamíferos silvestres y el hombre.
- 3.33.** Estación cuarentenaria para exportación: Instalaciones autorizadas por la Secretaría para alojar bovinos, como punto de verificación zoosanitaria.
- 3.34.** Fases de Campaña: Corresponde a la clasificación sanitaria de las etapas en que se encuentra el municipio, región o estado de acuerdo a los avances en la Campaña verificados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural a través de la Comisión.
- 3.35.** Fierro Limpio: La marca permanente única que identifica a un animal o el hato y que corresponde o representa a la unidad productiva o a su propietario.

3.36. Ganado de doble propósito o mixto: Corresponde al tipo de animales en una explotación, en la cual se produce ganado para carne y se aprovecha su producción de leche.

3.37. Ganado productor de carne: Corresponde al tipo de animales de una explotación, especializados en la producción de carne.

3.38. Ganado productor de leche: Corresponde al tipo de animales de una explotación, especializados en la producción de leche.

3.39. Hato: Conjunto de animales de una misma especie que se encuentra ubicado en una unidad de producción.

3.40. Hato afectado: Corresponde al hato en el cual se han identificado animales positivos a tuberculosis.

3.41. Hato libre: Hato que cuenta con la constancia correspondiente expedida por la Comisión.

3.42. Incidencia: Número de nuevos casos de tuberculosis que aparece en una población animal determinada durante un periodo específico en un área geográfica definida.

3.43. Laboratorio aprobado: Laboratorio reconocido por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, para realizar servicios de diagnóstico en tuberculosis, mediante el análisis bacteriológico e histopatológico de las muestras.

3.44. Marcaje de reactores: Marcaje permanente con una letra "T" en el masetero izquierdo y/o perforación circular de 2.5 cm. de diámetro en la parte central de la oreja izquierda, en cualquier caso combinada con el uso de arete metálico o arete plástico de color rojo.

3.45. *M. bovis*: *Mycobacterium bovis*

- 3.46.** Médico Veterinario aprobado: Profesional reconocido por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural para realizar actividades de Campaña.
- 3.47.** Médico Veterinario oficial: Profesional que forma parte del personal de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural y que realiza funciones para efectos de esta Norma.
- 3.48.** Movilización: Traslado de animales, productos o subproductos de origen animal de un lugar a otro.
- 3.49.** Muestra: Sangre, suero, tejidos, órganos u otro definido por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, que tienen el propósito de ser analizados mediante pruebas de diagnóstico para identificar la presencia de tuberculosis.
- 3.50.** Norma.: Norma Oficial Mexicana de la Campaña Nacional contra Tuberculosis Bovina.
- 3.51.** Personal autorizado: Se considera para los fines de esta Norma, a los Médicos Veterinarios oficiales y aprobados.
- 3.52.** PPD: Derivado Proteico Purificado, preparado a partir de filtrados de cultivo de *Mycobacterium bovis* o *avium*, autorizado para su empleo por la Dirección.
- 3.53.** Poseedores de ganado: Corresponde aquellas personas que poseen ganado sin ser clasificadas como productores, incluyendo los acopiadores que se dedican a reunir ganado para cualquier fin.
- 3.54.** Prevalencia: Número de casos de tuberculosis que se presentan en una población animal, en un área geográfica definida durante un período de tiempo determinado.

3.55. Productores: Propietarios de ganado que dentro de sus actividades se encuentra la de reproducción, engorda, ordeña u otra similar.

3.56. Pruebas diagnósticas: Aquellas autorizadas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural para la Campaña y que son:

a) Prueba de tuberculina:

- en el pliegue caudal
- cervical comparativa
- cervical simple

b) Histopatológica.

c) Aislamiento bacteriológico.

d) Cualquier otra prueba complementaria que se considere necesaria, de acuerdo a las disposiciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

3.57. Rastro: Establecimiento e instalaciones dedicadas al sacrificio e inspección de animales.

3.58. Responsabilidad compartida: Es aquella que tiene el Médico Veterinario aprobado u oficial, así como el propietario de los animales o representante legal de los mismos de cumplir con la presente Norma Oficial Mexicana.

3.59. Secretaría: La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

3.60. SIVE: Sistema de Vigilancia Epizootiológica.

3.61. Sistema de Investigación y Vigilancia Epizootiológica: Está integrado por un componente de notificación y seguimiento, que tiene por objeto resolver en forma rápida y eficiente los problemas de tuberculosis que se presenten en los bovinos, caracterizar la frecuencia y distribución de la enfermedad, así como mantener un sistema de información y seguimiento, que incluye los siguientes elementos:

- a) Muestreo de campo realizado por los Médicos Veterinarios oficiales o aprobados.
- b) Identificación y eliminación de reactores.
- c) Inspección post-mortem en rastros municipales o establecimientos Tipo Inspección Federal.
- d) Capacidad diagnóstica para Histopatología y bacteriología.
- e) Rastreo prospectivo y retrospectivo.
- f) Control y flujo de información como número de aretes, reportes, hallazgos y fechas de muestreo.
- g) Análisis de la información.
- h) Movilización.
- i) Cuarentenas.

3.62. Subdelegación: La Subdelegación de Ganadería de la Secretaría en los estados.

3.63. Supervisor Distrital: Médico Veterinario oficial dependiente de la omisión, designado para programar y supervisar los trabajos de los Médicos Veterinarios aprobados en su distrito.

3.64. Transportistas: Son aquellas personas que trasladan ganado de un lugar a otro.

3.65. Tuberculina: Antígeno que se utiliza para el diagnóstico de la tuberculosis bovina.

3.66. Tuberculosis bovina: Enfermedad infecto-contagiosa, de curso crónico y progresivo, causada por el *M. bovis*, que afecta a los animales y al hombre, por lo que se considera zoonosis, se caracteriza por la formación de lesiones granulo matosas en diversos órganos, que merman la condición física y productiva causando pérdidas económicas de consideración.

3.67. Unidad de producción: Rancho, finca, hacienda, granja, establo u otra similar.

3.68. Unidad de Producción Controlada: Instalaciones en las que se alojan bovinos lecheros reactivos a pruebas de tuberculina con la finalidad de aprovechar su producción antes del sacrificio.

3.69. URZ: Unidad de Regularización Zoosanitaria.

3.70. Unidad de Regularización Zoosanitaria: Infraestructura destinada al acopio de ganado con el propósito de realizar servicios zoonosanitarios para el cumplimiento de las normas oficiales referentes a las campañas zoonosanitarias.

3.71. Vigilancia epizootiológica: Conjunto de medidas zoonosanitarias que tienen el propósito de identificar y valorar la presencia de tuberculosis en un área determinada.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1. El propósito de la Campaña en bovinos consiste en establecer el diagnóstico, prevención y control para la erradicación de la enfermedad.

4.2. La Campaña se orienta a los animales de las especies bovinas de cualquier raza y función zootécnica. En lo correspondiente a otras especies domésticas y a la fauna silvestre, la Secretaría determinará las especies, en que por razones que se consideren necesarias, sea aplicada esta Norma en los lugares y tiempos que se indique.

4.3. La responsabilidad de operar la Campaña en los estados, será compartida entre el gobierno federal, los gobiernos estatales, los productores, poseedores y comerciantes de ganado, transportistas y otros que determine la Secretaría, con las organizaciones previstas en la Ley de Asociaciones Ganaderas y su Reglamento, a través de los Comités específicos de la campaña.

4.4. La protección de estados, regiones, zonas o hatos libres de la enfermedad o en etapas avanzadas del programa, se efectuará mediante el estricto control de la movilización animal, coordinándose para tal fin, el gobierno federal, estatal y los productores a través de la Comisión.

4.5. La prevención y control de la tuberculosis, también se podrá enfocar a reservorios y en la identificación de las fuentes de infección, así como en el correcto diagnóstico y notificación. Las actividades de operación serán. Responsabilidad del gobierno federal, estatal, municipal y de los productores, a través de la Comisión.

4.6. Ningún animal reactor a la prueba de tuberculina se podrá movilizar a otra explotación pecuaria, con excepción del ganado productor de leche que se destine a las unidades de producción controlada o instalaciones del mismo propietario dentro de la misma área geográfica determinada por la Secretaría y en transporte flejado.

4.7. Los Médicos Veterinarios aprobados, deberán notificar por escrito por lo menos con cinco días de anticipación a la Subdelegación de ganadería o Distrito de Desarrollo Rural, la programación de actividades de la Campaña, cuando se trate de animales a comercialización inmediata, esta notificación deberá efectuarse por lo menos con un día de anticipación de la fecha de realización de las pruebas diagnósticas.

4.8. Para efectos de campaña y sólo para el ganado especializado en la producción de leche, se incluye dentro de la fase de control un programa de monitoreo que permita determinar la prevalencia de la enfermedad y las estrategias a seguir para lograr el control y erradicación de la misma.

4.9. Para instrumentar el inicio de la campaña en cada estado, se reunirán los representantes del Comité Estatal para la Erradicación de la Tuberculosis Bovina, o en su caso, la Delegación de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, de la representación estatal de ganadería, de las Asociaciones Ganaderas Locales, de la Unión Ganadera Regional, del Colegio Estatal de Médicos Zootecnistas y de mutuo acuerdo propondrán e informarán a los ganaderos que comprendan el territorio de la Asociación Ganadera Local, los alcances de la campaña, fecha de inicio, los procedimientos a seguir, así como las fases y opciones del programa.

5. FASES DE CAMPAÑA

5.1. La Campaña contempla las siguientes fases de operación:

- a) Control
- b) Erradicación
- c) Libre

5.2. El reconocimiento oficial de las fases de operación de la Campaña se sujetará a los siguientes requisitos:

5.2.1. Control:

- Iniciar la elaboración de un padrón estatal de productores.
- Control de la movilización.
- Contará con algunos de los elementos del sistema de Vigilancia epizootiológica (Incisos a y b del punto 3.61.).
- Contará con un programa continuo de promoción de la Campaña.
- Constatación progresiva de hatos.
- Infraestructura de servicios veterinarios técnicos y de diagnóstico.
- Eliminación de reactores.
- Existencia de unidades de producción controlada (opcional).
- Existencia de URZ (opcional).
- Prevalencia de hato mayor a 2% o desconocida.
- Monitoreo en establos lecheros y desarrollo de estrategias.
- Cuencas lecheras permanecerán como áreas cuarentenadas.

5.2.1.1. Monitoreo en establos lecheros y desarrollo de estrategias.

Este programa será exclusivamente aplicado a ganado especializado en la producción de leche y consta de los siguientes elementos:

a) Realizar un muestreo de acuerdo a la tabla estadística del "APENDICE A" (NORMATIVO) a los animales de todas las Unidades de Producción de un área previamente determinada, con el fin de conocer la prevalencia de la tuberculosis.

El tamaño de la muestra será determinada por la Secretaría a través de la Comisión y en coordinación con los productores, con base en los elementos de zona o región, dispersión o confinamiento de los animales.

b) Una vez determinado el universo de la muestra se aplicarán las pruebas diagnósticas de campo de manera aleatoria por edades, función y estado fisiológico de los animales.

c) Conocida la prevalencia de la enfermedad, se determinarán los animales que de acuerdo a disposición del productor, se deban enviar a rastro autorizado por la Secretaría, para dar seguimiento al proceso de monitoreo. Los animales se podrán determinar por simple desecho e improductivos, éstos serán identificados y enviados a rastro de común acuerdo entre el propietario y el Médico Veterinario que realizó las pruebas.

d) Los animales que no vayan a rastro y que en las pruebas hayan sido reactivos, deberán ser identificados y de ser posible aislados dentro de la misma instalación o en otra que funcione como UPC.

e) Los establos que se encuentren en este programa no podrán realizar movilización de animales a otras explotaciones, salvo en el caso de movilización a una Unidad de Producción del mismo propietario dentro de la misma área geográfica determinada por la Secretaría, en cuyo caso se realizará en transporte flejado.

f) Los establos que no se encuentren por lo menos en este programa, no podrán realizar movilización alguna de animales, a menos que éstos sean probados con resultados negativos o en caso contrario a rastro o UPC.

g) Este programa se establece con la finalidad de iniciar dentro de la fase de control en las campañas.

5.2.2. Erradicación:

- Aprobación expresa de la Secretaría.
- Padrón estatal de productores actualizado.
- Control estricto de la movilización.
- SIVE en operación.
- Contar con un programa continuo de promoción de la campaña.
- Constatación del 100 % de los hatos para conocer la prevalencia de la zona.
- Infraestructura de servicios veterinarios técnicos y de diagnóstico en operación.
- Eliminación de reactores.
- Existencia de URZ, exclusivamente para prueba de ganado procedente de zonas en erradicación.
- Existencia de Unidades de Producción Controlada.- Prevalencia de hato menor al 2% con distribución conocida.
- Monitoreo en rastros y mataderos.
- Contar con un Dispositivo de Emergencia en Salud Animal.
- Cuencas lecheras permanecerán como áreas cuarentenadas.

-5.2.3. Libre

- No haber registrado un caso de la enfermedad en los últimos 5 años.
- Aprobación expresa de la Secretaría.
- Padrón de productores actualizado.
- Control estricto de la movilización.
- SIVE en operación.
- Contar con un programa continuo de monitoreo de la Campaña.
- Constatación del 100 % de los hatos.
- Infraestructura de servicios veterinarios técnicos y de diagnóstico en operación.
- Existencia de URZ, exclusivamente para prueba de ganado procedente de zonas en erradicación.
- Monitoreo en rastros y mataderos.

- Contar con un Dispositivo de Emergencia en Salud Animal.

La determinación de zona libre, se hará mediante acuerdo del Secretario de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, que deberá publicarse en el Diario Oficial de la Federación.

6. IDENTIFICACION

Para efectos de la Campaña se deberá identificar plenamente a los animales inscritos en la misma, y para esto se utilizarán las siguientes identificaciones:

6.1. Arete Oficial de Campaña: utilizado en animales inscritos en la Campaña y a los que se les aplica la prueba de tuberculina. El arete debe mostrar las siguientes características:

- a) La abreviatura del estado de origen.
- b) Número progresivo.

6.2. Arete Azul: utilizado en animales que fueron probados y resultaron negativos a la prueba de tuberculina, con fines de exportación.

6.3. Arete Azul con las siglas "HL": utilizado en animales procedentes de un hato libre y con fines de exportación. El arete debe mostrar las siguientes características:

- a) Siglas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) y de su respectivo logotipo.
- b) La abreviatura del estado de origen.
- c) Número progresivo.

Todos los animales que sean probados, resulten negativos y que sean destinados para la exportación, deberán ser marcados en forma permanente con la letra "M" al lado derecho de la base del maslo de la cola (región sacrococcígea).

6.4. Arete Rojo: utilizado en animales reactivos a la prueba de tuberculina.

Todos los animales reactivos a las pruebas de tuberculina serán marcados con una perforación circular, en la parte central de la oreja izquierda de 2.5 cm. de diámetro o con la letra "T" en forma permanente en el masetero izquierdo, además deberán ser aretados con el arete color rojo, para su clara identificación y enviados directamente a rastro autorizado por la Secretaría. En el caso de bovinos lecheros podrán ser trasladados a Unidades de Producción controlada.

6.5. Para el ganado de registro que se desee movilizar a ferias y exposiciones, podrá utilizarse como identificación el número de registro oficial tatuado en la oreja en vez del arete de campaña.

7. DIAGNOSTICO

7.1. Para efectos de Campaña, el diagnóstico de la tuberculosis se llevará a cabo por medio de:

- a) Tuberculinización.
- b) Análisis bacteriológico e histopatológico.
- c) Otros que determine la Secretaría.

7.1.1. Las pruebas de Tuberculinización autorizadas por la Secretaría y que serán aplicadas por Médicos Veterinarios aprobados en tuberculosis bovina y/o personal oficial aprobado son:

- a) Prueba en el pliegue caudal
- b) Prueba cervical comparativa
- c) Prueba cervical simple

7.1.2. Las tuberculinas autorizadas para efectos de Campaña son:

- a) PPD bovino: elaborado con *Mycobacterium bovis* cepa AN5, que se utilizará en la prueba caudal, cervical comparativa y cervical simple.
- b) PPD aviar: elaborado con *Mycobacterium avium* cepa D4, que será utilizada en la prueba cervical comparativa.

La tuberculina de PPD aviar debe contener como colorante el rojo de Ponceau, para distinguirla de la de PPD bovino que no lleva colorante.

c) Las tuberculinas deben ser transportadas y conservadas en frío a una temperatura de 4 a 8°C y protegidas de la luz solar directa durante el trabajo de campo, debe verificarse el lote y fecha de caducidad del producto. Una vez utilizado el antígeno, deberá desecharse el resto del contenido del envase si no se va a utilizar el mismo día.

7.1.3. El instrumental necesario para la realización de la tuberculinización, se ajustará a las siguientes especificaciones:

a) Se utilizarán jeringas graduadas de 1 ml con graduación de 0.1 ml, de preferencia desechables, automáticas o en caso contrario limpias, esterilizadas y en buen estado.

b) Las agujas serán hipodérmicas, calibre 24 a 26 de 0.5 a 1.0 cm. de largo de preferencia desechables o en caso contrario limpias, esterilizadas y en buen estado.

c) Para la prueba cervical comparativa se usará un cutímetro metálico o de plástico como el vernier o pie de rey, graduado en Mm.

7.1.4. Para la aplicación de cualquiera de las pruebas, éstas deben realizarse de forma única y durante la inoculación y en las 72 horas siguientes, no efectuarse otro tipo de manejos, como son el herrado, desparasitado, vacunación y otros, con el fin de no afectar los resultados.

7.2. Prueba Caudal.

Es la prueba básica operativa de rutina, cuando se desconoce la situación zoonosanitaria del hato en materia de tuberculosis; en estos casos, deberá ser aplicada por un Médico Veterinario aprobado o cuando la Secretaría lo determine será realizada por un Médico Veterinario oficial.

Los bovinos sujetos a esta prueba, deberán ser identificados con el arete oficial de la Campaña; o bien, con el arete azul en caso de que sean destinados para la exportación, se deberá anotar en la hoja de control de campo los datos correspondientes al propietario, localización del predio, lote de la tuberculina, fecha de caducidad, así como la descripción individualizada de los animales y los resultados obtenidos.

Las técnicas de manejo para la aplicación de tuberculina en el pliegue caudal consistirán en:

a) Inmovilización del animal.

b) Limpieza de la zona donde se aplicará el biológico. Además deberá efectuarse un minucioso examen de ambos pliegues, anotando cualquier irregularidad que pueda confundirse con la prueba.

c) Insertar la aguja en toda su longitud intradérmicamente, haciendo un ángulo de 45°, aplicando 0.1 ml del biológico. En el sitio de la aplicación aparecerá un pequeño abultamiento. La interpretación de la prueba caudal se ajustará a lo siguiente:

La lectura se hará por el mismo Médico Veterinario que efectuó la prueba, mediante la observación y palpación del sitio donde se practicó la inoculación, realizándose a las 72 horas (\pm 6 horas) posteriores a la aplicación del biológico, el médico verificará que se trata de los mismos animales inoculados.

Las reacciones se clasifican como:

Negativa: Cuando no se observe ni se palpe ningún cambio en la piel del sitio de aplicación.

Reactor: Cuando sea visible y/o palpable cualquier engrosamiento, rubor, calor, dolor o necrosis en el sitio de aplicación.

7.3. Prueba Cervical Comparativa.

Esta es la única prueba autorizada para confirmar o descartar animales reactivos a la prueba de pliegue caudal. Se podrá efectuar por única vez dentro de los 10 días naturales siguientes a la lectura de la prueba caudal; o bien después de transcurridos 60 días naturales, debiéndose aplicar por un Médico Veterinario oficial o aprobado, se aplica en hatos o regiones con presencia de *Mycobacterium* para tuberculosis y/o *Mycobacterium avium*.

Esta prueba no debe ser utilizada en hatos cuando el diagnóstico se haya obtenido por el aislamiento de *M. bovis* de las muestras de los animales sacrificados.

Para la aplicación de la Tuberculina en la prueba cervical comparativa, se tomarán en cuenta las siguientes prácticas:

Previo a la realización de la prueba, el Médico Veterinario deberá contar con la documentación de las pruebas anteriores para verificar la entrada o salida de animales del hato.

Rasurar el área donde se inoculará la tuberculina en el tercio medio superior del cuello. El sitio de aplicación superior será cerca de 10 cm. debajo de la cresta, el sitio inferior será aproximadamente de 13 cm. debajo de la anterior, esta prueba se aplica mediante la inoculación intradérmica de 0.1 ml de PPD aviar y 0.1 ml de PPD bovino. Previo a la inoculación, se levanta un pliegue de piel en el centro de las áreas rasuradas y se procederá a medir el grosor de éstos, utilizando el cutímetro. El registro final de las medidas deberá redondearse según el siguiente criterio: de 6.2 baja a 6.0, 6.3 sube a 6.5; de 6.7 baja a 6.5; de 6.8 sube a 7; debiendo registrarse los valores en los formatos para prueba cervical comparativa.

El PPD aviar se inocula intradérmicamente en el área rasurada superior y el PPD bovino en la inferior. La lectura de esta prueba se realizará 72 horas (+ 6 horas), midiendo con el cutímetro el grosor de las reacciones, estas serán anotadas en el formato oficial de la prueba cervical comparativa, sustrayendo el valor de la primera lectura al de la segunda; una vez realizada esta operación

se procede a graficar los valores obtenidos tanto de PPD aviar como del bovino y el punto de intersección dará el resultado de la prueba. De acuerdo a la gráfica oficial se interpretarán los resultados.

7.4. Prueba cervical simple.

Esta prueba se empleará para probar hatos en los que se conoce la existencia de *M. bovis*; o bien, para probar ganado que estuvo expuesto directa o indirectamente con hatos infectados con *M. bovis*.

7.4.1. Se debe rasurar el área donde se inoculará la tuberculina en el tercio medio superior del cuello. El sitio de aplicación será aproximadamente 10 cm. debajo de la cresta. Esta prueba se aplica mediante la inoculación intradérmica de 0.1 ml de PPD bovino en la región media cervical, haciendo la lectura el mismo Médico Veterinario que aplicó la prueba mediante la observación y palpación del sitio en donde se practicó, realizándose a las 72 ± 6 horas posteriores a su inoculación. Las reacciones se clasifican como:

Negativa: Cuando no se observe ni se palpe ningún cambio en la piel del sitio de aplicación.

Reactor: Cuando sea visible y/o palpable cualquier engrosamiento, rubor, calor, dolor o necrosis en el sitio de aplicación.

7.4.2. En especies diferentes al bovino, animales de espectáculo, exhibición y fauna silvestre, la Secretaría determinará el antígeno diagnóstico, sitio de aplicación y criterio de interpretación de acuerdo a los resultados de la investigación científica a nivel mundial.

7.5. Toma de muestras.

La toma de muestras para estudios histopatológico y bacteriológico se realizará de la siguiente forma:

7.5.1. Se seleccionarán y tomarán muestras de los siguientes órganos que presenten lesiones compatibles con tuberculosis o secreciones sugestivas:

a) **Nódulos Linfáticos.** Tomando muestras preferentemente de los nódulos de la cabeza, preescapulares, mediastínicos anteriores y posteriores y bronquiales derecho e izquierdo. En el caso de tuberculosis miliar tomar muestras de nódulos mesentéricos.

b) **Pulmones.** La lesión tuberculosa puede ser caseosa o calcificada o una cavidad franca. De este órgano se tomarán muestras de 2 cm. por lado de las lesiones presentes.

c) **Útero en caso de metritis tuberculosa.** Se caracteriza por secreción continua de grandes cantidades de pus amarilla teniendo el aspecto de leche cuajada. Se tomarán las muestras del órgano y de este exudado.

d) **Otros órganos.** También se tomarán muestras de los siguientes órganos cuando presenten lesiones sugestivas de tuberculosis: bazo, hígado, riñón, médula ósea, ovarios, testículos y glándula mamaria. Si el animal es positivo a la prueba de tuberculina y en la necropsia no presenta cambios que sugieran la infección del animal, entonces se deberán enviar a laboratorio, nódulos de la cabeza como los retrofaríngeos, mandibulares, parotídeos y las tonsilas faríngeas, así como los mediastínicos y mesentéricos.

