



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE TUBERCULOSIS EN GANADO**  
**BOVINO EN EL ESTADO DE JALISCO**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A**

**GUILLERMO HERNÁNDEZ BALBINO**

**DIRIGIDA POR:**  
**MVZ MSc PhD FELICIANO MILIÁN SUAZO**

**SANTIAGO DE QUERÉTARO, QRO. MAYO DEL 2008**

**BIBLIOTECA CENTRAL**  
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO**

No. Adq. H71960

No. Título \_\_\_\_\_

Clas. IS

599.64

H557d

\_\_\_\_\_



DISTRIBUCIÓN CROMÁTICA DE TUBERCULOSIS EN GANADO  
GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

GONZALO HERNÁNDEZ BALBUENA

DIRIGIDA POR

MARIA DEL ROSARIO MILLÁN SUAZO

PANTIGO DE QUERÉTARO, CRO. MAYO DEL 2008

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, a mis padres y hermanos que siempre me apoyaron.

A mi asesor el PhD Feliciano Milián Suazo

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, CENID-INIFAP por las facilidades brindadas para el desarrollo de este trabajo.

A la Universidad Autónoma de Querétaro

Al Comité de la Campaña Estatal para el Control y Erradicación de la Tuberculosis y la Brucelosis Bovina (COEETB) del estado de Jalisco y en especial al Doctor Gabriel Huitrón Márquez por haber proporcionado la información para el desarrollo de la investigación.

Todos los resultados de investigación obtenidos en la presente tesis, son propiedad del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología Animal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue conocer la distribución geográfica de la Tuberculosis Bovina en el estado de Jalisco, a través del análisis de la información de dictámenes de prueba existente en la base de datos de la Comisión para el Control y la Erradicación de la Tuberculosis en el Estado (COEETB) derivada de las actividades de barrido para los años de 1995 al 2005.

Se analizó un total de 2 millones de pruebas correspondientes a cada uno de los municipios de las 12 regiones que componen al estado. Con apoyo del paquete para análisis estadísticos, SAS, se elaboraron cuadros de frecuencia de la prevalencia de la tuberculosis por región y por municipio. Con el programa ArcView 8 de ArcGis (ESRI) (que es un paquete con el que se puede visualizar, manejar, crear, y analizar datos geográficos), se elaboraron mapas epidemiológicos con la prevalencia por región y por municipio en el estado.

Los resultados indican que existen regiones donde la prevalencia de la tuberculosis es cercana a cero (Norte, Sureste, Costa Sur, Costa Norte y Sierra Occidental) y otras donde es menor al 1% (Altos Norte, Sierra de Amula, Sur y Valles), donde bien pudiera recomendarse suspender las actividades de barrido y canalizar los recursos a la vigilancia epidemiológica en centros de sacrificio. Algunas otras regiones tienen una prevalencia superior al 1% (Altos Sur y Ciénega), donde claramente se observó que la alta prevalencia se debe a la mayor concentración de ganado especializado en la producción de leche. Los resultados de esta evaluación permitirán hacer recomendaciones sobre las actividades a desarrollar de la campaña estatal; la primera es suspender el barrido en zonas de muy baja prevalencia y canalizar recursos a la vigilancia epidemiológica en centros de sacrificio. La segunda es buscar mecanismos para reducir la prevalencia en las zonas con menos del 1%, donde pocos municipios son los responsables del problema y la tercera sería involucrar a todos los productores de leche para que participen en las actividades de la campaña.

ÍNDICE	PÁGINA
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
Tuberculosis Bovina	3
Etiología	3
Complejo Tuberculosis	4
Complejo Lepra	4
Otras Micobacterias	5
Estructura Celular de <i>Micobacterium bovis</i>	5
Transmisión	6
Patogenia	7
Signología	8
Importancia Zoonótica	9
Diagnóstico	9
<i>Mycobacterium bovis</i> en infecciones Humanas	10
Importancia Económica	11
Diagnostico en Ganado	11
Tuberculinización	11
Prueba Caudal	11
Prueba Cervical Comparativa	12
Prueba Cervical Simple	12
La Campaña Nacional para el Control y la erradicación de la TBB, la Norma Zoosanitaria NOM-031-ZOO-1995.	12
Medidas de Control	14
III. OBJETIVO	15
IV. MATERIAL Y METODO	16
V. RESULTADOS	17
Región Norte	24
Región Altos Norte	24
Región Altos Sur	24