Todas las muestras deberán estar perfectamente identificadas, anotando:

- Nombre del propietario.
- Ubicación de la explotación de origen.
- Donde se obtuvo la muestra.
- Órgano.
- Descripción del animal: especie, raza, sexo y edad.
- Identificación precisa del animal como arete, marca, u otro.
- Nombre, registro y domicilio del Médico Veterinario oficial o aprobado que remite la muestra.
- Destino del canal y vísceras, ya sea decomiso parcial o total.

7.5.2. En el laboratorio las muestras serán sometidas a las pruebas de diagnóstico bacteriológico o histopatológico.

7.5.2.1. Diagnóstico bacteriológico.

a) Examen directo: Mediante la tinción de Ziehl Neelsen o de nueva fucsina para microorganismos ácido alcohol resistentes en frotis realizados con el material sospechoso. En caso de ser una muestra positiva, con esta tinción se observarán bacilos teñidos de color rojo.

Puede utilizarse la microscopía de fluorescencia mediante la tinción con auramina-rodamina, uramina acridina o auramina fenol, que tiñe a la bacteria de color verde brillante.

b) Examen indirecto: Cultivo, aislamiento e identificación del Mycobacterium, a través de la siembra de material sospechoso en medios especiales como Herrolds con y sin huevo, Middle Brook y Stonebrink, Petragnani, ATS y Lowenstein Jensen.

7.5.2.2. Diagnóstico histopatológico. Se deberá utilizar la tinción de hematoxilina-eosina. Esta técnica permite identificar cualquier cambio morfológico de los tejidos, así como la presencia de los granulomas. Además pueden utilizarse las tinciones de Ziehl Neelsen y nueva fucsina en cortes o improntas realizados con el material sospechoso.

7.5.3. Forma de envío de muestras para el aislamiento bacteriológico. Es necesario sumergir los tejidos en solución saturada de borato de sodio, si se trata de nódulos aparentemente afectados se deberán enviar completos sin grasa; si se trata de otro tejido, se deberá seleccionar la posible lesión y enviar muestras no mayores de 2 cm. por lado.

El tiempo máximo en que debe permanecer el tejido en la solución de borato de sodio es de 10 semanas, si el tiempo es mayor la muestra se deshidrata.

7.5.4. Forma de envío de muestras para estudio histopatológico.

Las muestras con lesiones sugestivas a tuberculosis, deberán fijarse con formol amortiguado al 10%, el tamaño de las mismas deberá ser de aproximadamente de 2 cm. por lado y en una proporción de una parte de tejido y nueve de fijador (formol).

8. CONSTATAACION DE HATOS

La constatación de hatos es parte integral de los programas de la campaña, ya que mediante ésta, se mide el avance de la misma y se da carácter oficial al procedimiento.

Para llevar a cabo el correcto procedimiento en la constatación de hatos se necesita que los Médicos Veterinarios aprobados u oficiales efectúen pruebas a los animales y entreguen los resultados obtenidos en el dictamen de prueba oficial al supervisor distrital, el cual deberá revisar cuidadosamente los procedimientos de realización de las pruebas y correcto llenado de la documentación recibida. El supervisor distrital deberá signar la documentación recibida del Médico Veterinario responsable, para posteriormente relacionar y remitirla al coordinador estatal, quién constatará los datos asentados, remitiendo cada 15 días la documentación a la Comisión.

Dentro del marco de las actividades realizadas para el avance de campaña en cada Estado, la Comisión podrá determinar la posibilidad que los procedimientos de constatación de hatos se realicen en el Estado previa supervisión, en cuyo caso establecerá los términos de verificación..

8.1. Hato negativo

Para la obtención de constancia de hato negativo, será necesario llevar a cabo los siguientes pasos:

Ganado Productor de carne. Se deberá realizar una prueba diagnóstica con resultados negativos, la vigencia es de 12 meses con la única finalidad de alcanzar el hato libre.

8.2. Hato libre

Para la obtención de constancia de hato libre, será necesario llevar a cabo los siguientes pasos:

a) Ganado Productor de leche y de doble propósito (mixto).- Se deberán realizar tres pruebas diagnósticas en forma homogénea a la totalidad con resultados negativos, con intervalos no menores de 60 días naturales ni

mayores de 90 entre una y otra prueba a todos los animales mayores de 15 meses. En hatos lecheros con menos del 10% de prevalencia, se procederá al sacrificio de los animales reactivos, en aquellos con más del 10%, tendrán la opción de ser enviados a Unidades de Producción Controlada, en un plazo no mayor de 10 días naturales o instrumentar esta unidad como tal.

b) Ganado productor de carne.- Todo el hato mayor de 15 meses será sujeto a dos pruebas diagnósticas, realizándose con intervalos no menor de 10 meses y no mayor de 14. Los resultados en ambas pruebas deberán ser negativos.

c) Para el reporte de los resultados de las pruebas diagnósticas, se deberá utilizar el dictamen oficial de la prueba de tuberculina.

d) Personal oficial de la Secretaría, deberá revisar los dictámenes de prueba y enviar la documentación a la Comisión.

e) La Comisión expedirá, cuando así proceda una constancia de hato negativo, en ganado de carne, cuando se obtengan resultados negativos en una primera prueba y a solicitud del interesado.

f) Al finalizar el número de pruebas que correspondan a un determinado hato y si los resultados fueron negativos, la Comisión expedirá en un plazo no mayor de veinte días a partir de la recepción de la documentación comprobatoria, la constancia de hato libre de tuberculosis, la cual tendrá vigencia de 14 meses.

g) La Comisión enviará las constancias a la Delegación que corresponda y ésta, con el apoyo del Coordinador Estatal de la Comisión, se hará cargo de remitirlas a los interesados. Los propietarios de hatos libres de tuberculosis deberán conservar los documentos señalados, a fin de que estén disponibles cuando se requiera su comprobación. Asimismo, será su responsabilidad gestionar oportunamente la revalidación.

8.3. Revalidación de la constancia de hato libre:

- a) Se deberá demostrar con documentos, que todos los animales que ingresaron al predio en los últimos 16 meses, fueron negativos a la prueba diagnóstica oficial o que proceden de un hato libre.
- b) Realizar una prueba diagnóstica al 100% del pie de cría de los animales mayores de 24 meses, con resultados negativos, en un periodo no mayor de 30 días naturales antes de la fecha de vencimiento de la constancia. En el caso de que se detecten animales positivos, se cancelará la constancia de hato libre y se cuarentenará la unidad de producción.
- c) El Médico Veterinario aprobado deberá enviar el dictamen de la prueba, con el visto bueno del supervisor a la Subdelegación de Ganadería o a la Comisión, donde se revisará y, si procede, se elaborará la documentación correspondiente a la revalidación la cual tendrá una vigencia de 14 meses. La instancia que determina si expira la revalidación es la Comisión.

8.4. Cancelación de la constancia de hato libre.

La cancelación de la constancia de hato libre se efectuará por cualquiera de las causas siguientes:

- Por cualquier incumplimiento de los procedimientos establecidos en esta sección de la Norma.
- Por el ingreso de animales a la unidad de producción que no procedan de hatos libres, que no hayan sido probados o que hayan obtenido resultados positivos a la prueba.
- Cuando existan reportes de animales positivos procedentes de dicho hato, lo que además será motivo para aplicar el procedimiento de cuarentena.

El propietario del ganado sujeto a cancelación deberá reintegrarse a la Campaña.

9. UNIDADES DE PRODUCCION CONTROLADA

9.1. Las unidades de producción controlada tienen por objeto el acopio de animales productores de leche, positivos a las pruebas de tuberculina, con la finalidad de aprovechar su producción láctea antes del sacrificio.

9.2. Únicamente los establos lecheros podrán ser autorizados por la Secretaría como unidades de producción controlada.

Estas unidades serán autorizadas por la Secretaría y en forma conjunta con la Comisión deberán supervisar el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Estar aislados sin posibilidad de contacto con cualquier unidad de producción de bovinos, caprinos, ovinos, aves y porcinos.
- b) Deberá contar por lo menos con un Médico Veterinario aprobado.
- c) Contar con embarcadero, corrales, báscula, bodega de alimentos, agua, mangas de manejo y aquellas específicas, según sea el caso.
- d) No deberá sobrepasar la capacidad instalada.
- e) Todos los animales deberán ser manejados de acuerdo al tipo de infraestructura de que se trate, y deberá contarse con un programa de desinfección de instalaciones y equipo.
- f) Los animales reactivos a tuberculosis que ingresen a la Unidad de Producción Controlada, deberán ser identificados con marca permanente con una letra "T" en el masetero izquierdo y con arete rojo, contarán además, con el certificado zoosanitario correspondiente. Para el egreso deberá expedirse el certificado zoosanitario que aclare el destino al rastro exclusivamente.
- g) Los operarios deberán cumplir estrictamente con las medidas de prevención emitidas por la Secretaría de Salud.
- h) Los vehículos deberán ser desinfectados antes de salir de la Unidad de Producción Controlada de que se trate, así como después de transportar animales al rastro.
- i) La producción láctea obtenida de las unidades de producción controlada deberá ser destinada exclusivamente para pasteurización.

10. SACRIFICIO

10.1. Los animales reactivos de un hato serán sacrificados en un rastro autorizado por la Secretaría, en un periodo no mayor de 10 días naturales posteriores a la notificación del resultado, de acuerdo a la fase de Campaña, excepto el ganado lechero especializado en programa de monitoreo de la fase de control.

10.2. El decomiso total o parcial de las canales y su disposición por causa de tuberculosis será responsabilidad del Médico Veterinario aprobado en rastros y se hará de acuerdo al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Bienes y Servicios, informándose al respecto a la Comisión.

10.3. El cumplimiento de las disposiciones anteriores será responsabilidad compartida entre el propietario del ganado y el Médico Veterinario aprobado.

10.4. En el incumplimiento a lo antes mencionado dará lugar a la cuarentena de la explotación, la que no podrá levantarse, hasta que en un siguiente muestreo del 100% de los animales sujetos a la prueba diagnóstica del hato, realizado en un periodo no menor de 60 días ni mayor de 90 días naturales y no se identifiquen animales positivos.

10.5. El sacrificio deberá realizarse bajo condiciones de trato humanitario a los animales y se levantará un acta con carácter oficial que indique claramente que se sacrificaron dichos animales, indicándose también en el certificado zosanitario con el que fueron movilizados.

11. MOVILIZACION

11.1. Para la movilización de bovinos en el territorio nacional deberán considerarse los siguientes aspectos:

a) Zonas de origen y destino

- Zonas en control
- Zonas en erradicación
- Zonas libres

b) Motivo de movilización

- Reproducción
- Ferias y exposiciones
- Repasto
- Engorda
- Espectáculo

- Rastro
- Unidades de producción controlada.
- Unidades de regularización zoosanitaria

c) Requisitos

Dictamen de prueba de tuberculina vigente, realizada dentro de los 60 días anteriores a su movilización.

- Constancia de hato libre vigente.
- Certificado zoosanitario.

11.2. La movilización de bovinos se regulará en el territorio nacional, de acuerdo a las zonas de origen y destino, motivos de la movilización y requisitos que a continuación se indican:

11.2.1. Origen: Zona en control

Destino: Zona en control

MOTIVO DE MOVILIZACION REQUISITOS

a) Reproducción,

- Dictamen de prueba Ferias y Exposiciones, negativa Repasto y Engorda
- Constancia de hato libre
- Certificado Zoosanitario

b) Rastro autorizado por la Secretaría

- Vehículos flejados, Espectáculo,
- Certificado

Unidades de Regularización, Zoosanitario que Zoosanitaria y Unidades de indique con precisión

Producción Controlada el destino

11.2.2. Origen: Zona en control

Destino: Zona en erradicación o libre

MOTIVO DE MOVILIZACION REQUISITOS

a) Todo tipo de movilización

- Dictamen de prueba negativa o.
- Constancia de hato libre
- Certificado Zoosanitario

11.2.3. Origen: Zona en erradicación

Destino: Zona en control

MOTIVO DE MOVILIZACION REQUISITOS

a) Todo tipo de movilización

- Certificado Zoosanitario

11.2.4. Origen: Zona en erradicación

Destino: Zona en erradicación o libre

MOTIVO DE MOVILIZACION REQUISITOS

a) Reproducción,

- Dictamen de prueba Ferias y Exposiciones, negativa Repasto y Engorda.
- Constancia de hato libre
- Certificado Zoosanitario

b) Rastro autorizado por

- Vehículos flejados la Secretaría, Espectáculo, Unidades de Regularización, Zoosanitario que Zoosanitaria indique con precisión el destino
- Certificado

11.2.5. Origen: Zona libre

Destino: Zona en erradicación o libre

IAAN-01

MOTIVO DE MOVILIZACION REQUISITOS

a) Todo tipo de movilización - Certificado Zoosanitario

La movilización intraestatal de animales consignados a rastro autorizado por la Secretaría o a Unidades de Producción Controlada deberá realizarse en transportes flejados. La movilización interestatal de animales destinados a una URZ o rastro autorizado por la Secretaría, deberá realizarse en transportes flejados. En el certificado zoosanitario que se expida para consignar dichos animales, deberá indicarse claramente "animales destinados a la URZ o Rastro, _____", citando la ubicación precisa de las instalaciones.

Cualquier otro motivo de movilización estará sujeto al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Presentar constancia de hato libre; y/o
- Dictamen de la prueba de tuberculina negativa vigente.
- Certificado Zoosanitario.

11.3. En lo correspondiente a otras especies domésticas, animales para espectáculo, para exhibición y fauna silvestre, la Secretaría determinará las especies que, por razones que considere necesarias, sea aplicada esta Norma en los lugares y tiempos requeridos.

11.4. Los animales procedentes de hatos libres, se podrán movilizar hacia cualquier destino dentro del territorio nacional, sin necesidad de aplicar la prueba de tuberculina antes de su movilización, sujetándose a los requisitos que a continuación se detallan:

a) Obtención del certificado zoosanitario.

Para el trámite de la expedición de certificado zoosanitario deberá presentarse:

- Constancia de que proceden de hato libre vigente.
- Los animales deberán tener identificación de hato libre

12. EXPORTACION

12.1. Todos los bovinos que se exporten deberán cumplir con alguna de las siguientes opciones:

- a) Contar con el dictamen oficial vigente que indique que son negativos a la prueba de tuberculina e identificarlos con el arete azul de exportación; o
- b) Tener constancia de hato libre y fierro limpio, debiendo de identificarse a los animales con el arete azul bajo las siglas "HL".
- c) En el caso del ganado con fines reproductivos, deberá tener constancia de hato libre vigente y los animales podrán ser probados individualmente en una estación cuarentenaria para exportación.

12.2. Para aquellos animales que no reúnan las características señaladas en los puntos anteriores, se permitirá su exportación únicamente cuando sean probados en una URZ autorizada por la Secretaría.

13. UNIDADES DE REGULARIZACION ZOOSANITARIA

13.1. Características de las URZ.

13.1.1. Las URZ serán utilizadas con el propósito de realizar las pruebas diagnósticas, tratamiento y demás servicios zoosanitarios, para satisfacer las normas oficiales mexicanas y disposiciones en Salud Animal, para quienes deseen movilizar y/o comercializar ganado bovino.

13.1.2. Consisten en instalaciones ganaderas que siendo propiedad de particulares u organismos ganaderos puedan ser habilitadas para el alojamiento, aplicación y lectura de pruebas de tuberculina, además de tratamientos y otros servicios zoosanitarios. El propósito de estos predios es que reúnan las condiciones necesarias para la realización de las actividades antes señaladas y que adicionalmente puedan dar servicio a los interesados en la movilización, comercialización y/o exportación de ganado bovino. La autorización de estas unidades será otorgada por la Secretaría.

13.1.3. Las URZ deberán tener la capacidad de alojamiento, instalaciones de manejo para la demanda estimada de animales que ingresen, dado que la permanencia será aproximadamente de 5 a 7 días naturales; además, deberá tener potreros que permitan la rotación en las diferentes etapas operativas a saber:

- a) Desembarque
- b) Alojamiento de reposo
- c) Inspección previa aplicación de tuberculina
- d) Lectura de pruebas
- e) Áreas de corte y áreas de embarque

13.1.4. Los predios que se seleccionen se ajustarán al cumplimiento de las condiciones técnicas necesarias, manteniendo en todo momento la identidad de origen de los animales que ingresen.

13.1.5. De acuerdo con los requisitos que la Secretaría establezca, las URZ serán administradas por sus propietarios, los que deberán contar con las instalaciones, que se exigen de acuerdo a la respectiva Norma, hacerse cargo del mantenimiento de las mismas y contar con los recursos materiales y humanos necesarios que requieran para el buen funcionamiento.

El personal operativo de las URZ deberá ser calificado de acuerdo a la función que realicen.

13.1.6. Las URZ darán servicio a los interesados previa solicitud y calendarización, lo que se comunicará a estos para que se realice la movilización del ganado. La administración de las URZ llevará un registro de solicitudes, de ingresos y egresos de animales, de resultados, así como de todos aquellos eventos en los que se vean involucrados los lotes de animales recibidos.

13.1.7. Los Médicos Veterinarios aprobados u oficiales serán los encargados de la supervisión y vigilancia de las operaciones que se realicen en las URZ y sólo éstos signarán el Certificado Zoosanitario de las pruebas diagnósticas, tratamientos y/o demás servicios zoonosanitarios aplicados.

13.2. Ingreso de animales a las URZ.

13.2.1. El interesado deberá presentarse en las URZ con la siguiente documentación:

- a) Certificado zoonosanitario.
- b) Constancia de prueba de tuberculina, cuando proceda.
- c) Solicitud para la realización de la prueba de tuberculina.

13.2.2. Si el ganado no fue castrado en el lugar de origen, esta operación deberá ser realizada en las URZ, siempre y cuando se cuente con las instalaciones adecuadas, para que los bovinos puedan permanecer hasta la cicatrización de las heridas.

13.2.3. El personal autorizado de las URZ, deberá revisar la documentación y al ganado antes de ingresarlo. En caso de que proceda, se asignará al lote de bovinos, un potrero o corral en el que se ofrecerá agua y alimento para el ganado.

13.2.4. Después de 48 horas de haber ingresado el lote de bovinos a las URZ, se trasladará a los corrales de manejo, en donde el Médico Veterinario aprobado asignado para realizar la prueba, procederá a aplicar la tuberculina en el pliegue caudal y a colocar los aretes que correspondan. Al término de la aplicación de la tuberculina y los aretes, se trasladará el lote de bovinos al potrero o corral que se asigne, en donde permanecerán 72 horas.

Posteriormente se procederá a realizar la lectura de la prueba por el mismo Médico Veterinario aprobado asignado.

Al término de la lectura se procederá a relotificar el hato conforme a los siguientes resultados:

- a) Cuando todos los bovinos de un lote resulten negativos a la prueba serán trasladados a una área limpia, identificados en forma permanente con la letra "M" de 5 x 7.5 cm. al lado derecho del maslo de la cola y se extenderá el dictamen de la prueba correspondiente con vigencia de 60 días. Con este

documento el propietario realizará los trámites finales para la exportación, quedando en libertad de movilizar el lote hasta la frontera que corresponda.

b) En el caso de que los resultados indiquen la presencia de uno o más bovinos reactivos a la prueba de tuberculina, el lote se trasladará al área de aislamiento, donde deberán seguirse los siguientes procedimientos:

13.2.4.1. Realizar la prueba cervical comparativa.

- Si todos los resultados son negativos, el lote será liberado para su movilización a cualquier destino.

- En caso de detectarse reactivos a esta última prueba se procederá a lo siguiente.

a) Inmediatamente se marcarán como reactivos de acuerdo al punto 6.4. y serán enviados al rastro, debiéndose desinfectar el corral donde estuvo alojado el lote.

b) El resto del lote se enviará de inmediato a cuarentena en el lugar que autorice la Subdelegación, a propuesta del Médico Veterinario que realizó la prueba caudal y evaluando las alternativas que exponga el propietario del ganado.

c) Cuando el laboratorio informe que el diagnóstico es negativo a tuberculosis, se programará una segunda prueba a los 60 días naturales de la última prueba caudal.

d) Si el lote resulta 100% negativo en esta segunda prueba, se liberará para su movilización a cualquier destino.

- Extender el certificado de prueba correspondiente, en el que se registrarán todos los animales probados y los resultados obtenidos.

13.2.5. El Médico Veterinario aprobado u oficial de las URZ notificará oficialmente al propietario del ganado, que deberá de sacrificar a los bovinos reactivos a la prueba en un periodo no mayor de 10 días. El interesado deberá cubrir todos los gastos que para el efecto de realicen.

14. IMPORTACION

Todo ganado de la especie bovina que se pretenda introducir a territorio nacional deberá estar amparado de un certificado zoosanitario oficial del país de procedencia, que indique que los animales se encuentran libres de enfermedades infecto-contagiosas y que resultaron negativos a la prueba de tuberculina practicada 60 días naturales antes de la exportación.

La prueba de tuberculina podrá exentarse, en caso de que el país exportador certifique que se encuentra libre de tuberculosis bovina o cuando el hato de origen del animal o animales sean certificados como libres de tuberculosis bovina.

La Secretaría podrá aplicar las medidas que considere pertinentes ante estos casos. Para la importación de especies susceptibles diferentes al bovino, la Secretaría determinará el antígeno, diagnóstico y criterio de interpretación de acuerdo a la información científica disponible.

15. VIGILANCIA E INVESTIGACION EPIZOOTIOLÓGICA

El adecuado sistema de investigación y vigilancia epizootiológica permitirá reducir considerablemente la prevalencia y diseminación de la tuberculosis bovina, mediante la observación y análisis rutinario, tanto de la ocurrencia y distribución de esta enfermedad como de las actividades zoosanitarias para su control y erradicación, lo cual permitirá declarar progresivamente áreas en control, en erradicación y libres de tuberculosis.

Para el cumplimiento de la presente Norma, la vigilancia epizootiológica se dará en las siguientes instancias:

- Investigación primaria
- Rastro
- Laboratorio
- Operativo
- Investigación secundaria.

Con fundamento en las disposiciones generales de esta Norma, será responsabilidad de la Comisión, diseñar y dar seguimiento a las medidas necesarias para el funcionamiento de todos los componentes del sistema.

15.1. Componentes del Sistema de Vigilancia Epizootiológica.

a) Investigación primaria

Este nivel estará conformado por los Médicos Veterinarios Zootecnistas oficiales y aprobados, siendo la principal fuente de información del sistema.

La vigilancia epizootiológica a este nivel, será considerada como primaria, por ser el primer contacto con la presencia o sospecha de la enfermedad en cuestión, consistiendo en la notificación de resultados de las pruebas de Tuberculinización.

La notificación de resultados se realizará mediante el monitoreo del hato para su constatación como hato libre, para exportación, para rutina de muestreo, para determinar prevalencias o establecer diagnósticos oportunos.

La notificación de los resultados a la Secretaría, deberá de realizarse a más tardar en 5 días y la información será canalizada a través de la Comisión.

b) Rastro.

Este nivel estará compuesto por los Médicos Veterinarios encargados de la inspección, quienes serán responsables de la toma y envío de muestras de tejidos sugestivos a tuberculosis; además de la recolección de tejidos procedentes de animales positivos a la prueba de tuberculina.

Las muestras colectadas se remitirán a los laboratorios aprobados para su confirmación. La toma y envío de muestras a los laboratorios aprobados se notificará por parte del personal responsable de la inspección en los rastros a las Delegaciones y a la Comisión para su seguimiento.

c) Laboratorio.

Este nivel de vigilancia epizootiológica estará conformado por los laboratorios aprobados a nivel nacional, los cuales se encargarán de realizar las pruebas del aislamiento e identificación bacteriológica, de las muestras remitidas por los

rastros, tanto de animales positivos a la prueba de tuberculina, así como aquellos con lesiones macroscópicas sugestivas a esta enfermedad, detectada durante la inspección post-mortem.

Los laboratorios aprobados se ajustarán a los procedimientos para el aislamiento, identificación bacteriológica, e histopatológica conforme a las técnicas autorizadas por la Comisión. Los Médicos Veterinarios o aquellos profesionales encargados del laboratorio aprobado, notificarán los resultados obtenidos de las muestras analizadas a la Delegación Estatal para que esta a su vez, lo notifique a la Comisión; o bien, directamente a esta última, con copia a la Delegación.

d) Operativo.

En este nivel se recopilará y analizará la información recabada por los tres niveles anteriores, con el objeto de realizar la investigación epizootiológica retrospectiva y la toma de acciones y estará integrado por el personal en primer instancia de la Comisión, así como de las Subdelegaciones Estatales de Ganadería.

En esta fase se recopilará toda la información generada desde la realización de pruebas de tuberculina a nivel campo por personal oficial, así como por Médicos Veterinarios aprobados y organismos de certificación, mediante la expedición de dictámenes de pruebas de tuberculina, mismas que serán enviadas a la Comisión, cada vez que sean formuladas a nivel de campo.

Dichas constancias serán recopiladas y analizadas en función de los datos recabados y de los resultados obtenidos. El seguimiento de hatos con animales positivos, será notificado a la Delegación, para que esta, a través de los Médicos Veterinarios oficiales y/o aprobados encargados del hato en cuestión, mantengan una estrecha vigilancia en la introducción y salida de animales, procedentes de dicho hato, apoyándose en la Comisión, para el oportuno conocimiento y cumplimiento de dichas medidas. En el caso de que estos animales sean enviados al rastro posterior a la prueba de tuberculina, el personal descrito anteriormente, así como el personal responsable de la

inspección veterinaria en los rastros, deberán llevar a cabo el seguimiento de los animales reactivos a alguna o ambas pruebas diagnósticas.

La Comisión instrumentará las medidas y apoyos necesarios, para que las muestras procedentes de animales reactivos a la prueba de campo o con lesiones sugestivas detectadas en el rastro, sean enviadas al laboratorio aprobado, donde el seguimiento será realizado tanto por el personal de campo, como por el responsable de rastro, hasta su diagnóstico definitivo, el cual será recopilado, analizado y se mantendrá una vigilancia epizootiológica en el hato problema, que permita detectar otros animales positivos, así como vigilar a los animales que salgan del hato sean previamente probados y con resultados negativos, o bien, sean enviados a rastro autorizado o unidades de producción controlada, donde el personal oficial o encargado de ese hato destino será el responsable del seguimiento de esos animales en su área de jurisdicción.

Una vez analizados los datos epizootiológicos por la Comisión, se mantendrá una constante comunicación y vigilancia con el personal responsable del seguimiento tanto en el campo, el rastro y el laboratorio. La Comisión mantendrá informados a cada uno de los niveles que conforman al SIVE, mediante un mecanismo de retroalimentación, que permita identificar paulatinamente el resultado de la investigación epizootiológica hasta su cierre.

e) Investigación secundaria

Dentro de este nivel, se llevará a cabo la investigación Epizootiológica retrospectiva, conforme a los resultados obtenidos en los cuatro niveles anteriores.

El personal operativo descrito en el inciso a), será responsable del seguimiento de la investigación epizootiológica, que se desarrolle en los hatos que resulten positivos desde la prueba de campo, inspección postmortem y diagnóstico de laboratorio.

Los resultados de dicha investigación, así como sus avances, serán notificados a la Delegación y/o simultáneamente a la Comisión, para su análisis y evaluación.

La Comisión mantendrá una estrecha comunicación con este nivel, con el objeto de mantener actualizado el seguimiento de hatos o animales positivos y por lo tanto, contar con una oportuna información epizootiológica, que permita la toma de decisiones, tanto para el productor afectado como para la Campaña.

15.2. Instrumentación nacional.

15.2.1. Servicios veterinarios

Estará conformado por personal oficial de la Secretaría, Médicos Veterinarios aprobados y organismos de certificación, quienes proporcionarán los servicios veterinarios para el establecimiento del SIVE, participando dentro de las actividades zoosanitarias propias de la Campaña.

Los servicios veterinarios apoyarán en las actividades de vigilancia e investigación epizootiológica, así como en la aplicación de medidas zoosanitarias, tendientes al control de la tuberculosis.

Lo anterior, se aplicará conforme a la Ley Federal de Sanidad Animal, su Reglamento de Campañas y las normas oficiales mexicanas correspondientes.

15.2.2. Plantas de sacrificio

Serán aquellas reguladas por la Secretaría, ajustándose a los procedimientos de vigilancia epizootiológica descritos en el punto 15.1. Inciso b).

15.2.3. Laboratorios de diagnóstico. Son los laboratorios aprobados por la Secretaría, los cuales se sujetarán a las técnicas estandarizadas por la misma dependencia, para el aislamiento, identificación bacteriológica e histopatológica de la tuberculosis.

15.2.4. Medidas zoosanitarias aplicables.

En áreas libres o en erradicación, así como en hatos libres, se procederá a la aplicación de medidas cuarentenarias en la explotación afectada, cancelando el certificado de hato libre, cuando así proceda, de acuerdo a los resultados positivos emitidos por los laboratorios aprobados, conforme a las muestras

procedentes del rastro, así como a los resultados de la investigación epizootiológica, señalados en el punto 15.1. Incisos c) y e) de esta Norma.

En función del análisis epizootiológico, la Comisión determinará las acciones de carácter zosanitario, en los hatos donde se detecten animales positivos a las pruebas de tuberculina, así como las que procedan por hallazgos de lesiones sugestivas en rastro y por resultados de laboratorio confirmativos a la enfermedad.

a) Recopilación de datos.

La Comisión será la encargada de establecer la frecuencia de la recolección de datos y de su selección, con el objeto de que éstos sean los necesarios, identificando previamente al personal o servicios responsables de la notificación y seguimiento, mecanismos de notificación, registro simplificado de los datos en el nivel operativo como central, consolidación y presentación en tablas, gráficas o mapas que puedan facilitar su análisis e interpretación.

La información será recopilada en programas de computadoras que permitan su análisis adecuado y actualizado en el momento en que sea requerido para su presentación y difusión.

b) Análisis de la información.

En esta fase se establecerán las tendencias de las enfermedades en cuestión, a fin de detectar eventuales incrementos o decrementos y cambios en su comportamiento; se identificarán los factores asociados, con las medidas de prevención y control en los puntos vulnerables del programa, tan pronto como sea posible.

Su análisis será responsabilidad de la Dirección, a través de la Comisión, el cual se analizará mediante programas epizootiológicos en computadora y en base a los resultados obtenidos, se tomarán las acciones necesarias, mismas que serán notificadas al nivel encargado del seguimiento correspondiente para su ejecución, seguimiento y notificación de los avances resultantes.

c) Retroalimentación.

La divulgación periódica de la información emanada del análisis e interpretación de los datos, recolectados y de las medidas de prevención y control tomadas, constituye una de las fases cruciales de la vigilancia epizootiológica, sobre todo cuando las diferentes fuentes de información de datos reciben a cambio una imagen más amplia e íntegra del problema objeto de control.

Lo anterior, es de vital importancia para cada uno de los integrantes que conformarán el SIVE, ya que depende en gran medida de la retroalimentación que se les proporcione, el estímulo para continuar realizando la vigilancia epizootiológica y obviamente la importancia que representa su seguimiento en el contexto del sistema a nivel nacional.

La emisión de un boletín epizootiológico enfocado a estas enfermedades, también permitirá un oportuno conocimiento por otras entidades federativas, sobre la situación epizootiológica que guarde la tuberculosis a nivel nacional.

Dicho boletín podrá ser elaborado en forma mensual y enviado a todas las entidades participantes en el sistema.

16. MEDIDAS CUARENTENARIAS

Para los propósitos de esta Norma, en el presente capítulo, el concepto de cuarentena se refiere a su aplicación en animales.

16.1. Los animales en los cuales se haya diagnosticado tuberculosis, propiciarán el inicio de una investigación epizootiológica exhaustiva, debiéndose en forma inmediata muestrear a todos los hatos colindantes, así como a todos los animales y hatos que entraron en contacto con el o los animales.

Todos los hatos o lotes en donde se encuentren animales reactivos, deberán ser cuarentenados precautoriamente al momento de la notificación a la Secretaría y se deberá de programar dentro de los siguientes 30 días naturales una prueba de todo el hato.

16.2. Los animales expuestos deben permanecer en el rancho en donde fueron encontrados para que les sea practicada la prueba correspondiente. Los reactivos serán enviados a rastro y los negativos podrán permanecer en el rancho para que les sea practicada otra prueba, a menos que se obtenga el Certificado Zoosanitario para su movilización, en cuyo caso, debe realizarse directamente a un rastro autorizado por la Secretaría en donde se practicará el sacrificio inmediato y la inspección post-mortem.

Los bovinos de 6 a 12 meses expuestos a *M. bovis* se les practicará la prueba caudal, los negativos podrán enviarse a corrales o praderas cuarentenarias dentro del estado. Los reactivos deberán identificarse y enviarse a rastro autorizado.

16.3. Los hatos en donde la infección por *M. bovis* ha sido confirmada por resultado de laboratorio, deben permanecer bajo cuarentena hasta que pasen dos pruebas de tuberculinización con resultados negativos, realizadas a intervalos de 60 a 90 días naturales y una tercera prueba después de 180 días naturales de efectuada la primera prueba. Durante estos lapsos, la movilización de estos animales sólo se podrá realizar directamente al rastro y con el Certificado Zoosanitario correspondiente.

16.4. Los hatos en donde los reactivos no presenten lesiones macroscópicas ni microscópicas y que no haya sido posible encontrar o detectar la evidencia de *M. bovis*, podrán liberarse de la cuarentena, una vez que todo el hato haya sido probado después de 60 días de la última prueba y se obtengan resultados negativos y la constancia que así lo acredite.

16.5. Los animales sospechosos que resulten de la prueba cervical comparativa, deben ser cuarentenados hasta que se les practique nuevamente la prueba cervical comparativa y se clasifiquen como negativos; o bien, si se

desea movilizar a los animales directamente para el abasto, serán considerados como positivos por lo que deberán llevar la identificación correspondiente acompañados del Certificado Zoosanitario.

16.6. Si los animales sospechosos al ser sacrificados no muestran lesiones macroscópicas ni microscópicas, deberá ser muestreado todo el hato entre los 60 y 90 días naturales siguientes.

16.7. Los hatos que por rastreo sean el origen de los animales sospechosos y/o positivos, deberán ser cuarentenados en forma precautoria y se deberá programar dentro de los siguientes 30 días naturales una prueba de todo el hato.

16.8. Medidas cuarentenarias en unidades de producción en programa de hato libre.

16.8.1. Las unidades de producción en el programa de hatos libres de tuberculosis, serán sujetos a la aplicación de cuarentena en las circunstancias siguientes:

- a) Incumplimiento de los procedimientos señalados en los incisos del punto 8.1.
- b) Cuando se confirme la presencia de tuberculosis en los procedimientos de vigilancia epizootiológica mediante el aislamiento bacteriológico.

16.9. La cuarentena deberá ser notificada oficialmente a través de la Secretaría y deberá precisarse:

- a) El motivo de la cuarentena.
- b) Las restricciones de ingreso y egreso de animales, señalando las excepciones en cuanto a egreso con destino a sacrificio o a unidades de producción controlada.
- c) La duración de la cuarentena y medidas zoosanitarias que se deberán aplicar para su levantamiento.

El levantamiento de la cuarentena se realizará mediante oficio emitido por la Secretaría, cuando la unidad de producción cumpla con los requisitos detallados en esta Norma.

17. DESINFECCION

Dado que la fuente principal de infección la constituye el animal enfermo que a través de sus excreciones y secreciones contagia a los animales sanos, aunando a esto la alta resistencia del germen en el medio ambiente, nos obliga a utilizar elementos físicos y/o sustancias químicas, para lograr su inactivación o destrucción, tales como Solución de Cal clorada o Cloruro de calcio (cloro activo al 5%), el formol al 5-3%, sosa cáustica al 3% a 70°C o Fenol al 5%, así como otros medios físicos y/o biológicos autorizados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

17.1. Cuando sea detectado y eliminado algún animal reactor en instalaciones del tipo intensivo, deberá realizarse la desinfección de las mismas, en especial de aquellos sitios donde se alojaba dicho animal.

17.2. La desinfección deberá realizarse a través de una limpieza mecánica previa y un lavado enérgico con agua y jabón, con el objeto de eliminar al máximo la materia orgánica, posteriormente se deben aplicar productos desinfectantes, que garanticen la destrucción del microorganismo.

17.3. Todos los productos químicos desinfectantes utilizados en las actividades de la Campaña, deben ser aprobados y registrados por la Secretaría o por la Secretaría de Salud.

17.4. La Secretaría a través de la Comisión determinará los métodos y frecuencias adecuados de desinfección que se apliquen dependiendo del tipo de explotación, instalaciones o áreas de que se trate.

18. ESTIMULOS

La Secretaría, a través de la Comisión, podrá instrumentar un programa de estímulos a los productores de acuerdo a sus avances en la Campaña.

19. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta Norma Oficial Mexicana no es equivalente con ninguna norma internacional.

20. SANCIONES

El incumplimiento a las disposiciones contenidas en la presente Norma, será sancionado conforme a lo establecido en la Ley Federal de Salud Animal y la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

21. BIBLIOGRAFIA

Code of Federal Regulations Animals and Animal Products. Part 77
Tuberculosis
Pg. 209-212 1993.

Bovine Tuberculosis Eradication. Uniform Methods and Rules. USDA/APHIS.
1989.

Manual de Normas y Procedimientos de la Campaña contra la Tuberculosis
Bovina. SARH/1992.

Procedimientos para estudios de Prevalencia de enfermedades crónicas en el
ganado. (nota técnica 18) Centro Panamericano de Zoonosis OPS/OMS 1973.

Veterinary Epidemiology. Principles and Methods. (S. Wayne Martin, Alan H.
Meek and Prben Willeberg), fourth printing, 1994.

22. DISPOSICIONES TRANSITORIAS

La presente Norma entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

APENDICE A" (NORMATIVO) PARTE I

Determinación de muestra para una población bovina especializada en la producción láctea.

La tabla contiene el ejemplo de tamaño de muestra requerido para obtener un 95% de confiabilidad, un grado de certeza del 5% y una prevalencia del 20%, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$n/(1-(n/población)), \text{ donde } n = Z*Z (P(1-P))/(D*D)$$

Referencia: Kish y Leslie, Ejemplo de Determinación de Muestra, Jonh Wiley e hijos, NY, 1965.

Donde:

n= es el número de muestra..Z= la probabilidad (nivel de confianza).

D= número de animales enfermos en la población.

N= tamaño de la población.

P= prevalencia estimada.

La estrategia para probar a los animales de una población y determinar la prevalencia de la enfermedad es la siguiente:

- . Se deberán realizar muestreos al azar en la población a probar.
- . Se deberán probar como mínimo el 75% de animales de la población en edades entre 3 y 5 años.

No se deberán probar hembras con más de 7 meses de gestación, ni menos de 45 días posteriores al parto.

- Todos los animales sujetos al muestreo deben ser identificados.
- Los resultados del los muestreos son de carácter confidencial y deberán ser informados a la Secretaría, para establecer las estrategias para el control y erradicación de la enfermedad.

Tuberculosis Bovina

Contenido

1. Importancia económica de la tuberculosis bovina en México	1
1.1. Salud Pública	3
1.2. Panorama Nacional	3
2. Campañas nacionales	4
2.1. Justificación económica para la Campaña de tuberculosis bovina	5
3. La Tuberculosis	6
3.1. Generalidades de la enfermedad	6
3.2. Características generales de las micobacterias	6
3.3. Características del Mycobacterium bovis	7
3.4. Especies susceptibles a la infección con Mycobacterium bovis	12
3.5. Rutas de transmisión de la tuberculosis bovina	15
4. Patogenia	17
4.1. Primoinfección	17
4.2. Tuberculosis secundaria o postprimaria	19
4.3. Distribución de las lesiones	20
4.4. Apariencia de un tubérculo	21
5. Inmunología de la tuberculosis	22
5.1. Generalidades	22
5.2. Reacción a la tuberculina	22
6. Proceso de infección y enfermedad	25
6.1. Período de incubación de tuberculosis	26
6.2. Factores que afectan la presentación de infección/enfermedad	26
6.3. Prevención	26
6.4. Infección por Mycobacterium bovis en el hombre	27
6.5. Secuelas de la enfermedad	27
7. Diagnóstico	27
7.1. La tuberculina	27
7.2. Sensibilidad y especificidad de la prueba	32

7.3. Estimación de la sensibilidad	33
7.4. Estimación de la especificidad	34
7.5. Tuberculinización	36
7.6. Análisis bacteriológico e histopatológico	43
7.7. Consideraciones para el diagnóstico diferencial	45
7.8. Otras pruebas diagnósticas	46
8. Toma y envío de muestras al laboratorio	47
8.1. Rutina de inspección para la detección de animales sospechosos de tuberculosis o reactores	48
8.2. Tejidos que deben ser examinados durante el análisis post mortem	48
8.3. Colección de tejidos y preparación	49
9. Seguimiento epidemiológico y cuarentenas	51
9.1. Seguimiento de ganado tuberculoso encontrado en matanza regular	51
9.2. Seguimiento del hato infectado	52
9.3. Manejo del hato infectado con tuberculosis	54
9.4. Plan de manejo sugerido	56
9.5. Vigilancia activa en rastros	57
9.6. Constatación de hatos	59
10. Expedición de constancias	59
10.1. Hato negativo	59
10.2. Hato libre	60
10.3. Revalidación de la constancia de hato libre	60
10.4. Cancelación de la constancia de hato libre	61
10.5. Exportación e importación	62
11. Bibliografía	63

1. Importancia Económica de la Tuberculosis Bovina en México

La tendencia mundial en la apertura de mercados y formación de bloques económicos regionales, nos impone mayores exigencias y si aspiramos a formar parte de esta nueva apertura económica, México tendrá que cumplir con las reglas del juego, que en materia sanitaria son claras e inflexibles para países como Estados Unidos y Canadá; que ostentan una muy baja prevalencia de enfermedades tales como la tuberculosis y con los cuales comerciamos animales y sus subproductos.

La ganadería es un renglón de suma importancia para México, ya que su producción representa una fuente de proteína para la nutrición del país que crece en forma acelerada y además provee de empleo a un sector importante de la planta productiva del país.

Una de las enfermedades más problemáticas que enfrenta la ganadería nacional es la tuberculosis bovina, ya que, además de representar un riesgo para la salud animal, se traduce en grandes pérdidas económicas directas e indirectas y determina uno de los principales obstáculos para la movilización y comercialización nacional e internacional de nuestro ganado.

Las pérdidas económicas directas por causa de la presencia de tuberculosis en hatos bovinos consisten en:

- Pobre desarrollo de los animales
- Retención de canales en rastros
- Decomiso parcial o total de canales
- Disminución en la producción láctea (calculada en 17%)
- Menor producción de terneras (estimada un 15%)
- Animales desechados prematuramente

Las pérdidas directas deben añadirse aquellas relacionadas con el costo de control de la enfermedad, que frecuentemente implica la necesidad de sacrificar a los animales reactivos.

A las pérdidas indirectas aunque no se cuantifiquen, se estima que son considerables y se originan por:

- Costos sanitarios por manejo adicional
- Pérdida de mercados potenciales
- Problemas socioeconómicos por incremento de los costos de producción y por tanto de mercado (aumento de precios al consumidor).

En Estados Unidos la pérdida por tuberculosis en la producción de leche, se calculó en 10%. En Argentina, en 1989; en 18%, como consecuencia del retraso de la 1ª lactancia y por la disminución en la duración de cada lactancia entre un 5 y 20%, con respecto a los animales sanos.

En México existe un déficit de producción de casi 12 millones de litros de leche diarios, por lo que tienen que importarse grandes volúmenes de leche en polvo para cubrir esta necesidad básica, lo que ocasiona anualmente erogaciones millonarias. La tuberculosis es responsable en gran parte de este fenómeno. La comercialización de carne también se ve disminuida, ya que, ocurren pérdidas directas en todo tipo de ganado, por los decomisos de órganos y canales afectadas.

Una relación simplificada del costo-beneficio del programa de erradicación de los Estados Unidos, (elaborada por Steele y Ranney), mostró que entre los años 1917 y 1993. El costo total del programa fue de 760 millones de dólares. Si este programa no se hubiera llevado a cabo, se continuarían decomisando cada año por tuberculosis cerca de 100 mil bovinos. Gracias al programa de erradicación, los decomisos fueron disminuyendo hasta sólo 68 animales en 1996, cifra que ha variado poco desde entonces. El ahorro anual por una menor cantidad de

decomisos, fue de alrededor de 200 millones de dólares, es decir que en cuatro años se logro amortizar el costo de ese programa que duro 76 años.

El programa para la erradicación de la tuberculosis bovina en Australia, se mantuvo durante dos décadas (de 1970 a 1992) y costó 647 millones de dólares, pero el valor de las exportaciones de ganado a los Estados Unidos entre 1989 y 1992 significó una derrama de 3,168.4 millones de dólares. Se considera que en México se han invertido aproximadamente 15 millones de dólares entre 1991 y 1993 y sólo por concepto de exportación de ganado, en el ciclo 1992-1993 se generaron 578 millones de dólares.

1.1 Salud pública.

La presencia de esta enfermedad en los hatos lecheros representa un riesgo considerable en la salud pública a través del consumo de productos lácteos no pasteurizados, así como también por el contacto directo del personal que labora en el campo, rastros y frigoríficos con animales infectados.

1.2 Panorama Nacional

La exportaciones de becerros y vaquillas se han mantenido estables en los últimos años (en 1999-2000 se exportaron 1'143,257 cabezas equivalente a 548 millones de dólares; en 2000-2001 el volumen exportado fue de 1'278,462 cabezas; 613 millones de dólares; para 2001-2002, 828,193 cabezas y 414 millones de dólares y lo considerado para el ciclo 2002-2003 en cabezas exportadas fue de 969,191 cabezas, generando una captación de divisas por 533 millones de dólares).

El total de las exportaciones de ganado bovino mexicano se destina al mercado estadounidense, 97% de los cuales corresponden a becerros en pie cuyo peso no supera los 200 Kg.

México presenta un saldo positivo en su balanza comercial de ganado en pie, debido a que la producción para exportación es una actividad rentable y competitiva, sin embargo, peligra si no se resuelve la problemática que enfrenta.

Entre los principales obstáculos destacan:

- Desorganización de los ganaderos
- Problemas financieros
- Problemas sanitarios

De estos problemas, el sanitario tiene que atacarse de manera inmediata (corto plazo) ante la inminente restricción norteamericana a la importación del ganado bovino proveniente de México, el cual, según hallazgos en rastros de los Estados Unidos. En el ciclo 1992-1993 el 65% del total de los casos detectados de tuberculosis en ganado mexicano en los Estados Unidos correspondía a ganado Holstein, y debido a esto en 1993 se restringió su exportación. El total de los animales detectados con tuberculosis durante los dos últimos ciclos de exportación son del 0.34% del total de cabezas exportadas en el 2001-2002 y del 0.21% en el ciclo 2002-2003.

2. Campañas Nacionales

La erradicación de la tuberculosis en el ganado bovino dará lugar a la reducción de pérdidas en la producción, disminuyendo el riesgo de transmisión humana, así como las ventajas que representa al estar libre de esta enfermedad para ganado de exportación.

La SAGARPA ha realizado esfuerzos para dar solución a este problema con el fortalecimiento de las campañas zoonosanitarias de control y eventual erradicación, tanto de la tuberculosis bovina como de la brucelosis. Las campañas contemplan en sus distintas fases muestrear el 100% de ganado en el territorio nacional en un periodo mínimo en cinco años; instrumentar comités de campaña en cada entidad;

consolidar el sistema de vigilancia, inspección y diagnóstico implementando y reforzando laboratorios de diagnóstico especializado, estaciones cuarentenarias y casetas de inspección y verificación.

Algunos de los elementos que sustentan la campaña en México son: la Ley de Sanidad Animal, que entre otras cosas obliga a tener un médico veterinario capacitado en todo matadero o rastro de la república para la inspección de los animales destinados a sacrificio. La emisión de la NOM-031-ZOO-1995 que entró en vigor el 8 de marzo de 1996, se encuentran los lineamientos para la campaña contra la tuberculosis a nivel nacional, por ejemplo, establece que todo animal que vaya a moverse tiene que ser inspeccionado previamente, lo que permitirá rastrear los casos de enfermedad hasta su origen.

A raíz de reuniones entre autoridades y productores para abordar el problema de la tuberculosis, varios estados han declarado de interés público las campañas para atacar las referidas enfermedades, lo cual ha reforzado la necesidad del carácter obligatorio y permanente de las campañas.

Asimismo, entre el Gobierno Federal, los gobiernos estatales (principalmente fronterizos) y los ganaderos, se ha discutido la puesta en marcha de un fondo de indemnización para incentivar el sacrificio de los animales enfermos y la reposición con animales sanos. Este fondo y esquema de indemnizaciones se ha implementado con éxito en otros países y tendría por efecto eliminar gradualmente al ganado enfermo y acrecentar día con día el número de animales y hatos sanos, clasificados como libres de enfermedad. Lo anterior dio la pauta, para crear un programa piloto de aportación de una cantidad significativa entre el gobierno federal, el gobierno del estado de Sonora y productores lecheros que tienen hatos con una prevalencia de tuberculosis mayor al 5%.

2.1 Justificación económica para la campaña contra la tuberculosis bovina

Además de las pérdidas de carne y leche, la tuberculosis bovina es una enfermedad de relevante importancia en salud pública y principal factor limitante en la exportación de ganado en pie.

Las pérdidas en la producción de carne se deben a la disminución del desarrollo de los animales y a los efectos que causa la enfermedad sobre la producción. Se tienen pérdidas directas por concepto de decomiso de vísceras y canales. En lo referente a la producción de leche la tuberculosis la disminuye 10 por ciento.

A las pérdidas directas deben añadirse las relacionadas con el costo de control de la enfermedad, que frecuentemente implica la necesidad de sacrificar a los animales reactivos.

3. La Tuberculosis

3.1 Generalidades de la Enfermedad

Es una enfermedad infecto-contagiosa, de curso crónico y progresivo, causada por el *Mycobacterium bovis*, que afecta a los animales y al hombre, por lo que se considera una de las zoonosis más importantes. Se caracteriza por la formación de lesiones granulomatosas en diversos órganos, principalmente en nódulos linfáticos, pulmones, hígado, intestino, bazo, pleura y peritoneo.

3.2 Características generales de las micobacterias.

Las micobacterias son bacilos aerobios ácido alcohol resistentes, con un alto contenido de lípidos en su pared celular, lo cual es una característica muy importante dentro de sus mecanismos de patogenicidad. No responden a la tinción

de Gram, pero cuando se les aplica calor, adquieren el colorante primario y son capaces de resistir la decoloración con ácido y alcohol; de aquí su denominación de “ácido alcohol resistentes”.

Las micobacterias carecen de esporas, flagelos, fimbrias o cápsulas. Pertenecen a un grupo de parásitos intracelulares facultativos que se han denominado CNM (*Corynebacterium*, *Nocardia* y *Mycobacterium*) debido a que estos géneros bacterianos son ácido- resistentes, producen lesiones granulomatosas y exudados caseosos en las lesiones y comparten antígenos de pared, responsables de las reacciones cruzadas a la tuberculina.

Las micobacterias patógenas producen lesiones granulomatosas en los tejidos, tanto del hombre como de una gran variedad de especies animales silvestres y domésticas. Existen varias especies de *Mycobacterium*. *Mycobacterium bovis* es el agente etiológico de la tuberculosis bovina. Los cobayos son altamente susceptibles a la infección por *M. bovis* y *M. tuberculosis*, y desarrollan lesiones progresivas después de la infección experimental. *M. tuberculosis*, el agente causal de la tuberculosis humana, produce una enfermedad generalizada progresiva en el humano, primates no humanos, perros, cerdos y en algunos animales exóticos.

Es importante señalar que es relativamente frecuente el aislamiento de *M. avium* a partir de lesiones en nódulos linfáticos mesentéricos y otros tejidos de bovinos, siendo esporádicas las infecciones generalizadas. Se han llegado a aislar otras especies de *Mycobacterium* de tejidos de ganado bovino, como son: *M. fortuitum*, de vacas con mastitis y de nódulos linfáticos de bovinos sacrificado en rastros y *M. kansasii* en bovinos y cerdos, de lesiones granulomatosas muy semejantes a tuberculosis bovina. El *M. para tuberculosis* es el agente causal de una enfermedad gastrointestinal transmisible de los rumiantes llamada para tuberculosis.

Otros microorganismos como *M. Chelonei*, *M. lepraemurium* y *M. marinum* se aíslan de animales salvajes o marinos. *M. leprae* es el agente causal de la lepra humana y también se ha aislado de armadillos.

3.3 Características del *Mycobacterium bovis*

Morfología

La forma de *M. bovis* es típicamente bacilar, mide 0.2-0.6 a 1.0-10 μm . Es un bacilo relativamente corto cuando se observa en frotis de tejidos y moderadamente largo y se encuentra formando cadenas en preparaciones a partir de medios de cultivo.

Ultra estructura

Del exterior al interior, las micobacterias presentan las siguientes estructuras en el microscopio:

Pared

A su alto contenido de lípidos corresponde 60% del peso total de la pared; son responsables de propiedades como la ácido-resistencia, hidrofobicidad en medio líquido, lento crecimiento y resistencia a desinfectantes, anticuerpos y desecación.

Su composición de lípidos superficiales "libres", constituyen la cuarta parte del peso de la pared, entre los cuales destacan los micósidos, cera D y el factor de acordonamiento o factor cordón, responsable de virulencia aumentada. Este factor tiene propiedades leucotóxicas y parece inhibir el quimiotactismo leucocitario; induce respuestas granulomatosas y producir daño mitocondrial en la célula hospedadora (lo que ocasiona trastornos en la respiración celular).

Membrana celular

Posee actividades enzimáticas complejas y actúa como una barrera con permeabilidad selectiva.

- Ftiocerol. Un derivado importante de este ácido graso es el dimicosao de ftiocerol, probable componente de la pared, el cual tiene un papel básico en la protección bacteriana.
- Fosfolípidos y sulfátidos.- De estos dos grupos destacan el difosfatil glicerol o cardiolipina y el fosfaditil inositol manósido, el cual impide la digestión de las micobacterias dentro del macrófago.

Polisacáridos

Los más estudiados son los que tienen capacidad antigénica, como el D-arabino-D-galactano que es un componente de la superficie externa de la pared celular, D-arabino-D-manano y D-glucano.

Proteínas

Las proteínas que se conocen más tienen papeles antigénicos y metabólicos; los antígenos que destacan son los siguientes: 5, 6 a y b, la proteína activa tuberculínica de Kuwabara, la proteína MPB70 (se detecta en *M. bovis* BCG); las proteínas ribosomales, los sideróforos, por ejemplo la exoquelina, que capta hierro del exterior y la micobactina que lo transporta al interior de la bacteria; las enzimas catalasa, ureasa, fosfatasa ácida, esterasa, etc.

Características tintoriales

El alto contenido de lípidos de la pared celular de las micobacterias es el principal responsable de sus características tintoriales. Los ácidos micólicos principalmente permiten retener intensamente a colorantes básicos, como la fuscina fenicada y resisten la decoloración con ácidos débiles. Cuando las micobacterias se desgrasan con éter, esta propiedad tintorial se pierde y si se tiñe con Gram, adquiere propiedades tintoriales de bacterias grampositivas. El análisis de los lípidos por cromatografía de gases, revela patrones que ayudan en la clasificación de especies diferentes de micobacterias.

Características antigénicas

Se han obtenido muchas fracciones de micobacterias capaces de inducir respuestas humorales y mediadas por células. Estos antígenos pueden ser:

Solubles: principalmente son de origen citoplasmático y se encuentran clasificados en cuatro grupos:

1. Antígenos comunes a todas las micobacterias y géneros bacterianos afines.
2. Antígenos restringidos a las micobacterias de crecimiento lento.
3. Antígenos presentes en micobacterias de crecimiento rápido y en *Nocardia* sp. y *Corynebacterium* sp.
4. Antígenos específicos de especie.

La función de cada componente de la pared celular en la patogénesis todavía no está claro. El núcleo de la pared celular está compuesto de tres moléculas covalentes adheridas, el peptidoglicano, arabinogalactano y ácido micólico. Complejos de glicolípidos y lípidos en la pared del bacilo tuberculoso y otros componentes de la pared celular (ejemplo el factor de acordonamiento para evaluar su papel en la formación de granuloma. La trehalosa-6,6dimicolato inhibe la quimiotaxis, induce la desintegración del retículo endoplásmico rugoso y la separación de los ribosomas de las células, además de leucotóxico. Glicolípidos conteniendo sulfuros (sulfátidos) parece que promueven la supervivencia de los bacilos virulentos dentro de los macrófagos inhibiendo la formación de fagolisosomas y evitando la exposición de enzimas hidrolíticas presentes en el lisosoma. Más recientemente ha sido reportado que los sulfolípidos inducen cambios en la función fagocítica de la célula que puede ser importante en el decremento en la habilidad de los fagocitos para responder eficientemente a *M. tuberculosis*.

Los bacilos tuberculosos y otras micobacterias contienen algunas proteínas y complejos de proteínas (ejemplo lipoproteínas). El interés particular es la secreción de las proteínas en el complejo del antígeno 85, puesto que éste juega

un papel importante en el desarrollo en la respuesta de la célula mediadora y en la enfermedad de los huéspedes. Los enlaces de fibronectina a los componentes del antígeno 85 y la liberación de grandes cantidades de este antígeno, pueden inhibir la conexión de la fibronectina con el bacilo tuberculoso. Sin embargo, no hay evidencia clara de que la fibronectina medie directamente la fagocitosis de la micobacteria, pero hay alguna evidencia de que la fibronectina hace lo posible para que los monocitos fagociten a las células sensibilizadas C3b.

El desarrollo de la tuberculosis dependerá en gran medida del estado inmunitario del animal y de la existencia o no de un contacto previo entre el animal o la bacteria. El ganado bovino se infecta con más frecuencia por vía aerógena, calcula que el 90% de las infecciones en el bovino tienen como puerta de entrada la vía respiratoria, pues el bacilo es comúnmente expulsado al ambiente con las secreciones pulmonares de animales que estornudan en forma de aerosol cuando padecen la enfermedad pulmonar. Las gotitas de aerosol se secan rápidamente, aunque los núcleos de las gotitas pueden contener bacilos. Las gotas más grandes caen al suelo, pero aquellas que se encuentran en el rango de 1-10 μm permanecen flotando en el aire por un considerable periodo de tiempo, dependiendo de las condiciones ambientales. El núcleo de la gota en este rango de tamaño (1-10 μm), puede alcanzar los bronquiolos terminales y alvéolos, considerando que su tamaño es de 20 μm cuando son inhalados. Las partículas mayores de 10 μm son atrapadas en el aparato respiratorio superior por la acción combinada de distintas barreras mecánicas, como el moco que tapiza todo el árbol bronquial y que impide el asentamiento de los bacilos.

El *Mycobacterium bovis* puede infectar cualquier tejido del organismo, pero siempre como resultado de la diseminación de un foco pulmonar inicial. Hay evidencias que sugieren una predilección de *M. bovis* por el tejido pulmonar, lo cual se debe a su alto requerimiento de oxígeno molecular para su crecimiento, además de que la multiplicación de los organismos en tejido pulmonar es más rápido que en otros tejidos.

3.4 Especies susceptibles a la infección con *Mycobacterium bovis*

Ganado bovino: Son susceptibles a los 3 tipos de tuberculosis. Son huéspedes reservorios del *M. bovis*. generalmente causa un cuadro crónico y progresivo. La infección por *M. avium* es rara pero puede ocurrir (sobre todo en individuos inmunodeprimidos). Son más resistentes a *M. tuberculosis* y comúnmente no desarrollan lesiones por esta micobacteria pero el ganado puede volverse sensible temporalmente.

Porcinos: Son susceptibles a los 3 tipos de tuberculosis. La infección por *M. bovis*, puede ser una enfermedad progresiva y diseminada en las cavidades torácica y peritoneal. *M. avium*, en cerdos usualmente afecta solamente los nódulos linfáticos mesentéricos o cervicales. En áreas de alta prevalencia de *M. bovis*, en Latinoamérica la mayoría de los casos de tuberculosis en cerdos es bovina (80-97%). En áreas de baja prevalencia de *M. bovis* (USA), la mayoría es de origen aviar y por otras micobacterias (97%). La infección por *M. tuberculosis* se transmite por comer desechos de comida de hospitales o sanatorios con enfermos de tuberculosis. Raramente desarrollan enfermedad generalizada.

Cabras: Son susceptibles a los 3 tipos de tuberculosis. La infección es muy similar a la del ganado bovino. Puede no ser un reservorio eficiente de *M. bovis*. La infección por *M. tuberculosis* puede ser generalizada y causar lesiones.

Ovinos: Es rara pero puede ocurrir por *M. bovis* o *M. avium*. Su presentación es extensiva, con fibrosis y mineralización de las lesiones. Probablemente exista resistencia natural.

Caballos: Rara vez se presenta la tuberculosis. La literatura reporta que han sido aislados los 3 tipos, la mayoría *M. bovis*.

Gatos: En países con alta prevalencia, el 90% de los casos son por *M. bovis*. La transmisión en esta especie es comúnmente por la vía oral. En áreas de erradicación, la tuberculosis es rara en los gatos. Cuando se presenta ocasionalmente se ha encontrado más *M. tuberculosis* que *M. avium* y otras. Los gatos han señalados como la fuente de reinfección de *M. bovis* en hatos lecheros.

Perros: Los afecta la tuberculosis humana en un 75% y la bovina en un 25 % (también se ha reportado *M. avium*). Las lesiones comúnmente involucran pulmones, riñón y nódulos linfáticos mesentéricos, pueden mantener la infección de *M. tuberculosis* y posiblemente de *M. bovis* sin mostrar lesiones.

Animales de zoológico y vida libre: Los zoológicos tienen una larga historia de infecciones tuberculosas, mucha literatura reporta sobre los 3 tipos de tuberculosis en: camélidos, bisontes, rumiantes exóticos, elefantes, monos, jirafas, grandes felinos y otras especies de zoológico. La zarigüeya de cola de cepillo en Nueva Zelanda y los tejones en el suroeste de Inglaterra son reservorios de infección de *M. bovis* que afecta al ganado. La infección por *M. bovis* ha llegado a ser extensiva en animales silvestres en el Parque Kruger de Sudáfrica afectando búfalos, grandes felinos, etc.

Monos: Los primates son muy susceptibles a *M. bovis* y *M. tuberculosis*, el 70% de las infecciones son de tipo humano y 30% de tipo bovino. Son un origen común para las infecciones humanas.

Llamas, otros camélidos, bisontes, venados, alces y otros cérvidos: La infección por *M. bovis* es probablemente similar a la del ganado y es la probable fuente potencial más grande para la infección del ganado. Los cérvidos son muy susceptibles a *M. bovis*.

Aves psitácidas: Usualmente las afecta el *M. avium*; (La literatura reporta un perico infectado de *M. bovis*).

Aves de corral: Las gallinas son susceptibles solo a *M. avium*.

Animales de laboratorio: Los cuyes son muy susceptibles a *M. bovis* y *M. tuberculosis*. Los conejos son susceptibles a *M. bovis* y *M. avium*.

Humanos: Las infecciones pulmonares y extrapulmonares son causadas por *M. bovis* y *M. tuberculosis*; Los encorvados o jorobados, la osteomielitis, meningitis, linfadenopatía cervical o scrofula, *avium* y MOTT (*Mycobacterium Other Than*

Tuberculosis- Otras micobacterias diferentes a las de tuberculosis-) usualmente no son patógenas para el humano a menos que el huésped esté inmunocomprometido. (HIV/AIDS). *M. marinum* puede causar lesiones en heridas en manos y brazos; "Dedo del aficionado al acuario". Infecciones en heridas causadas por *M. bovis* producen una condición llamada como "Tubérculo del carnicero".

3.5 Rutas de transmisión de la Tuberculosis Bovina

Vía Respiratoria: Los bacilos tuberculosos se encuentran en el núcleo de gotas de aerosol resultantes de la espiración de los animales infectados que pueden permanecer suspendidas en el aire por días. Es considerada la ruta más importante de transmisión (90-95 % de los casos). El polvo contaminado con esputo seco infectado puede mantener su capacidad infectante por 8-10 días. Se necesitan muy pocos microorganismos para causar la infección.

Vía Oral: Se considera que el 10-20% de los animales se infectan por vía oral. En hatos infectados se han encontrado animales que sólo tienen lesiones mesentéricas. La vía oral es una ruta menos eficiente de transmisión que los aerosoles, porque para penetrar la mucosa intestinal se requieren de un gran número de microorganismos. Son factores determinantes de la transmisión la

contaminación de agua, alimento y medio ambiente. La bacteria sobrevive 18 días en agua estancada, 20 a 30 días en el esputo expuesto a la luz solar directa y 6 a 8 semanas en estiércol mantenido húmedo y protegido de los rayos solares y luz ultravioleta directa. Sobrevive y permanece infectante al menos 105 días en estiércol de cerdos. Algunos autores mencionan tiempos de hasta 10 meses de sobrevivencia del *M. bovis* en heces, esputo y agua cuando están protegidos de la luz y la desecación. Investigaciones recientes en Irlanda indican que el estiércol de animales alimentados con dietas que contienen más silo que concentrado (en oposición a dietas altas en fibra), puede crear un medio ambiente anaerobio favorable, permitiendo al *M. bovis* sobrevivir mucho más tiempo fuera del huésped.

La alimentación de los becerros con calostro o leche procedente de vacas con mastitis, o alimentados con suero de leche, o por alimentación directa de ubres tuberculosas, es la causa más común de transmisión a estos animales jóvenes.

Vía Congénita: Esta forma de transmisión ocurre raramente, la infección del feto en el útero se da a través de la arteria umbilical (un 2% de hijos de madres enfermas pueden nacer infectados). Cerca del 5 % de las vacas tuberculosas tienen metritis tuberculosa.

Vía Genital: Los toros contraen tuberculosis genital cuando montan a vacas con metritis tuberculosa. La monta natural no es considerada como una ruta de transmisión específica, debido a la resistencia de la mucosa vaginal durante el estro. La inseminación artificial, puede ser un método de transmisión más eficaz para causar metritis tuberculosa.

Vía Mamaria: Un pequeño porcentaje (1-2%) de las vacas tuberculosas padece mastitis tuberculosa, considerándolas por ello como diseminadoras persistentes. La ubre infectada por vía hematogena puede diseminar bacilos en la leche en ausencia de mastitis, las cánulas de infusión contaminadas pueden provocar una mastitis micobacterial en otras vacas.

Otras Vías: Se puede presentar la Infección a través de contaminación de heridas, conjuntiva, abscesos en nódulos linfáticos, entre otros.

4. Patogenia

Dentro de la patogenia de la tuberculosis hay que distinguir si se trata de una primoinfección que es *M. bovis* entra en contacto por 1ª vez con un organismo, o bien si se trata de un fenómeno postprimario, en el cual ya ha existido un contacto previo y por tanto el animal presenta inmunidad.

4.1 Primoinfección

La primoinfección es aquella en que la reacción neutrófila pura es más breve y desde su comienzo la reacción adopta la forma exudativa aguda intensa; en sí, se considera la fase de infección que sigue a la reacción de la tuberculosis o a la reinfección de un animal previamente expuesto.

En la primoinfección, una o más micobacterias se hospedan en la célula de un alveolo y son rápidamente fagocitadas por macrófagos alveolares, que intentarán lisarlas sintetizando distintas enzimas como: lipasas, fosfolipasas, proteasas y lisozimas, sin lograrlo en la mayoría de las ocasiones. Es aquí cuando entra en acción el "factor cordón" de la micobacteria, el cual producirá una importante destrucción de las mitocondrias, con la subsecuente alteración en la respiración y en la fosforilación oxidativa. Un daño también intenso es producido por el retículo endoplásmico rugoso, hay desprendimiento de ribosomas y una posterior desintegración del mismo, sin embargo, la tasa de crecimiento de los bacilos es lenta, por lo tanto los síntomas o condiciones patológicas aparecen después de varias semanas de la infección.

Otro factor de virulencia está representado por la abundante presencia de sulfátidos, localizados en la pared bacteriana. El mecanismo de acción de estos sulfátidos parece estar relacionado con el fracaso de la unión del lisosoma y el fagosoma. Por tanto, las micobacterias no entrarán en contacto con las enzimas hidrolíticas, consiguiendo sobrevivir en el interior de los macrófagos. De esta manera los macrófagos albergarán a micobacterias con plena viabilidad y capacidad de multiplicación.

Cuando hay un número significativo de bacilos en un principio aparece un proceso exudativo celular inflamatorio y destrucción celular y la necrosis son bastante reducidas. La lesión elemental consiste en una pequeña zona de material necrótico que contiene microorganismos vivos y muertos, rodeados por una capa de macrófagos. A partir de esta localización primaria y debido a la incapacidad para detener la infección, las micobacterias fagocitadas en los alveolos son drenadas hasta los nódulos linfáticos mediastínicos y torácicos, donde se desarrollará la lesión nodular llamada adenopatía satélite. Esta lesión satélite adoptará las mismas características que las desarrolladas en el pulmón.

El hecho de que los nódulos linfáticos se infecten más frecuentemente que otros tejidos, está relacionado con la importante labor filtradora que llevan a cabo. La extensión y la presencia de macrófagos en los canalículos, entre las células del sistema reticuloendotelial del nódulo, favorece la captación y el asentamiento de micobacterias.

Paralelamente a este proceso y una vez transcurrido un período de 10 a 15 días desde la infección, se produce un fenómeno de hipersensibilidad tipo IV. Los macrófagos, que en un principio eran incapaces de destruir a los bacilos, experimentan transformaciones funcionales y morfológicas, evolucionando hasta células epitelioides y células gigantes. Son estas unas células que a diferencia de las anteriores, serán capaces de producir una intensa acción fagocítica e hidrolítica en contra de las micobacterias.

Los responsables de esta inmunidad son los linfocitos, que al liberar linfocinas atraen, inmovilizan y activan a las células mononucleares en los lugares donde se encuentran las micobacterias o sus productos. De entre ellas mencionamos el "Factor Quimiotáctico de Macrófagos" (MCF) y el "Factor Inhibidor de Migración" (MIF), "Factor Mitógeno" (MF), los cuales determinan la infiltración, activación y división celular respectivamente.

El resultado de todo este proceso es la formación del granuloma. Cuando está completamente desarrollado, consta de una zona necrótica central, con o sin precipitación mineral, rodeada por células epitelioides alternadas con células gigantes. Toda esta estructura se rodea de linfocitos y se forma un importante encapsulamiento conectivo. De esta forma queda constituida la estructura más típica de la tuberculosis, que alcanza un tamaño macroscópicamente observable y se denomina tubérculo. En determinadas circunstancias, la zona necrótica central puede evolucionar hasta la necrosis caseosa. El crecimiento de los bacilos se encuentra normalmente inhibido, debido a la baja tensión de oxígeno existente, el bajo pH y a la acumulación de ciertos ácidos grasos.

Se ha comprobado que en las lesiones primarias que cursan con fibrosis parcial e incluso calcificación hay una persistencia de bacterias viables por muchos años y de hecho, esto puede provocar en cualquier momento la reinfección endógena.

4.2 Tuberculosis secundaria o postprimaria

Sucede en animales previamente sensibilizados, que sufren una 2ª infección de origen exógeno o endógeno, siendo esta última la más frecuente. Después de un período mayor de 10 días de la infección, se desarrolla una hipersensibilidad retardada (tipo IV), como consecuencia de una incapacidad de los macrófagos para destruir el bacilo tuberculoso que a su vez secreta un exceso de linfocinas a partir de los linfocitos T, respondiendo así una 2ª infección que frecuentemente es

una reactivación tardía de un complejo primario. Estas sustancias ocasionan quimiotaxis (atracción), proliferación y activación de los macrófagos, produciéndose así una reacción inflamatoria que es característica. Esos macrófagos primeramente, se agrupan en forma periférica alrededor del área de la necrosis caseosa causada por la presencia de bacterias, linfocitos T citotóxicos y macrófagos necróticos, denominándose células epitelioides por su semejanza con células epiteliales. Posteriormente existe la formación de sincitios celulares característicos llamados tipo Langhans.

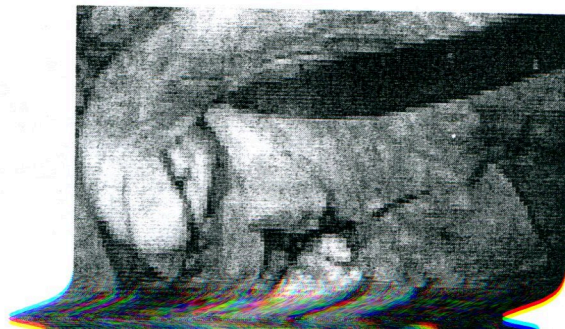
Como consecuencia de la reacción inflamatoria, se produce un tejido de granulación que presenta un tejido fibroso periférico y la presencia de linfocitos adyacentes a los vasos sanguíneos.

4.3 Distribución de las lesiones

En el ganado adulto, la tuberculosis se presenta comúnmente como una enfermedad de tipo respiratorio, por consiguiente, las lesiones se encuentran con más frecuencia en los pulmones y los nódulos linfáticos del tracto respiratorio (por ejemplo: nódulos linfáticos de la cabeza, cuello y tórax).

Cuando la vía primaria de la infección es a través de la alimentación, las lesiones tuberculosas pueden estar presentes en los nódulos linfáticos de la cabeza y el cuello, así como en los nódulos linfáticos mesentéricos y en el hígado.

Las lesiones iniciales en el tracto digestivo a menudo no son apreciadas en el examen post-mortem rutinario.



Los tubérculos ocasionalmente penetran las membranas serosas, lo cual permite el acceso de los microorganismos a las cavidades corporales. Este proceso provoca el desarrollo de una pleuritis granulomatosa o peritonitis (enfermedad perlada).

Durante el curso de la enfermedad, el crecimiento de los tubérculos puede erosionar los vasos sanguíneos contiguos y cuando el bacilo tuberculoso es liberado en la corriente sanguínea, se pueden desarrollar lesiones metastásicas en cualquier parte del cuerpo.

4.4 Apariencia de un tubérculo

Los tubérculos pueden ser; pequeños o grandes, solitarios o múltiples y pueden involucrar; un órgano, un sistema o pueden ser de distribución multisistémica. Típicamente las lesiones tuberculosas contienen un núcleo central de exudado caseoso amarillento, en el bovino este exudado frecuentemente está en mayor o menor grado calcificado y cuando se incide con un cuchillo se siente esa mineralización. Sin embargo en los estadios iniciales de desarrollo, muchos tubérculos pueden carecer de mineralización y sólo se pueden reconocer como abscesos purulentos. El exudado caseoso esta rodeado por una zona inflamatoria que a simple vista puede o no ser visible.



Lesión característica de una tuberculosis caseosa: Foto: Luisa Ibarra Lemas

5. Inmunología de la Tuberculosis

Hipersensibilidad debida a células (Tipo IV)

5.1 Generalidades

Cuando los animales han sido sensibilizados contra determinados antígenos y se les inyecta en la piel algunos de éstos, en el sitio de aplicación puede presentarse una respuesta inflamatoria que va en aumento, conforme transcurren las horas.

Este tipo de respuesta se conoce como hipersensibilidad tardía o debido a células (tipo IV). Las reacciones de hipersensibilidad tardía no pueden transferirse de un animal sensibilizado a otro sin sensibilizar utilizando suero. Si se desea hacer este tipo de transferencia únicamente se puede lograr a través del trasplante de linfocitos. Debido a estas condiciones se puede afirmar que este tipo de reacciones se debe a células. En este tipo de reacciones interaccionan el antígeno inyectado, los macrófagos y los linfocitos Y sensibilizados, principalmente. Un ejemplo de estas reacciones de hipersensibilidad, es la reacción a la tuberculina, respuesta que aparece en un individuo sensibilizado cuando se le inyecta este antígeno intradérmico.

5.2 Reacción a la tuberculina

Reacción clásica de tipo IV

Se llama tuberculina a los extractos de *Mycobacterium tuberculosis*, *M. bovis* o *M. avium*, utilizados como antígenos para las pruebas cutáneas destinadas a identificar los animales que sufren de tuberculosis. Se han utilizado varios tipos de tuberculina con este fin. Comprendiendo:

Tuberculina antigua.- Que es (TA o mejor OT del inglés Old Tuberculin) el líquido sobrenadante de un cultivo en caldo del bacilo tuberculoso, concentrado por ebullición.

Tuberculina procedente de un medio sintético concentrado por calor (MSCC, o mejor HCSM, iniciales de la nomenclatura en inglés), similar a la TA, pero siendo cultivado el germen en este caso en un medio sintético.

Tuberculina PPD.- del inglés Purified Protein Derivate (derivado proteínico purificado), que se prepara cultivando microorganismos en un medio sintético, matándolos con vapor y filtrando. La tuberculina PPD se precipita a partir del filtrado mediante ácido tricloroacético, se lava y se vuelve a suspender en amortiguador para el uso. Si se inyecta tuberculina PPD por vía intradérmica a un animal normal, no se observa ninguna respuesta inflamatoria local. Pero si el animal estaba sensibilizado por una infección debida al bacilo tuberculoso, se presenta una respuesta de hipersensibilidad tardía. Después de inyectada la tuberculina a este animal, transcurren varias horas sin que se produzcan lesiones macro o microscópicamente observables. Pero más tarde, se instala una vasodilatación con mayor permeabilidad vascular, lo que desemboca en eritema e inflamación. La inflamación se caracteriza por su dureza. Bajo el microscopio, la lesión difiere de una respuesta inflamatoria aguda clásica, pues la población celular que infiltra el tejido corresponde principalmente a células mononucleares (macrófagos y linfocitos), aunque puede observarse también en las primeras etapas una acumulación transitoria de neutrófilos.

La reacción alcanza su mayor intensidad de 24 a 72 horas después de la inyección y puede persistir varias semanas, para luego ceder progresivamente. En caso de reacción muy intensa, puede llegar a haber necrosis en el foco de inyección.

La reacción a la tuberculina es una reacción inmunológica específica que se debe a células T. Se piensa que las células T sensibles a los antígenos que se encuentran en la circulación entran en contacto con el antígeno inyectado y responden al mismo por reclutamiento de otros linfocitos y por división, diferenciación y liberación de linfocinas. Todavía no se sabe que linfocinas intervienen, ni en que orden, pero se piensa que la acumulación de macrófagos en el foco por la presencia de factores inhibidores de la migración. Probablemente, las modificaciones vasculares se deben a la liberación de factores cutáneos reactivos y de enzimas de los lisosomas de los macrófagos. Estos macrófagos fagocitan el antígeno inyectado y finalmente lo destruyen desapareciendo así el estímulo para que continúe la producción de linfocinas, con la cual los tejidos vuelven al estado normal.

La respuesta inicial de células T también genera linfocina que atrae basófilos y causa aglutinación local de células que se desgranar. La serotonina de estas células intensifica la migración de monocitos penetrando en la lesión.

La prueba de la tuberculina puede aplicarse de varias maneras en el ganado. O más sencillo es la prueba caudal. En esta prueba, se inyecta en un pliegue anal. 0.01 ml. De tuberculina PPD, preparada con *M. bovis* y se examina el foco de la inyección al cabo de 72 +/- 6 horas. Es fácil comparar el pliegue donde se efectuó la inyección con los demás y se reconoce con facilidad una reacción que se traduce por una inflamación difusa y dura.

La ventaja de la prueba caudal es su sencillez; pero no permite distinguir entre las infecciones producidas por las distintas variedades de micobacterias, que incluyen *M. avium*, *M. paratuberculosis* y el grupo de microorganismos *Nocardia*, relacionados con los anteriores. Otro inconveniente es la proporción relativamente alta de animales que presentan una reacción a la prueba, pero en la necropsia no presentan ninguna lesión reconocible de tuberculosis. No se explica todavía

satisfactoriamente esa peculiaridad, pero podría obedecer a una infección muda por micobacterias no patógenas.

Pueden presentarse pruebas caudales falsas negativas en animales con tuberculosis muy avanzada o muy reciente, en vacas que dieron a luz un becerro en las cuatro o seis semanas precedentes, en vacas muy viejas y en animales sometidos a la prueba en las 10 semanas precedentes. La energía que se observa en los casos avanzados de tuberculosis caracteriza también la enfermedad de Johne clínica y parece obedecer a la presencia en el suero de estos animales de un factor bloqueador, quizá un anticuerpo que impide que las células Y reaccionen con el antígeno, también existen pruebas de que se desarrollan células supresoras en este trastorno. En vista de estos inconvenientes de la prueba caudal, se le modificó de diversas formas.

Por ejemplo, la prueba cervical comparativa recurre simultáneamente a tuberculinas aviar y bovina. Ambas se inyectan en un mismo lugar del cuello, pero en focos separados y se examinan las inyecciones a las 72 ± 6 horas. En general, si el foco en donde se inyectó la tuberculina aviar muestra una reacción más intensa, se considera que el animal está infectado por *M. avium* o *M. paratuberculosis*. En cambio si la reacción es más intensa en el foco que recibió *M. bovis*, se concluye que el animal está infectado por *M. tuberculosis* o *M. bovis*. Por lo tanto, la prueba puede ser útil si se espera que prevalezca la tuberculosis aviaria o la enfermedad de Johne y dio excelentes resultados en el Reino Unido.

EL PPD que proviene de *M. bovis* es más específico para el ganado que el de *M. tuberculosis*, pues da menos reacciones cruzadas con *M. avium* además de ser más adecuado para la aplicación al ganado; por todas estas razones, se le prefiere.

6. Proceso de Infección y enfermedad

“La infección ocurre cuando el primer macrófago engulle al bacilo y es incapaz de matarlo”.

La enfermedad clínica puede no ocurrir, ocurrir más tarde en la vida del animal, ocurrir cuando las lesiones se diseminan en los órganos o mantenerse durante años en estado crónico en el cuerpo del animal.

6.1 Período de incubación de la tuberculosis.

Es el tiempo que transcurre desde la exposición hasta el desarrollo de la enfermedad y va a depender de la ruta de infección, localización de las lesiones y otras enfermedades presentes. En un hato se deben considerar los diversos factores que influyen en la diseminación de la enfermedad: desde el momento de la exposición al *Mycobacterium*, hasta que se establece la infección; cuando el animal reacciona a la prueba, se desarrollan lesiones y se presentan los signos clínicos.

6.2 Factores que afectan la presentación de infección/enfermedad.

Virulencia de la micobacteria, especies de *Mycobacterium* y huésped; la dosis de exposición (es muy importante), diferencias entre cepas en cuanto a virulencia, aislamiento de algunas cepas con características híbridas (por ejemplo entre *M. bovis* y *M. tuberculosis*).

Solo se previene la exposición. Intervienen las barreras naturales del cuerpo. Hábitos y conducta del animal y la resistencia natural de algunas especies.

6.3 Prevención

6.4 Infección por *Mycobacterium bovis* en el hombre

El factor de exposición se da con mayor frecuencia por vía respiratoria o aerosoles, en personas que manejan animales como veterinarios, trabajadores de rastros, de plantas de rendimiento y empacadoras; la transmisión por vía oral se presenta debido a la ingestión de leche no pasteurizada y productos provenientes de animales tuberculosos.

6.5 Secuelas de la enfermedad

- Puede permanecer en periodo de latencia por varios años.
- Signos: pulmonares, tos, fatiga, pérdida de peso, sudores nocturnos, dolor pectoral con eventual hemoptisis y lesiones que no cicatrizan.
- Signos extrapulmonares.

Meninges: Meningitis tuberculosa.

Huesos: Osteomielitis y fractura de los huesos largos jorobas o problemas de la columna vertebral.

Nódulos linfáticos cervicales: Escrofulosis se considera que *M. scrofulaceum* juega un papel importante ahora.

7. Diagnóstico

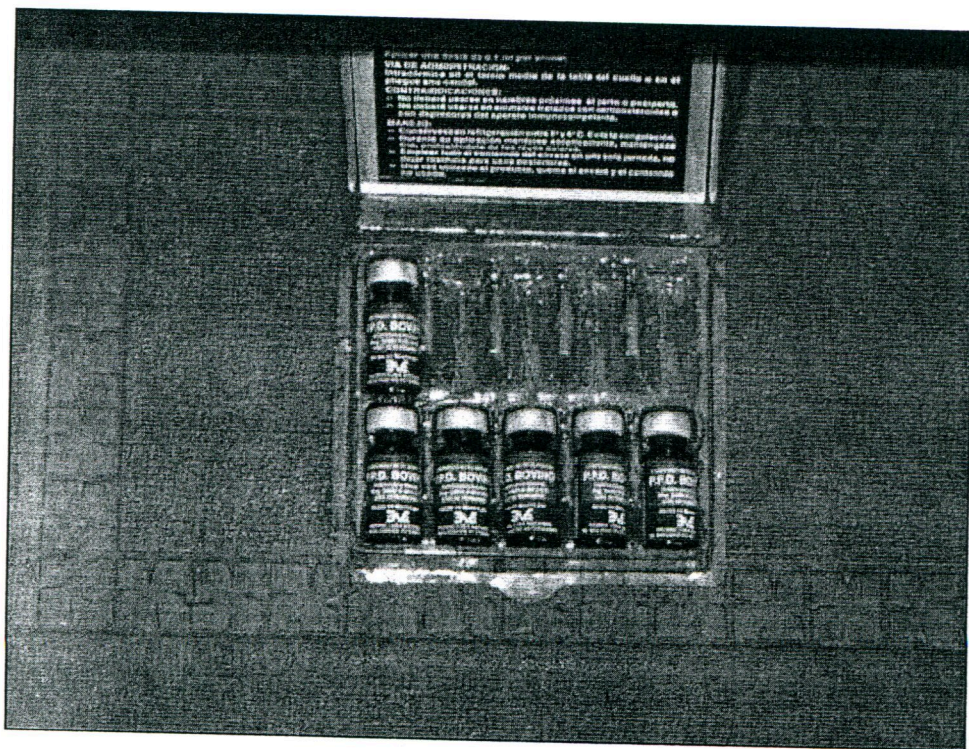
El diagnóstico de la tuberculosis se lleva a cabo por medio de:

7.1 La Tuberculina

Las investigaciones de Roberto Koch para desarrollar un tratamiento contra la tuberculosis, resultaron en el desarrollo de la tuberculina.

La tuberculina bovina es preparada a partir de cultivos de *Mycobacterium bovis* cepa AN5. La tuberculina aviar es preparada a partir de cultivos de *Mycobacterium avium* cepa D4.

Las tuberculinas son mezclas de componentes solubles, producidas por las micobacterias cuando crecen en medios líquidos. Los organismos son muertos por calor y removidos para desecharlos por filtración. El filtrado resultante del cultivo, es después procesado ya sea por concentración con calor, así se obtiene la tuberculina vieja (OT, Old Tuberculin) o por fraccionamiento químico derivado proteico purificado, (PPD Purified-Protein Derivative Tuberculins).



PPD bovino utilizado en Campaña

La potencia de la tuberculina se estimara a través de métodos biológicos; basados en la comparación con las tuberculinas estándar. La potencia es expresada en Unidades Internacionales (UI). Usualmente la concentración final de proteína en el PPD, es 1.0 mg/ml y debe ser isotónica.

U.S.A.A.V. U.S.A.A.V.

El PPD bovino utilizado en campañas contiene 5,000 UI y la dosis recomendada es de 0.1 ml, aplicada intradérmicamente con jeringa y aguja de insulina.

Las pruebas de tuberculina oficiales que se aplican para diagnóstico en México y EUA son:

- Prueba en el Pliegue Caudal
- Cervical Comparativa
- Cervical Simple

PPD bovino.

En México solo se utiliza una presentación de PPD bovino con una concentración de 5,000 UI, mientras que en EUA se utilizan tres diferentes presentaciones de PPD bovino con diferentes concentraciones, como se comparan en el siguiente

Prueba	Tuberculinas	
	México	EUA
Pliegue caudal	0.1 ml de PPD bovino de 5,000 UI	0.1 ml de PPD bovino de 5,000 UI
Cervical comparativa	0.1 ml de PPD bovino de 5,000 UI y PPD aviar	Tuberculinas biológicamente iguales a las de México: PPD bovino (0.998 mg/ml) y PPD aviar (1.122 mg de proteína/ml)
Cervical simple	0.1 ml de PPD bovino de 5,000 UI	A: 0.1 ml de PPD bovino de 10,000 UI (Doble Fuerte) B: 0.2 ml de PPD bovino de 5,000 UI

Recomendaciones para el manejo de la tuberculina

Las tuberculinas deberán ser transportadas y conservadas en frío a una temperatura de 4 a 8° C y estar protegidas de la luz solar directa durante el trabajo de campo, se debe verificar el lote y fecha de caducidad del producto. Una vez utilizado el antígeno, deberá desecharse el resto del contenido del envase si no se va a utilizar el mismo día. El instrumental necesario para la realización de la tuberculinización es:

- Jeringas graduadas de 1 ml con graduación de 0.1 ml, de preferencia desechables, automáticas o en caso contrario limpias, esterilizadas y en buen estado.
- Agujas hipodérmicas, calibre 24 a 26 de 0.5 a 1.0 cm. de largo de preferencia desechables o en caso contrario limpias, esterilizadas y en buen estado.
- Para la prueba cervical comparativa se usará un cutímetro metálico de plástico como el vernier o pie de rey, graduado en Mm.

Recomendaciones durante el uso de tuberculinas

Adsorción a los contenedores.

Los tuberculoprotidos se adsorben a la superficie interna de los contenedores, lo cual es necesario contrarrestar, para ello se añade un agente antiadsorbente como el Tween 80, agregado por el fabricante.

Existe una relación directa entre el porcentaje de tuberculoprotidos adsorbidos y el radio de volumen de la superficie, de tal manera que pequeñas cantidades de tuberculina almacenadas en un contenedor que posea gran superficie de contacto pueden perder casi el 100% de potencia.

Desnaturalización por la luz

Las tuberculoproteínas se desnaturalizan si se exponen a la luz, razón por la cual suelen envasarse en contenedores de vidrio ámbar, no se recomienda almacenar dosis de tuberculina en viales o jeringas claras o transparentes por periodos prolongados.

Oxidación

Las tuberculoproteínas se desnaturalizan lentamente en el aire, por ello la tuberculina almacenada en un contenedor sólo parcialmente lleno puede oxidarse completamente al cabo de cuatro semanas.

Volumen de la inyección

Cuando la tuberculina se aplica intradérmicamente, la intensidad de la respuesta aumenta de acuerdo con el volumen inyectado, aun cuando el número de unidades de esta sustancia siga siendo el mismo.

Aplicación repetida en el mismo sitio

Puesto que las reacciones pueden desarrollarse en forma diferente debido a la insensibilización producida al inyectar la tuberculina en un sitio donde previamente también se había aplicado, deberá evitarse esta práctica.

Aplicación repetida en el mismo animal

Como las aplicaciones repetidas de tuberculina en el mismo animal en diferentes sitios pueden alterar el tamaño de la reacción, cuando sea posible, deben evitarse las pruebas múltiples.

Hormonas, medicamentos, vacunas y enfermedades

Las hormonas y los medicamentos han mostrado su capacidad de deprimir la sensibilidad a la tuberculina, así que no se deben probar animales que estén en tratamientos con estos productos, no obstante si es necesario el tratamiento con este tipo de sustancias, pueden administrarse en el momento de realizar la lectura de la prueba.

Congelamiento

La tuberculina debe almacenarse entre 4 y 6 grados centígrados, sin permitir que se congele, porque se precipitaría y podría causar variaciones en la respuesta.

Intervalo de tiempo para la observación

El tiempo para leer la prueba de tuberculina es importante, ya que la respuesta óptima varía, por esta razón la lectura en el ganado bovino deberá ser efectuada a las 72 ± 6 horas.

Formas de lectura

Este factor es muy importante ya que la persona que aplicó la tuberculina siempre debe ser la que interprete los resultados.

Estabilidad en el calor

Las tuberculinas son relativamente estables a las temperaturas de las habitaciones.

Factores que deben considerarse al hacer una prueba de tuberculina

Por más de 100 años las pruebas de tuberculina han sido usadas con éxito en todo el mundo para el diagnóstico de tuberculosis en el ganado bovino.

La sensibilidad y especificidad de las diferentes pruebas intradérmicas han sido estudiadas para determinar la presencia de *Mycobacterium bovis* en el ganado probado.

7.2 Sensibilidad y especificidad de la prueba

Los dos indicadores principales de confiabilidad de una prueba biológica son la sensibilidad y la especificidad.

- Una prueba 100% específica puede asegurar que ningún animal libre de tuberculosis será clasificado como positivo a la prueba.
- Una prueba 100 % sensible puede asegurar que todos los animales infectados serán positivos a la prueba.
- Una prueba 100% confiable sería la que tuviera 100% de especificidad y 100% de sensibilidad, **tal prueba no existe**, desgraciadamente.

A diferencia del valor predictivo, los valores de la sensibilidad y especificidad de las pruebas no son influidos por la prevalencia de tuberculosis en la población.

Estado de la enfermedad en el ganado probado

El verdadero estado de los animales con prueba de tuberculina positiva o prueba de tuberculina negativa puede clasificarse como:

Verdaderos positivos: Animales tuberculosos, positivos a la prueba.

Verdaderos negativos: Animales no tuberculosos, negativos a la prueba.

Falsos negativos: Animales tuberculosos, negativos a la prueba.

Falsos positivos: Animales no tuberculosos, positivos a la prueba.

7.3 Estimación de la Sensibilidad

Sensibilidad. Es la medida de la habilidad de la prueba para identificar correctamente a aquellos animales infectados con *M. bovis* y usualmente se expresa en porcentaje.

$$\text{Sensibilidad (\%)} = \frac{\text{Verdaderos positivos} \times 100}{\text{Verdaderos positivos} + \text{Falsos negativos}}$$

Este valor se mide experimentalmente para comprobar los animales que estén infectados a través de la inoculación de cuyes. De los animales que se encuentran infectados y que no presentan lesiones macroscópicas, solo de una pequeña proporción de ellos se logra el aislamiento y esto puede ser debido a una serie de razones entre ellas: La presencia de pequeña cantidad de bacilos en los tejidos linfáticos, la pequeña cantidad de tejido tomada para el cultivo en relación con el sistema linfático y los efectos adversos que tiene para la viabilidad del *M. bovis*, el uso de descontaminantes antes del cultivo, tales como el 5 % de ácido oxálico.

Sin embargo la medida práctica de estimación de la sensibilidad de la prueba en animales naturalmente infectados, se toma basado en la habilidad que tiene la prueba para identificar correctamente los animales infectados con *M. bovis* como aquellos que presentan lesiones macroscópicas de tuberculosis en la inspección post-mortem.

7.4 Estimación de la Especificidad.

Especificidad. Es la medida de la habilidad de la prueba para identificar correctamente aquellos animales que no están infectados con *M. bovis* y usualmente se expresa en porcentaje.

$$\text{Especificidad (\%)} = \frac{\text{Verdaderos negativos}}{\text{Verdaderos negativos} + \text{Falsos positivos}} \times 100$$

Debido a las limitaciones inherentes al diagnóstico post-mortem y a las técnicas de laboratorio, es imposible identificar de forma definitiva a todos los animales con infección de *M. bovis*, en un ambiente muy infectado. Se puede confiar en la especificidad de la prueba solo por la proporción de resultados negativos contra aquellos que son *M. bovis* negativos en cultivos microbiológicos. Esta práctica, usualmente resulta en una subestimación de la especificidad de la prueba, porque muchos de los cultivos negativos, (sin lesiones macroscópicas), con prueba positiva, pueden ser verdaderos infectados de *M. bovis*. Esto hace necesario que la especificidad de las pruebas de tuberculina sea valorada en hatos libres de tuberculosis.

Estimación del valor predictivo

Valor predictivo positivo (VPP). Es la medida de la probabilidad de que un animal con una prueba positiva esté actualmente infectado con *M. bovis* y usualmente se expresa en porcentaje:

$$\text{VPP (\%)} = \frac{\text{Verdaderos positivos}}{\text{Verdaderos positivos} + \text{Falsos positivos}} \times 100$$

Valor predictivo negativo (VPN). Es la medida de la probabilidad de que un animal con una prueba negativa actualmente esté libre de infección de *M. bovis* y usualmente se expresa en porcentaje:

$$\text{VPN (\%)} = \frac{\text{Verdaderos negativos}}{\text{Verdaderos negativos} + \text{Falsos negativos}} \times 100$$

Existe una relación directa entre el valor predictivo para una prueba positiva y la prevalencia de la enfermedad, una relación inversa entre el valor predictivo para una prueba negativa y la prevalencia de la enfermedad. Cuando la tuberculosis bovina es erradicada de una población, el VPP es cero y el VPN es 100%. Cuando la prevalencia de animales infectados con *M. bovis* disminuye, el VPP también disminuye y el problema de reactores falsos positivos adquiere gran importancia.

Para cualquier prueba de tuberculina, la sensibilidad y la especificidad son inversamente proporcionales. De tal forma que si se incrementa la sensibilidad (por efecto de que algo altere esta interpretación) la especificidad disminuye y viceversa.

Cuando se practican pruebas repetidas de tuberculina en un hato infectado con intervalos mayores de 60 días se puede incrementar significativamente la sensibilidad de la prueba. Se recomienda que las pruebas intradérmicas cervicales que se realicen posteriormente, sean aplicadas en el lado opuesto del cuello, para así minimizar el riesgo de disminuir la respuesta si se usara el mismo en el sitio de inyección. Los animales que están en la fase pre-alérgica de la infección cuando se aplica la 1ª prueba, podrán ser identificados cuando se aplica la 2ª prueba.

Una prueba con una sensibilidad de 80 % en la 1ª aplicación al hato, teóricamente tiene una sensibilidad de 96 % en la prueba subsecuente. En la práctica, este aumento de la sensibilidad no se manifiesta completamente, por la presencia de animales alérgicos en el hato.

La interpretación de una o varias pruebas de tuberculina no puede ser aplicable para todos los ambientes. Las pruebas que se escojan y su clave de interpretación deben estar basadas en consideraciones epidemiológicas, las prácticas de manejo de la región y en el resultado de un buen estudio de campo que determine la especificidad y sensibilidad de las pruebas. La situación económica además debe ser cuidadosamente considerada. Las claves de interpretación escogidas para las pruebas de tuberculina puestas en práctica, reflejarán, en un período de tiempo, la importancia relativa de condenar por una parte animales sanos y por otra el dejar de detectar animales enfermos.

Valores de sensibilidad y especificidad de las pruebas de tuberculina

Prueba	Sensibilidad	Falsos negativos	Especificidad	Falsos positivos
PPC	85-90%	10-15%	95-98%	2-5%
PCC	74%	26%	98%	2%
PCS	90-95%	5-10%	90%	10%

PPC = Prueba del pliegue caudal
PCC = Prueba cervical comparativa
PCS = Prueba cervical simple

7.5 Tuberculinización

Esta prueba consiste en la aplicación intradérmica de un Derivado Purificado Proteico (PPD) elaborado con *Mycobacterium bovis* cepa AN5 (PPD bovino) que se utiliza en la prueba caudal, cervical comparativa y cervical simple o *Mycobacterium avium* cepa D4 (PPD aviar), utilizada en la prueba cervical comparativa y se diferencia del bovino por contener el colorante rojo de Ponceau.

Para la aplicación de cualquiera de las pruebas, éstas deben realizarse de forma única y durante la inoculación y en las 72 horas siguientes, no efectuarse otro tipo de manejos, como son el herrado, desparasitación, vacunación u otros, con el fin de no afectar los resultados.

Método para practicar a prueba en el pliegue caudal

Es la prueba básica de rutina que se utiliza cuando se desconoce la situación zoonositaria del hato bovino en materia de tuberculosis. La técnica para la aplicación de tuberculina en el pliegue caudal consiste en:

Método:

- Inmovilización del animal.
- Se deberá efectuar un minucioso examen de ambos pliegues, anotando cualquier irregularidad que pueda confundirse con la prueba.
- Limpieza de la zona donde se aplicará el reactivo (PPD).
- Insertar la aguja en toda su longitud intradérmicamente, siguiendo un ángulo de 45°, para aplicar exactamente 0.1 ml del PPD. En el sitio de la aplicación aparecerá un pequeño abultamiento.
- La interpretación de la prueba caudal se hará de la siguiente manera:
 1. El médico verificará que se trata de los mismos animales inoculados.
 2. La lectura deberá hacerla el mismo Médico Veterinario que efectuó la prueba.
 3. A las 72 horas (\pm 6 horas) posteriores a la aplicación del biológico observará y palpará el sitio donde se practicó la inoculación.



Aplicación de la tuberculina en el pliegue caudal



Reacción a la aplicación de tuberculina en pliegue caudal

Prueba cervical comparativa

Descripción y criterios de utilización:

Esta es la única prueba autorizada para confirmar o descartar animales reactivos a la prueba de pliegue caudal. Se podrá efectuar por única vez dentro de los 10 días naturales siguientes a la lectura de la prueba caudal; o bien después de transcurridos 60 días naturales. Esta prueba no debe ser utilizada en hatos cuando el diagnóstico se haya obtenido por el aislamiento de *M. bovis* de las muestras de los animales sacrificados.

Método para la aplicación de la prueba cervical comparativa:

- Previo a la realización de la prueba, el Médico Veterinario deberá contar con la documentación de las pruebas anteriores para verificar la entrada o salida de animales del hato.
- Rasurar el área donde se inoculará la tuberculina en el tercio medio superior del cuello.
- El sitio de aplicación superior será cerca de 10 cm. debajo de la cresta, el sitio inferior será aproximadamente 13 cm debajo de la anterior, esta prueba se aplica mediante la inoculación intradérmica de 0.1 ml de PPD aviar y 0.1 ml de PPD bovino.

- Previo a la inoculación, se levanta un pliegue de piel en el centro de las áreas rasuradas y se procederá a medir el grosor de éstos, utilizando el cutímetro. El registro final de las medidas deberá redondearse según el siguiente criterio: de 6.2 baja a 6.0, 6.3 sube a 6.5; de 6.7 baja a 6.5; de 6.8 sube a 7; debiendo registrarse los valores en los formatos para prueba cervical comparativa.
- El PPD aviar se inyecta intradérmicamente en el área rasurada superior y el PPD bovino en la inferior. La lectura de esta prueba se realizará 72 horas (+_6 horas), midiendo con el cutímetro el grosor de las reacciones, estas serán anotadas en el formato oficial de la prueba cervical comparativa, sustrayendo el valor de la 1ª lectura al de la 2ª; una vez realizada esta operación se procede a graficar los valores obtenidos tanto de PPD aviar como del bovino y el punto de intersección dará el resultado de la prueba. De acuerdo con la gráfica oficial se interpretarán los resultados.

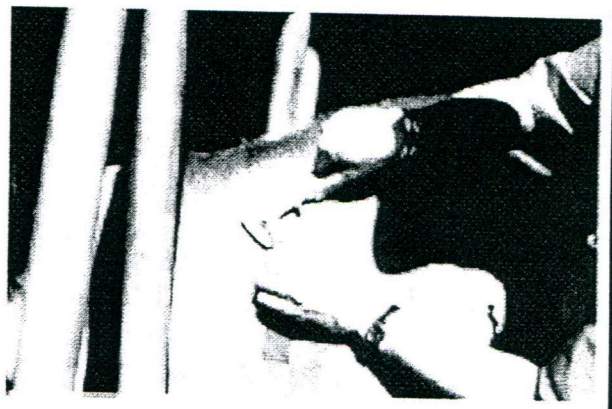
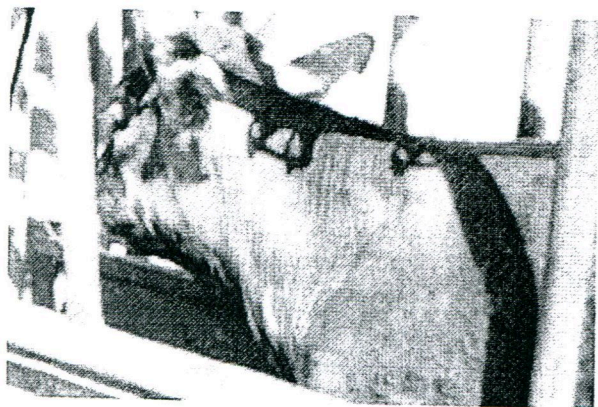


Foto de Prueba cervical Lectura de la medida del grosor de la reacción comparativa

Prueba cervical simple

Esta prueba se emplea para probar hatos en los que se conoce la existencia de *M. bovis*; o bien, para probar ganado que estuvo expuesto directa o indirectamente con hatos infectados con *M. bovis*. Para la aplicación de la Tuberculina en la prueba cervical simple, se tomarán en cuenta las siguientes prácticas

- Se debe rasurar el área donde se inoculará la tuberculina en el tercio medio superior del cuello.
- El sitio de aplicación será aproximadamente 10 cm. debajo de la cresta.
- Esta prueba se aplica mediante la inoculación intradérmica de 0.1 ml. de PPD bovino en la región media cervical, haciendo la lectura el mismo Médico Veterinario que aplicó la prueba mediante la observación y palpación del sitio en donde se practicó, realizándose a las 72 ± 6 horas posteriores a su inoculación.

En especies diferentes al bovino, animales de espectáculo, exhibición y fauna silvestre, la Secretaría determinará el antígeno diagnóstico, sitio de aplicación y criterio de interpretación de acuerdo a los resultados de la investigación científica a nivel mundial.

00181

Criterios para el uso de pruebas de tuberculina (para ganado y bisontes)

Prueba	Pliegue caudal	Cervical Comparativa	Cervical Simple
Uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Todos. Excepto para reprobados animales sospechosos que se sabe han sido expuestos. 2. Utilizada en animales expuestos, cuando la prueba cervical simple no es factible. 	<p>Para reprobados de animales sospechosos.</p> <p>(Sospechosos = a positivos a la prueba caudal).</p>	Para probar animales que se sabe han sido expuestos a <i>M. bovis</i> .
Tuberculina	Tuberculina bovina.	Tuberculina bovina y aviar.	Tuberculina bovina
Dosis	0.1 ml	0.1 ml en cada sitio.	0.1 ml
Sitio	Pliegue caudal	Región cervical media. (Cuadro superior PPD aviar. Cuadro inferior PPD Bovino)	Región cervical media.
Intervalo entre pruebas	No menos de 60 días	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicación dentro de los 10 días <u>después de la inyección</u> en el pliegue caudal. 2. 60 días después de la inyección en el pliegue caudal. 	Al menos 60 días.
Clasificación	1 - N= Negativo	N= Negativo	N= Negativo

del ganado probado	<ol style="list-style-type: none"> 1.- S= Sospechoso 2.- N= Negativo R= Reactor 	<ol style="list-style-type: none"> 1.- S= Sospechoso R= Reactor <p>Clasifica como reactor si es sospechoso 2 veces.</p>	R= Reactor
Restricciones	Médicos Veterinarios Oficiales o Aprobados	<p>Médicos Veterinarios Oficiales o Aprobados.</p> <p>No usar esta prueba en hatos tuberculosos.</p>	<p>Médicos Veterinarios Oficiales o Aprobados</p> <p>Usar esta prueba solo en hatos tuberculosos y expuestos.</p>

Pruebas de tuberculina en otras especies

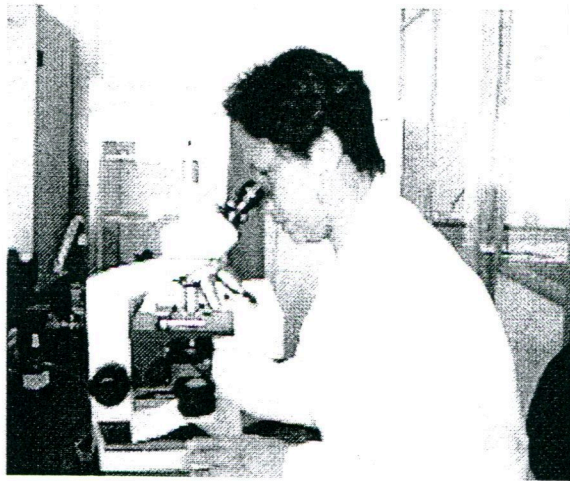
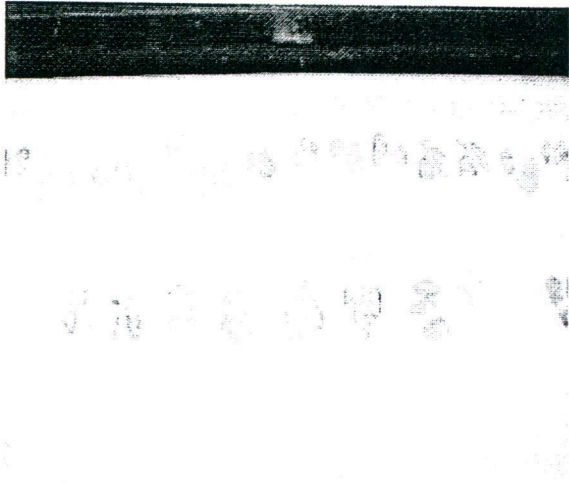
Especies	Dosis y tipo de tuberculina	Sitio de inoculación	Tiempo de lectura de la prueba
Ciervos y cabras	0.1 ml PPD bovino	Plegue caudal	72 hrs.
Camélidos	0.1 ml PPD bovino	Plegue caudal	72 hrs.
Ungulados cautivos	0.1 ml PPD bovino	Región cervical media	72 hrs.
Cerdos	0.1 ml PPD bovino 0.1 ml PPD aviar	Base de cada oreja o labios suvares.	48 hrs.
Primates no humanos	0.1 ml OT mamifera 0.1 ml PPD bovina	Párpado antecubital o abdomen	72 hrs.
Aves	0.05 ml PPD aviar	Plegue debajo del ala	48 hrs.
Ferros	0.75 ml PPD bovino	Subcutánea. Tomar temperatura basal, luego tomar temperatura cada 2 hrs. durante 12 hrs. Se considera prueba positiva si aumenta 2° F.	
Gatos	No es confiable (Necrobacia)		
Caballos	No es confiable		

7.6 Análisis bacteriológico e histopatológico.

La forma de envío de muestras para el aislamiento bacteriológico y diagnóstico bacteriológico, es necesario sumergir los tejidos en solución saturada de borato de sodio, si se trata de nódulos aparentemente afectados se deberán enviar completos sin grasa; si se trata de otro tejido, se deberá seleccionar la posible lesión y enviar muestras no mayores de 2 cm. por lado.

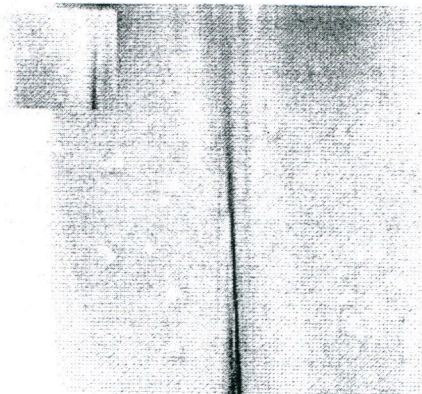
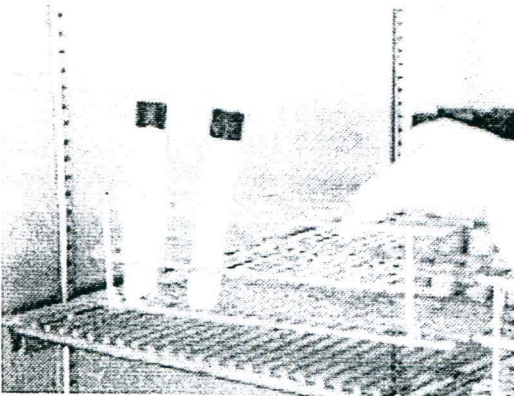
El tiempo máximo en que debe permanecer el tejido en la solución de borato de sodio es de 4 semanas, si el tiempo es mayor la muestra se deshidrata.

a) Examen directo: Mediante la tinción de Ziehl Neelsen o de nueva fucsina para microorganismos ácido alcohol resistentes en frotis realizados con el material sospechoso. En caso de ser una muestra positiva, con esta tinción se observarán bacilos teñidos de color rojo.



Puede utilizarse la microscopía de fluorescencia mediante la tinción con auramina-rodamina, auramina acridina o auramina fenol, que tiñe a la bacteria de color verde brillante.

b) Examen indirecto: Cultivo, aislamiento e identificación del Mycobacterium, a través de la siembra de material sospechoso en medios especiales como Herrolds con y sin huevo, Middle Brook y Stonebrink, Petraghani, ATS y Lowenstein Jensen.



Para enviar muestras para estudio histopatológico y diagnóstico histopatológico, se deberá utilizar la tinción de hematoxilina-eosina. Esta técnica permite identificar cualquier cambio morfológico de los tejidos, así como la presencia de los granulomas.

Además pueden utilizarse las tinciones de Ziehl Neelsen y nueva fucsina en cortes o improntas realizados con el material sospechoso.

Características histológicas de la tuberculosis

- Centralmente, los tubérculos contienen una masa eosinofílica sin células (necrosis caseosa) punteada con partículas minerales.
- El área necrótica está rodeada por una zona de inflamación granulomatosa dentro de la cual se encuentra un número variable de macrófagos epiteliales, células gigantes, linfocitos y neutrófilos.
- Histológicamente, la mayoría de los tubérculos tienen una cápsula prominente de tejido conjuntivo.
- Cuando se emite un diagnóstico de "micobacteriosis compatible" significa que el patólogo ha visto una lesión que tiene características indicativas de tuberculosis y que al mismo tiempo fue capaz de demostrar organismos teñidos ácido-resistentes usualmente contenidos en los macrófagos.

7.7 Consideraciones para el diagnóstico diferencial

Muchas enfermedades a simple vista recuerdan a la tuberculosis incluyendo:

- Actinobacilosis / actinomicosis
- Coccidioidomicosis (fiebre del valle)
- Infecciones fúngicas (ficomicosis)
- Infecciones por *Rhodococcus equi*
- Infecciones por parásitos
- Abscesos

7.8 Otras pruebas diagnósticas para tuberculosis

La prueba de gamma-interferón

La prueba de gamma-interferón es una medición in vitro de la inmunidad mediada por células. Se colecta sangre completa y se incuba con PPD bovis y PPD avium en recipientes separados. El plasma es separado y se hace una prueba de ELISA para determinar la cantidad de Gamma-Interferón presente. La tasa de bovis / avium se utiliza para determinar el estatus del animal (similar a la prueba cervical comparativa). Se ha descrito que para bovinos tiene una sensibilidad de entre 88% y 96% y una especificidad de entre 96.2% y 98%.

Prueba BTB

La prueba de BTB (Blood Tuberculosis Battery) es una prueba in vitro usada para medir la respuesta inmune tanto humoral como la mediada por células. Se realiza una prueba de ELISA para determinar la cantidad de anticuerpos circulantes y una de estimulación de linfocitos para estimar inmunidad mediada por células. La prueba de estimulación de linfocitos es similar a la prueba de gamma-interferón.

Prueba de ELISA

La prueba de ELISA (enzyme-linked immunosorbant assay) es una medida in vitro de los anticuerpos circulantes a un antígeno específico.

Amplificación en cadena de la polimerasa (PCR)

Es una posible alternativa para el cultivo, para detectar la presencia de *M. bovis* en tejidos animales, en especial los procedentes de lesiones sospechosas. Los datos existentes indican una sensibilidad del 90% en relación con el cultivo y con muestras negativas al cultivo pero identificadas como positivas por su alto contenido de microorganismos acidorresistentes y por la presencia de lesiones tuberculosas macroscópicas. Una PCR, por lo tanto, identifica correctamente como positivas las ocasionales muestras que contengan organismos *M. bovis* no viables.

8. Toma y envío de muestras al Laboratorio

La toma de muestras para estudios histopatológico y bacteriológico se realizará de la siguiente forma:

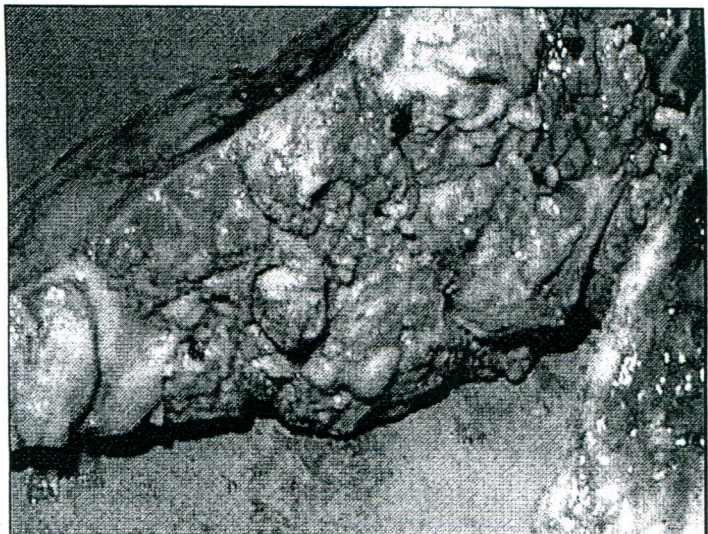
Se seleccionarán y tomarán muestras de los siguientes órganos que presenten lesiones o secreciones sospechosas de tuberculosis:

Nódulos Linfáticos.

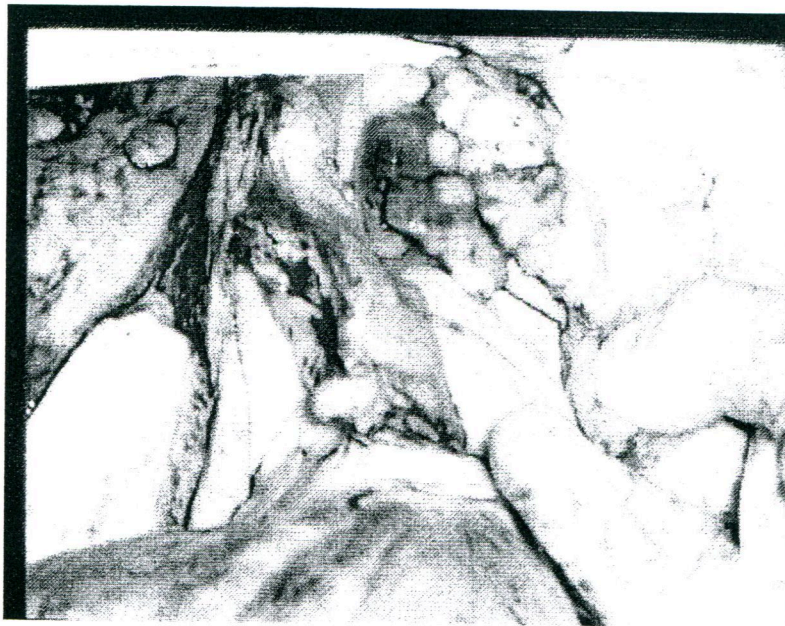
Tomando muestras preferentemente de los nódulos de la cabeza, cervicales, mediastínicos anteriores y posteriores y bronquiales derecho e izquierdo. En el caso de tuberculosis miliar tomar muestras de nódulos mesentéricos.



Pulmones. De este órgano se tomarán muestras de 2 cm. por lado de las lesiones presentes. La lesión tuberculosa puede ser caseosa o calcificada o una cavidad franca.



Otros órganos. También se tomarán muestras de los siguientes órganos cuando presenten lesiones sugestivas de tuberculosis: bazo, hígado, riñón, médula ósea, ovarios, testículos y glándula mamaria.



8.1 Rutina de inspección para detección de animales sospechosos de tuberculosis o reactivos

Para que sea eficaz el examen de casos sospechosos a tuberculosis o reactivos y para evitar confusiones sobre qué tejidos colectar en el rastro, se debe seguir la siguiente rutina de inspección:

8.2 Tejidos que deben ser examinados durante el análisis postmortem

1.- Nódulos linfáticos de la cabeza:

- a) Incidir los nódulos linfáticos parotídeos, izquierdo y derecho.
- b) Incidir los nódulos linfáticos de mandibulares, izquierdo y derecho.
- c) Incidir los nódulos retrofaríngeos, medios y laterales.

2.- Órganos y nódulos linfáticos de la cavidad torácica:

- a) Palpar cuidadosamente los lóbulos pulmonares en búsqueda de engrosamientos, hinchazones, hemorragias, etc. especialmente en los diafragmáticos.

- b) Incidir los nódulos linfáticos traqueobronquiales, izquierdo y derecho.
- c) Incidir los nódulos mediastínicos: craneal, medio y caudal.

3.- Órganos y nódulos linfáticos de la cavidad abdominal:

- a) Palpar la superficie del hígado.
- b) Incidir los nódulos linfáticos hepáticos.
- c) Examinar los nódulos mesentéricos para apreciar aumento de tamaño, especialmente en la cadena mesentérica, incidir algunos de los nódulos más representativos.
- d) Incidir los nódulos iliacos izquierdo y derecho.

4.- Nódulos linfáticos de masas musculares:

- a) Incidir los nódulos cervicales superficiales, derechos e izquierdos.
- b) Incidir los nódulos subilíacos, derecho e izquierdo.
- c) Incidir los nódulos poplíteos, izquierdos y derechos.

8.3 Colección de tejidos y preparación

En caso de encontrar lesiones sugerentes de tuberculosis o lesiones detectadas en cualquier órgano o nódulos linfático siempre deben ser empacadas separadamente y etiquetadas señalando a qué tejido pertenecen, si se detectan lesiones similares en distintos nódulos, éstos pueden ser envasados en forma conjunta con tejidos representativos *se deben conservar en formalina y berate de*

Preparación de los tejidos

- a) Remover el exceso de grasa y prevenir la contaminación.
- b) Incluir en el formol secciones de 0.5 cm. incluyendo tejidos lesionados y normales que admitan su fijación en la formalina, utilizando una proporción de 1 parte de tejido por 10 de formalina.

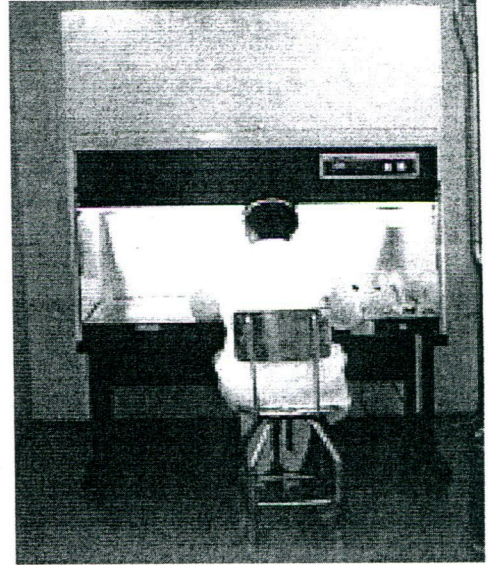
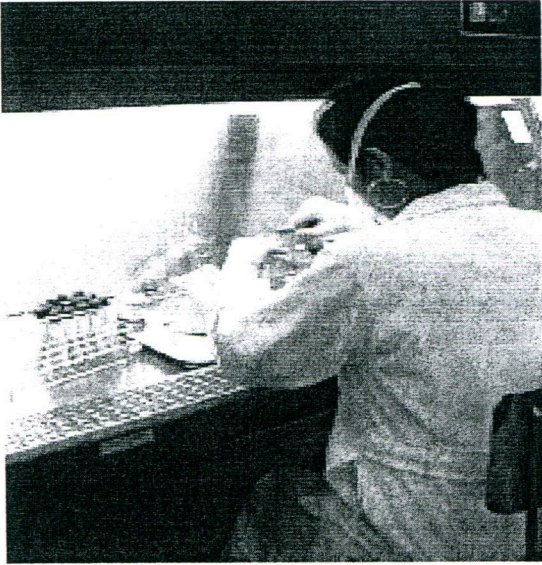
c) Para el borato de sodio, secciones grandes de tejido lesionado con la menor cantidad de cortes posibles fijados en la relación 1 a 1, (si la solución presenta cristales en el fondo del frasco, no hay problema).

d) Etiquetar los envases con el número de identificación del animal y asegurar las tapas con cinta autoadherible.

Si todos los órganos y nódulos linfáticos no muestran lesiones apreciables a simple vista, se deberá coleccionar un grupo de nódulos linfáticos representativos de la cabeza y la cavidad torácica únicamente, sin incluir nódulos mesentéricos, subilíacos o ilíacos medios, ya que estos se deberán colocar en recipientes separados y etiquetados perfectamente.

Llenado de formas y entrega al laboratorio

1. Utilizar la forma de envío de muestras para todos los animales clasificados como sospechosos a tuberculosis o reactores.
2. Anotar en las etiquetas de los frascos el número de folio del formato.
3. Llenar el apartado de "muestras que envía".
4. Envíe las muestras al laboratorio de diagnóstico lo más pronto posible; si alguna canal está retenida, anótelos en su reporte y proporcione un número telefónico donde los patólogos puedan reportarle el resultado de los exámenes.
5. Remita copias del formato de envío de muestras a la oficina regional o central y mantenga una copia para su archivo.



9. Seguimiento epidemiológico y cuarentenas

Definición: Método de detección de nuevos hatos infectados mediante la investigación de los hatos que tienen relación directa o indirectamente con el hato de origen de los animales infectados.

9.1 Seguimiento de ganado tuberculoso encontrado en matanza regular

- Confirmar la información contenida en el formato de envío de muestra del rastro, con el veterinario inspector que haya enviado la muestra original.
- Obtener el nombre y la dirección del dueño (si es posible), información de la marca, permisos de tránsito y otros documentos que hayan acompañado al animal tuberculoso y a los demás animales en el lote cuando se hayan enviado a sacrificio.
- Revisar el procedimiento que use el veterinario inspector en el rastro para correlacionar la cabeza y la canal de un mismo animal una vez que son separadas.

- Identificar que la muestra corresponda al nombre del dueño anotado en el formato.
- Obtener el Listado de Sacrificio para todo el ganado que haya sido sacrificado en el lote inmediato, Incluyendo nombres de introductores, peso de canales, marcas, números de aretes, razas, etc. para cada animal sacrificado en el lote.
- Ordenar por prioridades los hatos que deberán ser investigados y probados, considerando cuarentenar o dar órdenes de retención a los hatos que considere con más posibilidades de ser los hatos de origen del animal tuberculoso, hasta que se completen las pruebas en el hato.
- Aplicar prueba caudal a todo el ganado adulto en el hato.
- Establecer el origen para cada reactor, determinando si el animal reactor ha sido comprado de otro hato o ha nacido en ese mismo.
- Registrar todos los fierros y otras identificaciones del reactor, verificando que los fierros del hato sean los mismos del reactor encontrado en rastro.
- Iniciar la investigación epidemiológica haciendo preguntas al dueño sobre los posibles orígenes de la infección.
- Dar seguimiento en rastro a todos los reactores, realizando una completa inspección post-mortem para confirmar la infección en el hato.
- Finalizar la investigación y las pruebas en el hato considerado como el posible origen, una vez que el hato infectado sea localizado o todos los hatos con posibilidades de ser el origen hayan sido evaluados.

9.2 Seguimiento del hato infectado

- Controlar la movilización en el hato infectado y desarrollar un plan de manejo para ese hato.
- Debe aplicarse estricta cuarentena a todos los animales expuestos.
- Evaluar las posibilidades de exposición y diseminación, recordando que los animales expuestos son las semillas de infecciones nuevas.
- Establecer un índice de fechas, de ser posible.

- Evaluar los hatos adyacentes. Si los animales se han entremezclado con el hato infectado, entonces deben ser considerados expuestos. Dibuje un mapa del área que muestre las relaciones geográficas que existen entre el hato infectado con los hatos adyacentes.
- Evaluar los hatos con los que ha existido contacto con el hato infectado (no necesariamente son los hatos adyacentes al hato infectado). Se deben tomar en cuenta los animales que comparten pasturas, intercambio de sementales prestados, entre otros.
- Buscar antecedentes de la asistencia a ferias y exhibiciones.
- Ver posibles orígenes de la infección en los registros de movilización o información de movilización de animales.
- Tratar de localizar el origen de la infección.

Inicialmente, prestar atención a todos los reactores que hayan tenido lesiones. Y posteriormente evaluar los hatos de los cuales se han comprado animales, especialmente si un hato considerado como posible origen no ha sido aún localizado.

Los animales a los cuales se les haya diagnosticado tuberculosis, obligan el inicio de una investigación epizootiológica exhaustiva, debiéndose muestrear inmediatamente a todos los animales de los hatos colindantes, así como a los que hubieran entrado en contacto con él o los animales afectados. Todos los hatos o lotes en donde se encuentren animales reactores, deberán ser cuarentenados precautoriamente.

Esta cuarentena consiste en:

Los animales afectados deberán permanecer en el rancho donde hayan sido encontrados, para practicarles las pruebas necesarias. Los animales reactores serán enviados a un rastro autorizado.

Los hatos donde la infección por *M. bovis* ya ha sido confirmada con resultados de laboratorio, deben permanecer en cuarentena hasta que demuestren resultados negativos durante 3 pruebas de tuberculinización. Las pruebas se deben realizar con intervalos de 60 a 90 días naturales y se aplicará una 3ª prueba después de 180 días naturales de efectuada la última. Durante todo este tiempo la movilización de estos animales sólo se podrá realizar directamente al rastro y con el Certificado Zoosanitario correspondiente.

9.3 Manejo del hato infectado con tuberculosis

Detección y remoción de animales infectados. El propósito del manejo debe ser claro: eliminar la Tuberculosis del hato tan rápido como sea posible o controlar de manera efectiva la enfermedad de tal forma que la prevalencia baje después de un período de tiempo. Se deben fijar métodos para lograrlo:

Si la decisión es despoblar el hato, se deben manejar procedimientos diagnósticos con mayor sensibilidad, pero menos específicos, usualmente no se decide la despoblación por cuestiones económicas, existen reportes de recurrencia de la enfermedad en hatos previamente infectados de tuberculosis.

Se recomienda para este caso, el uso de pruebas cutáneas de tuberculina como procedimiento solo o en combinación con otras pruebas.

Prueba cervical simple (PCS). Por ser una prueba más sensible, la labor de diagnóstico resulta más intensiva. Se realizan 2 pruebas consecutivas con 60 días de intervalo. Cuando ya no exista evidencia de tuberculosis en los reactores a esta prueba, entonces se regresa a realizar la prueba del pliegue caudal (PPC).

Prueba caudal (PPC). La 1ª aplicación de la prueba es la mejor. La sensibilidad de la prueba disminuye cuando se repiten las pruebas caudales en el mismo animal. El sitio de inoculación de la prueba caudal es moderadamente sensible y

se pueden realizar 3 pruebas consecutivas con intervalos de 2 meses, hasta obtener tres pruebas consecutivas sin reactores. Total del período de diagnóstico de reactores es igual a 180 días. Todos los animales que respondan a la prueba del pliegue caudal se consideran reactores.

Prueba cervical comparativa (PCC). Para rectificar animales positivos a la prueba caudal.

Combinación de la prueba caudal con la prueba cervical comparativa.

La especificidad aumenta generalmente a costa de la sensibilidad, igual que el punto anterior excepto que la Cervical Comparativa se emplea tempranamente en el esquema de pruebas, para clasificar a los animales que hayan respondido a la prueba caudal.

Otras opciones. La prueba caudal, además de la prueba de gama interferón. (Gama Interferón Assay) ELISA usando MPB70 u otros antígenos como las pruebas cutáneas, puede aumentar la sensibilidad y la especificidad, dependiendo de donde se realicen los valores de corte.

Combinación de prueba simple cervical con prueba caudal. Usar la prueba simple cervical en aquellos animales de “alto riesgo” (vacas viejas) o los grupos más expuestos y combinarla aplicación de la prueba caudal en el resto del hato. La sensibilidad de la prueba en el hato puede incrementar por lo general.

Los hatos que son liberados de cuarentena se consideran de “alto riesgo” y requerirán una prueba caudal anual durante 5 años.

Prevención de la diseminación de la infección. Se deben revisar junto con el dueño aquellas rutas posibles de transmisión de la enfermedad en los hatos infectados con tuberculosis y se hará un plan de manejo para romper el ciclo de transmisión de la enfermedad.

9.4 Plan de manejo sugerido:

• **Agrupar al ganado por edad y clase.** La tuberculosis bovina afecta al ganado de todas las edades. Sin embargo, los animales viejos son extremadamente importantes en la perpetuación de la enfermedad en el hato, porque durante largos periodos de tiempo se han visto expuestos a la tuberculosis, por lo que desarrollan una enfermedad progresiva y diseminan mayor cantidad de bacilos. Existen animales infectados con tuberculosis en el hato, pero son pocos los que se consideran diseminadores eficientes, por ello se recomienda el aislamiento y la rápida eliminación de animales viejos, así como la protección de los recién nacidos y animales jóvenes que consiste en impedir su exposición y contacto con los animales viejos.

- Ordeñar a las vacas viejas al final del proceso diario y realizar una cuidadosa limpieza de la sala e instrumentos utilizados.
- Separar a las vacas con mastitis crónica, que posiblemente sean positivas a la Prueba de California (CMT).
- Separación continúa entre las vacas secas y las paridas.
- Usar un sistema de aretes de colores, para identificar fácilmente a cualquier animal catalogado como de "alto riesgo".
- Los toros infectados pueden ser muy eficientes en la diseminación de la enfermedad, debido a sus hábitos. Una recomendación es a eliminar todos los toros de cría tan rápido como sea posible y remplazarlos por aquellos que estén libres de la enfermedad. Se recomendará utilizar inseminación artificial siempre que sea posible y de un proveedor sanitariamente confiable.
- Para los becerros se debe considerar el riesgo de mantenerlos con otros cuando las madres son vacas con lesiones de tuberculosis. Se recomienda separar al becerro recién nacido de la madre tan rápido como sea posible después de tomar calostro. Hay que identificar a los becerros para saber cuál es su madre.

- Usar una forma permanente de identificación de los becerros y mantener expedientes siempre rigentes. No mezclar el calostro contaminado.

Alimentar a los becerros con calostro de vacas negativas, la leche de vacas con mastitis no deberá darse a los becerros. Si esta leche se llega a usar deberá estar bien pasteurizada y se recomendará iniciar la alimentación con sustitutos de leche lo más rápidamente posible. Todo el equipo usado en la alimentación de los becerros debe ser lavado y desinfectado después de cada uso.

- **¿Como evitar que se introduzca nuevamente la enfermedad?** Llevando a cabo el manejo de las vaquillas de reemplazo, formando grupos de acuerdo con su edad y siempre separadas del hato adulto.
- No engordar vaquillas junto con ganado de cualquier origen fuera del estable.
- Que no convivan con otros hatos.
- Solo se deberán comprar reemplazos de hatos negativos que hayan sido probados el menos un año antes y se debe solicitar el resultado de la prueba que desde luego debe ser negativa, antes de cualquier adquisición.
- Hay que realizar otra prueba después de 60 días de la compra del ganado, manteniéndolo aislado hasta la reprobación.
- Se recomienda considerar a dos hatos como opción para llevar a cabo la compra. No se podrán comprar vaquillas provenientes de corrales de engorda.
- En el caso de hatos de alta producción crear un sistema de dos hatos, implementando un “nuevo” hato conformado con reemplazos comprados, se requiere duplicar las instalaciones y puede ser muy costoso.
- Los humanos infectados con *M. bovis* pueden tener tuberculosis pulmonar, y pueden diseminar la enfermedad al ganado. El ganado joven está especialmente en riesgo.

- En hatos infectados, todas las personas que trabajan con el ganado o que están expuestas a él, deben manejar a los animales con precaución y no beber leche cruda procedente de vacas tuberculosas, ya que están en riesgo de desarrollar enfermedad severa.
- Los perros y especialmente los gatos, pueden contraer la infección por M. bovis. Se debe prevenir que no tengan acceso a las instalaciones de alojamiento del ganado. Los puercos fácilmente contraen M. Bovis.

9.5 Vigilancia activa en rastros.

Se le llama vigilancia activa en rastros al seguimiento y la presencia durante la inspección de hato seleccionado para el sacrificio. Esta práctica asegura la más alta tasa de envío de muestras de lesiones de tuberculosis. Los dueños y el personal de salud animal deben de considerar este procedimiento como de alta prioridad.

- Asegurarse que se hace una inspección post-mortem cuidadosa de todas las partes del animal que proviene de un hato infectado.
- Para el sacrificio de animales que provienen de hatos infectados, es obligatoria la Vigilancia Activa en Rastros.
- El veterinario familiarizado con la historia del animal reactor debe de estar presente en el sacrificio para asegurarse de que se realice una completa inspección. Si esto no es posible, debe asegurarse de que el inspector si sabe que se trata de un animal reactor y que el deberá coleccionar toda lesión considerada sospechosa. Para llevar a cabo una cuidadosa inspección se debe tomar en cuenta la velocidad de la línea de sacrificio del establecimiento seleccionado. La vigilancia en rastros se debe intensificar y llevar a cabo después de que los hatos donde se haya confirmado M. bovis son liberados de cuarentena. Se debe vigilar activamente en los rastros a aquellos hatos considerados de "alto riesgo" y que estuvieron en investigación. Aunque no se haya confirmado la presencia de M. bovis.

- Limpieza y desinfección. Usar desinfectantes fenolados. Limpiar y desinfectar frecuentemente el tanque de agua (2 veces por mes). Eliminar los tanques comunitarios. Eliminar los cúmulos excesivos de estiércol; esquinas de los corrales y guarniciones, eliminando de ser posible la existencia de áreas con excesiva humedad. Limpiar cuidadosamente cada corral antes de colocar un nuevo animal en él, así como limpiar completamente el corral donde haya sido removido algún animal que haya resultado con lesiones. Limpieza y desinfección de todo el equipo de inseminación artificial y de ordeño. Después de cada uso.

9.6 Constatación de hatos y la participación de la autoridad

La constatación de hatos es parte integral de los programas de la campaña, ya que permite medir el avance de esta y se da carácter oficial que debe tener el procedimiento.

Para llevar a cabo el método correcto para la constatación de hatos, se necesita que los médicos veterinarios aprobados u oficiales efectúen pruebas a los animales y entreguen los resultados obtenidos en el dictamen de prueba oficial al supervisor distrital, quien deberá revisar cuidadosamente los procedimientos de realización de las pruebas y verificar que el llenado de la documentación recibida esté correctamente realizado.

10 Expedición de Constancias

10.1 Hato negativo.

Para la obtención de constancia de hato negativo, será necesario llevar a cabo los siguientes pasos:

Para ganado productor de carne, se deberá realizar una prueba diagnóstica con resultados negativos, la vigencia es de 12 meses con la única finalidad de alcanzar el hato libre.

10.2 Hato libre.

Para la obtención de constancia de hato libre, será necesario llevar a cabo los siguientes pasos:

- Ganado productor de leche y de doble propósito (carne/leche). Se deberán realizar 3 pruebas diagnósticas a todos los animales mayores de 15 meses en forma simultánea a la totalidad con resultados negativos, con intervalos no menores de 60 días naturales ni mayores de 90 entre una y otra prueba.
- Ganado productor de carne. Todo el hato mayor de 15 meses será sujeto a dos pruebas diagnósticas, que se realizarán con intervalos no menor de 10 meses y no mayor de 14. Los resultados en ambas pruebas deberán ser negativos.

Al finalizar el número de pruebas que correspondan a un determinado hato y si los resultados son negativos, la Secretaría expedirá la constancia de hato libre de tuberculosis, en un plazo no mayor de veinte días a partir de la recepción de la documentación comprobatoria y posteriormente enviará las constancias a la Delegación que corresponda y ésta, con el apoyo del Coordinador Estatal se hará cargo de remitirlas a los interesados. La constancia tiene una vigencia de 14 meses.

Los propietarios de hatos libres de tuberculosis deberán conservar los documentos señalados, a fin de que estén disponibles en cualquier momento cuando se requiera su comprobación. Asimismo, será su responsabilidad gestionar oportunamente la revalidación.

10.3 Revalidación de la constancia de hato libre.

Se deberá demostrar con la documentación específica que todos los animales que hayan ingresado al predio en los últimos 16 meses, han sido negativos a la prueba diagnóstica oficial o que proceden de un hato libre.

Realizar en un periodo no mayor de 30 días naturales antes de la fecha de vencimiento de la constancia una prueba diagnóstica al 100% del pie de cría de los animales mayores de 24 meses la cual deberá arrojar en su totalidad resultados negativos, En el caso de que se detecten animales positivos, se cancelará la constancia de hato libre y la unidad de producción será objeto de aplicación de cuarentena,

El médico veterinario deberá enviar el dictamen de la prueba, con el visto bueno del supervisor a la Subdelegación de Ganadería o a la Coordinación, donde se revisará y, si procede, se elaborará la documentación correspondiente a la revalidación la cual tendrá una vigencia de 14 meses. La instancia que determina si expira la revalidación es la Dirección.

10.4 Cancelación de la constancia de hato libre.

La cancelación de la constancia de hato libre se efectuará por cualquiera de las siguientes causas:

- Por cualquier incumplimiento de los procedimientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana correspondiente.
- Por el ingreso de animales a la unidad de producción, que no procedan de hatos libres, que no hayan sido probados o que hayan obtenido resultados positivos a la prueba.
- Cuando existan reportes de animales positivos procedentes de dicho hato, lo que además será motivo para aplicar el procedimiento de cuarentena.

En hatos lecheros con menos del 10% de prevalencia, se procederá al sacrificio de los animales reactivos. En aquellos con más del 10%, tendrán la opción de ser enviados a Unidades de Producción Controlada, en un plazo no mayor de 10 días naturales o modificar esta unidad como tal.

10.5 Exportación e Importación

Todos los bovinos que se exporten deben contar con el dictamen oficial vigente que indique que son negativos a la prueba de tuberculina e identificarlos con el arete azul de exportación; o tener constancia de hato libre y fierro limpio, debiendo identificarse a los animales con el arete azul bajo las siglas "HL"

En el caso del ganado para fines reproductivos, se deberá contar con la constancia vigente de hato libre y los animales podrán ser probados individualmente en una estación cuarentenaria para exportación, además de comprobar que el hato está ubicado en un estado o región autorizados para exportar.

Todo ganado de la especie bovina que se pretenda introducir a territorio nacional deberá estar amparado por un certificado zoosanitario oficial del país de procedencia, que indique que los animales se encuentran libres de enfermedades infecto-contagiosas y que han resultado negativos a la prueba de tuberculina practicada 60 días naturales antes de la exportación.

Se podrá exentar al ganado importado de la prueba de tuberculina podrá exentarse, en caso de que el país exportador certifique que se encuentra libre de tuberculosis bovina o cuando el hato de origen del animal o animales hayan sido certificados como libres de tuberculosis bovina. Para la importación de especies susceptibles diferentes al bovino, la Secretaría determina el antígeno, diagnóstico y criterio de interpretación de acuerdo con la información científica disponible sobre requisitos.

11 Bibliografía

1. Aagaard Claus, Marc Govaerts,2 Limei Meng Okkels,1, 2003, Genomic Approach to Identification of *Mycobacterium bovis* Diagnostic Antigens in Cattle. American Society for Microbiology, vol. 41, no. 8. p. 3719-3728
2. Aranaz Alicia,1 Ernesto Lie`Bana,1 Ana Mateos,1 Lucas Dominguez,1 Dolores Vidal,1996, Spacer Oligonucleotide Typing Of *Mycobacterium bovis* Strains from Cattle and Other Animals: A Tool For Studying Epidemiology of Tuberculosis, Journal of Clinical Microbiology. vol. 34, no. 11, p. 2734-2740
3. Aranaz Alicia,1* Lucía De Juan,1 Natalia Montero,1 Celia Sa`Nchez,2 Margarita Galka,2 Consuelo Delso,3 Julio A` Lvarez,1 Beatriz Romero,1 Javier Bezos,1 Ana I. Vela,1 2004 Bovine Tuberculosis (*Mycobacterium bovis*) In Wildlife in Spain, Journal of Clinical Microbiology, vol. 42, no. 6, p. 2602-2608
4. Balcewicz-Sablinska, M. K., J. Keane, H. Kornfeld, and H. G. Remold. 1998. Pathogenic *Mycobacterium tuberculosis* evades apoptosis of host macrophages by release of TNF-R2, resulting in inactivation of TNF- . J. Immunol. 161:2636-2641
5. Barrington George,4 Abdelaziz A. Mosaad,5 Mitch V. Palmer, 2004, New Latex Bead Agglutination Assay for Differential Diagnosis of Cattle Infected with *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology, Nov. p. 1070-1074 Vol. 11, No. 6
6. Bovine Tuberculosis Eradication. Uniform Methods and Rules; Effective January 22, 1999.
7. Brosch R. *, S. V. Gordon†, M. Marmiesse*, P. Brodin*, C. Buchrieser‡, K. Eiglmeier*, T. Garnier*, C. Gutierrez Edited By John Maynard Smith, University Of Sussex, Brighton, 2002. A New Evolutionary Scenario For The Mycobacterium tuberculosis Complex. vol. 99 _ no. 63684-3689
8. Bryce M. Buddle,1* Natalie A. Parlane,1999. Differentiation Between *Mycobacterium bovis* Bcg-Vaccinated And *M. Bovis*-Infected Cattle by Using Recombinant Mycobacterial Antigens Jan. clinical and diagnostic laboratory immunology. 5 vol. 6, no. 1. p. 1-5.
9. Buddle B. M.,* D. N. Wedlock, N. A. Parlane, L. A. L. Corner, 2003, Revaccination of Neonatal Calves With *Mycobacterium bovis* BCG Reduces the Level of Protection Against Bovine Tuberculosis Induced by a Single Vaccination. Infection And Immunity, vol. 71, no. 11, p. 6411-6419
10. Buddle bryce m,1* natalie a. parlane,1 denise l. keen,1 frank e. aldwel, 1999 Differentiation between *Mycobacterium bovis* BCG-Vaccinated and *M. bovis*-Infected Cattle by Using Recombinant Mycobacterial Antigens Clinical and diagnostic laboratory immunology, p. 1-5
11. Chackerian Alissa A., Thushara V. Perera, And Samuel M. Behar* 2001, Gamma Interferon-Producing Cd41 T Lymphocytes in the Lung Correlate With Resistance

- to Infection With *Mycobacterium tuberculosis*. *Infection and Immunity*, vol. 69, no. 4 p. 2666-2674.
12. Chakravorty Soumitesh,^{1†} Mridu Dudeja,^{1‡} M. Hanif,² And Jaya Sivaswami Tyagi^{1*}2005, Utility Of Universal Sample Processing Methodology, Combining Smear Microscopy, Culture, And Pcr, For Diagnosis Of Pulmonary Tuberculosis, *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 43, no. 6, p. 2703-2708
 13. Cheong Hye Koo,¹ Yong Ho Park,¹ Jongsam Ahn,¹ W. Ray Waters,² Mary Jo Hamilton,³ George Barrington,⁴ Abdelaziz A. Mosaad,⁵ Mitch V. Palmer, 2004 New Latex Bead Agglutination Assay for Differential Diagnosis of Cattle Infected with *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* *Clinical And Diagnostic Laboratory Immunology*, Vol. 11, No. 6, p. 1070-1074
 14. Chow Jesse C., Donna W. Young[‡], Douglas T. Golenbock, William J. Christi, and Fabian Gusovsky, 1999 Toll-Like Receptor-4 Mediates Lipopolysaccharide-Induced Signal Transduction, the *Journal of Biological Chemistry* vol. 274, no. 16, pp. 10689-10692, 1999
 15. Cockle P. J.,¹ S. V. Gordon,¹ A. Lalvani,² B. M. Buddle,³ R. G. Hewinson, 2002, Identification of Novel *Mycobacterium tuberculosis* Antigens With Potential as Diagnostic Reagents or Subunit Vaccine Candidates by Comparative Genomics *Infection and Immunity*, *American Society For Microbiology*. vol. 70, no. 12 p. 6996-7003
 16. Colette J. O'loan,* John M. Pollock, John Hanna, And Sydney D. Neill 1994 Immunoblot Analysis of Humoral Immune Responses to *Mycobacterium bovis* in Experimentally Infected Cattle: Early Recognition of a 26-Kilodalton Antigen *CLINICAL AND DIAGNOSTIC LABORATORY IMMUNOLOGY* Vol. 1, No. 5 p. 608-611
 17. Colleen S. Bruning-Fann, Stephen 2001 Bovine Tuberculosis in Free-Ranging Carnivores From Michigan. *Journal of Wildlife Diseases* , 37(1), pp. 58-64
 18. Cornejo Brandon J.,¹ Alfredo Sahagu´ N-Ruiz,² Francisco Sua´Rez-Gu´ Emes, 1998, Comparison of C18-Carboxypropylbetaine and Glass Bead DNA Extraction Methods for Detection of *Mycobacterium bovis* In Bovine Milk Samples And Analysis Of Samples By Pcr, *Environmental Microbiology*, vol. 64, no. 8, p. 3099-3101
 19. Cortina, N. *Revista Cubana de Ciencias Veterinarias*. La Habana, Cuba 1988.
 20. Cortina, Narey. *Epizootiología de la Tuberculosis Bovina*. Editorial Científico Técnico. 1986
 21. De Jawetz, Melnick y Adelberg. *Microbiología Médica*. 14 a. Edición. Editorial El Manual Moderno. México, D.F. 1992.

22. Desjardin,1 Y. Chen,1 M. D. Perkins,2 L. Teixeira,1998 Comparison of the Abi 7700 System (Taqman) And Competitive PCR for Quantification of is6110 Dna In Sputum During Treatment Of Tuberculosis Journal Of Clinical Microbiology. vol. 36, no. 7 p. 1964-1968

23. Eradication of Bovine Tuberculosis from Australia: Key Management and Technical Aspects Published by CLS Limited. 1998

24. Erradicación de la Tuberculosis bovina.- Seminario de Actualización para Médicos Veterinarios.-Traducción a las notas de Meyer M. Robert.-USDA APHIS Veterinary Services. 1998.

25. Fabiana Bigi,1 Alicia Alito,2 Juan Carlos Fisanotti, 1995, characterization of a novel *Mycobacterium bovis* secreted antigen containing pglTs repeats, infection and immunity, vol. 63, no. 7, p. 2581-2586

26. Fend R.,1 R. Geddes,1 S. Lesellier,2,3 H.-M. Vordermeier,2 L. A. L. Corner,3 E. Gormley, 2005, Use of an Electronic Nose To Diagnose *Mycobacterium bovis* Infection In Badgers and Cattle Journal of Clinical Microbiology, vol. 43, no. 4. p. 1745-1751

27. Feng Carl G.,1,2 Umaimainthan Palendira,1 Caroline Demangel,1,3 Joanne M. Spratt,1 2001, Priming by Dna Immunization Augments Protective Efficacy of *Mycobacterium bovis* Bacille Calmette-Guerin Against Tuberculosis Infection and Immunity, vol. 69, no. 6, p. 4174-4176

28. Geoffrey W. De Lisle,* Theresa Wilson, Desmond M. Collins, And Bryce M. Buddle.1999,Vaccination of Guinea Pigs With Nutritionally Impaired Avirulent Mutants of *Mycobacterium bovis* Protects Against Tuberculosis Infection and Immunity, vol. 67, no. 5 p. 2624-2626

29. Gibson Andrea L.,1* Glyn Hewinson,2 Tony Goodchild,2 Brian Watt,3† Alistair Story 2004, Molecular Epidemiology of Disease Due to *Mycobacterium bovis* in Humans in the United Kingdom Journal Of Clinical Microbiology, Jan. p. Vol. 42, No. 1. 431-434

30. Gillian S. Dean,* Shelley G. Rhodes, Michael Coad, Adam O. Whelan, Paul J. Cockle, Derek J. Clifford, R. Glyn Hewinson, 2005, Minimum Infective Dose Of *Mycobacterium Bovis* In Cattle And H. Martin Vordermeier Infection And Immunity, vol. 73, no. 10 p. 6467-6471

31. Glatman-Freedman1 Aharona * And Arturo Casadevall2,3 1998Serum Therapy for Tuberculosis Revisited: Reappraisal of the Role of Antibody-Mediated Immunity against *Mycobacterium tuberculosis* CLINICAL MICROBIOLOGY REVIEWS Vol. 11, No. 3p. 514-532

32. Gobin Jovana And Marcus A. Horwitz 1996 Exochelins Of *Mycobacterium tuberculosis* Remove Iron From Human Iron-Binding Proteins and Donate Iron to Mycobactins in the M. tuberculosis Cell Wall. Department Of Medicine, School Of Medicine, University Of California, Los Angeles ,volume 1836 1527-1532
33. Gruenheid By Samantha, Elhanan Pinner, Michel Desjardins, and Philippe Gros 1997 Natural Resistance to Infection with Intracellular Pathogens: The Nramp1 Protein Is Recruited to the Membrane of the Phagosome J. Exp. Med. Volume 185, Number 4, 17, 717-730
34. Gutiérrez José A. -Pabello,1† David N. McMurray,2 And L. Garry Adams1. 2002 Upregulation Of Thymosin α -10 By *Mycobacterium bovis* Infection Of Bovine Macrophages Is Associated With Apoptosis Infection And Immunity, Infection And Immunity vol. 70, no. 4 p. 2121-2127
35. Inspección Post mortem, Diagnóstico de Tuberculosis.- Tesis de Especialidad. en Producción Bovina.-Ibarra Lemas Luisa Pamela. UNAM 2001.
36. James Malcolm Taylor,* Mary Siobhan Hughes, Robin Alfred Skuce, 2001. All Rights Reserved. Detection Of *Mycobacterium bovis* in Bovine Clinical Specimens Using Real-Time Fluorescence And Fluorescence Resonance Energy Transfer Probe Rapid-Cycle Pcr. Clinical Microbiology, vol. 39, no p. 1272-1278
37. Kalayar, C., T. Örd, M. P. Testa, L. Zhong, and D. E. Bredesen. 1996. Cleavage of actin by interleukin 1 β -converting enzyme to reverse DNase I inhibition. Proc. Natl. Acad. Sci. USA93:2234-2238.
38. Katarzyna M. Balcewicz-Sablinska,* Joseph Keane,† Hardy Kornfeld,† And Heinz 1998 Pathogenic *Mycobacterium tuberculosis* Evades Apoptosis of Host Macrophages by Release Of Tnf-R2, Resulting In Inactivation of TNF-A1 The Journal of Immunology, 161:., 2636-2641
39. Konstantin Lyashchenko,1 Adam O. Whelan,2 Rena Greenwald,1 John M. Pollock,3 Peter Andersen, 2004, Association Of Tuberculin-Boosted Antibody Responses With Pathology And Cell-Mediated Immunity In Cattle Vaccinated With *Mycobacterium Bovis Bcg* And Infected With M. bovis Infection And Immunity, vol. 72, no. 5 p. 2462-2467
40. Lalvani Ajit, Ansar A. Pathan, Helen M Shane, Robert J. Wilkinson, Mohammed Latif, 2001 Rapid Detection of *Mycobacterium tuberculosis* Infection by Enumeration of Antigen-specific T Cells. Am J Respir Crit Care Med Vol 163. pp 824-828,
41. Lie Bana Ernesto,1 Robert M. Girvin,2 Michael Welsh,2 Sydney D. Neill,2 Generation of CD81 T-Cell Responses to *Mycobacterium bovis* and Mycobacterial Antigen in Experimental Bovine Tuberculosis. 1999 Infection and immunity Vol. 67, No. 3, pag. 1034-1044

42. Manual de Actualización de Tuberculosis Bovina. Seminario de Actualización en epidemiología de la tuberculosis bovina. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Abril 2002.
43. Marcato, P.S. Anatomía e Histología patológica especial de los mamíferos.
44. Margot A. Skinner, D. Neil Wedlock,1 Geoffrey W. De Lisle,1 Miche`Le M. Cooke, 2005. The Order Of Prime-Boost Vaccination of Neonatal Calves With *Mycobacterium bovis* BCG and a DNA Vaccine Encoding Mycobacterial Proteins Hsp65, Hsp70, and Apa Is Not Critical for Enhancing Protection Against Bovine Tuberculosis Infection and Immunity, vol. 73, no. 7, p. 4441-4444
45. Michael D. Welsh,1* Hilary E. Kennedy,2 Allister J. Smyth,2 R. Martyn Girvin, 2002, Responses Of Bovine WC1T Cells To Protein And Nonprotein Antigens of *Mycobacterium bovis* Infection And Immunity, vol. 70, no. 11 p. 6114-6120
46. Mishra, A. Singhal, D. S. Chauhan,2 V. M. Katoch,2 K. Srivastava,2 S. S. Thakral. 2005, Direct Detection And Identification Of *Mycobacterium tuberculosis* And *Mycobacterium bovis* in Bovine Samples by a Novel Nested PCR Assay: Correlation With Conventional Techniques. Journal of Clinical Microbiology, vol. 43, no. 11, p. 5670-5678
47. *Mycobacterium bovis* Infection in Animals and Humans. Iowa State University Press.- Ames Iowa, 1995.
48. Myers, J.A., Steele, J.H. Bovine tuberculosis control in man and animals. Warren H. Gree. Inc. 1969.
49. Nader, A. Husberg, H. Estimación de pérdidas de producción por tuberculosis bovina en un redeo lechero. Buenos Aires, 1988.
50. Norma Oficial Mexicana NOM-031-ZOO-1995. Campaña Nacional contra la Tuberculosis Bovina (*Mycobacterium bovis*).
51. Olsen Ingrid,1* Morten Tryland,1,2 Harald G. Wiker,3 And Liv J. Reitan1 2001 *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* distinguish between paratuberculosis and bovine tuberculosis in an enzyme-linked immunosorbent assay clinical and diagnostic laboratory immunology, vol. 8, no. 4. p. 797-801
52. Rosenkrands Ida,1 Peter Birk Rasmussen,1 Markus Carnio,2 Susanne Jacobsen,3 1998, Identification and Characterization of A 29-Kilodalton Protein from *Mycobacterium tuberculosis* Culture Filtrate Recognized by Mouse Memory Effector Cells, Infection and Immunity, vol. 66, no. 6, p. 2728-2735
53. Runnells, R.A. Principios de patología Veterinaria. Editorial CECSA 1ª edición.
54. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; Subsecretaría de Ganadería; Dirección General de Salud Animal. Programa Nacional para la Erradicación de la Tuberculosis Bovina y Brucelosis (plan quinquenal) México, D.F., 1993.

55. Skuce R. A.,* D. Brittain, M. S. Hughes, And S. D. Neill 1996 Differentiation of *Mycobacterium bovis* Isolates from Animals by DNA Typing Journal of Clinical Microbiology, vol. 34, no. 10. p. 2469-2474
56. Soolingen Dick Van,1* Theo Hoogenboezem,2 Petra E. W. De Haas,1 Peter W. M. Hermans, 1997, pathogenic taxon of the *Mycobacterium tuberculosis* complex, canetti: characterization of an exceptional isolate from africa journal of systematic bacteriology, vol. 47, no. 4. p. 1236-1245
57. Sousa Alexandra O., Richard J. Mazzaccaro, Robert G. Russell, Francis K. Lee, Oliver C. Turner, Seokmann Hongi, 2001 Relative Contributions of Distinct Mhc Class I-Dependent Cell Populations in Protection to Tuberculosis Infection in Mice. American Society for Microbiology.69.6:4174-4176
58. Tchou-wong, K., O. Tanabe, C. Chi, T. Yie, and W. N. Rom. 1999. Activation of NF- B in *Mycobacterium tuberculosis*-induced interleukin-2 receptor expression in mononuclear phagocytes. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 159:1323-1329
59. Tizard, I. Inmunología Veterinaria. 2ª edición Interamericana. México. 1984.
60. Trigo, F., Mateos, A. Patología General Veterinaria Edición. Interamericana MacGraw Hill. 2ª edición
61. Underhill David M. *, Adrian Ozinsky*, Kelly D. Smith†, and Alan Aderem,1999. Toll-Like Receptor-2 Mediates Mycobacteria-Induced Proinflammatory Signaling in Macrophages. Immunology and Pathology. vol. 96 u no. 25 u 14459-14463
62. Vordermeier H. Martin,* Mark A. Chambers, Paul J. Cockle, Adam O. Whelan, 2002, Correlation of Esat-6-Specific Gamma Interferon Production With Pathology In Cattle Following *Mycobacterium bovis* Bcg Vaccination Against Experimental Bovine Tuberculosis. Infection and Immunity, vol. 70, no. 6. p. 3026-3032
63. Wang, T., W. P. Lafuse, and B. S. Zwillig. 2000. Regulation of toll-like receptor 2 expression by macrophages following *Mycobacterium avium* infection. J. Immunol. 165:6308-6313
64. Waters W. R.,1* B. J. Nonnecke,2 T. E. Rahner,1 M. V. Palmer, 20011 Modulation of *Mycobacterium bovis*-Specific Responses of Bovine Peripheral Blood Mononuclear Cells by 1,25-Dihydroxyvitamin d3 clinical and diagnostic laboratory immunology. vol. 8, no. 6, p. 1204-1212
65. Wedlock D. Neil,* Frank E. Aldwell,† Desmond M. Collins, Geoffrey W. De Lisle1999, Immune Responses Induced in Cattle by Virulent and Attenuated *Mycobacterium Bovis* Strains: Correlation Of Delayed-Type Hypersensitivity With Ability of Strains to Grow in Macrophages. American Society For Microbiology. vol. 67, no. 5. p. 2172-2177

66. Wedlock D. Neil,1* Bridget Vesosky,2 Margot A. Skinner,1 Geoffrey W. De Lisle, 2000, Vaccination of Cattle With *Mycobacterium Bovis* Culture Filtrate Proteins and Interleukin-2 For Protection Against Bovine Tuberculosis. *Infection and Immunity*, vol. 68, no. 10, p. 5809-5815
67. Wedlock D. Neil,1* Michel Denis,1 Margot A. Skinner,1† Jessica Koach,1 Geoffrey W. 2005, Vaccination of Cattle With A CPG Oligodeoxynucleotide-Formulated Mycobacterial Protein Vaccine And *Mycobacterium bovis* BCG Induces Levels of Protection Against Bovine Tuberculosis Superior to Those Induced By Vaccination With Bcg Alone. *Infection And Immunity*, vol. 73, no. 6, p. 3540-3546
68. Weldingh Karin,1 Ida Rosenkrands,1 Susanne Jacobsen,2 Peter Birk Rasmussen,1 1998,Two-Dimensional Electrophoresis for Analysis of *Mycobacterium tuberculosis* Culture Filtrate and Purification and Characterization of Six Novel Proteins. *Infection and Immunity*, vol. 66, no. 8. p. 3492-3500
69. Young Jamie S.,1 Eamonn Gormley,2 And Elizabeth M. H. Wellington1* 2005 molecular detection of *Mycobacterium bovis* and *Mycobacterium bovis* bcg (pasteur) in soil. *microbiology*, vol. 71, no. 4, p. 1946-1952