Región Cienega	24
Región Sureste	24
Región Sur	25
Región Sierra de Amula	25
Región Costa Sur	25
Región Costa Norte	25
Región Sierra Occidental	25
Región Valles	26
Región Centro	27
<b>VI. DISCUSIÓN</b>	<b>27</b>
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>28</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>29</b>
<b>IX. ANEXO</b>	<b>32</b>

**INDICE DE CUADROS Y FIGURAS**  
**PÁGINA**

<b>Cuadro 1. Principales características de los miembros del complejo <i>Mycobacterium Tuberculosis</i>.</b>	<b>4</b>
<b>Cuadro 2. Prevalencia de tuberculosis bovina de acuerdo a las regiones que conforman el Estado de Jalisco, Información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.</b>	<b>17</b>
<b>Figura 1. Prevalencia de Tuberculosis Bovina para cada una de las Regiones del Estado de Jalisco, información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.</b>	<b>18</b>
<b>Cuadro 3. Prevalencia general de Tuberculosis Bovina en las razas reportadas en el Estado de Jalisco, Información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.</b>	<b>19</b>
<b>Cuadro 4. Prevalencia de Tuberculosis Bovina de acuerdo al tipo de hato, Información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.</b>	<b>20</b>
<b>Cuadro 5. Prevalencia de Tuberculosis Bovina en el Estado de Jalisco de acuerdo al sexo de los animales, Información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.</b>	<b>20</b>
<b>Figura 2. Municipios con mayor prevalencia de Tuberculosis Bovina en el estado de Jalisco, información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.</b>	<b>22</b>
<b>Figura 4. Distribución de la tuberculosis bovina por municipio en el estado de Jalisco. Los puntos de color indican el grado de prevalencia. Información de dictámenes de prueba de 1995 al 2005.</b>	<b>23</b>

**Figura 3. Prevalencia de la tuberculosis bovina por región política en el estado de Jalisco, la intensidad del color indica el nivel de prevalencia. Información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.**

**Cuadro 6. Prevalencia de Tuberculosis Bovina de los municipios por región, información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.** 34



## I. INTRODUCCIÓN

La tuberculosis en humanos es un problema creciente en México, en 1997 se reportaron 7,000 casos con un crecimiento del 100% en sólo un año para algunos de los estados. Otras dependencias reportan alrededor de 17,000 casos anuales en la población económicamente activa, de edades entre 15 a 44 años. Factores como el crecimiento de la población suburbana, la pobreza, el Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) y enfermedades que debilitan el sistema inmune, como la diabetes, han favorecido el incremento de la prevalencia de la enfermedad (García, 2003).

El causante de la tuberculosis en humanos es el *Mycobacterium tuberculosis*, sin embargo, *M. bovis*, el responsable de la tuberculosis en los bovinos puede ser la bacteria causante de entre el 5 y el 10% de los casos humanos (García, 2003). El riesgo estriba en que de los 7 mil millones de litros de leche que se producen en México, aproximadamente el 50% no va directamente a pasteurización (NOM-031-ZOO-1995); lo que implica un riesgo para la salud pública, de ahí la importancia de erradicar a la enfermedad en los animales.

La tuberculosis en los bovinos (TBB), tiene serias implicaciones económicas, debido a las pérdidas directas por la venta a sacrificio de los animales, es responsable de bajas en la producción, se estima que la TB bovina disminuye la producción de leche en un 17%, reduce la ganancia de peso, la tasa de conversión alimenticia en un 15%, la fertilidad en un 6%, y es causa del decomiso de canales en centros de sacrificio (García, *et al*, 2004). Además en el comercio internacional se ha convertido en una de las principales barreras no arancelarias. E internamente en México la movilización y la comercialización de animales se ha visto limitada por la regionalización. Por ejemplo, para no afectar el estatus sanitario de una región no se permite la movilización de animales a ferias y exposiciones de ganado, solo en los casos de que se compruebe que los animales estén libres de enfermedades, y si el estatus sanitario de la zona de feria es más pobre a la del origen de los animales, estos ya no pueden regresar solo

realizando nuevamente un muestreo para comprobar que son libres de las enfermedades de la zona (NOM-031-ZOO-1995).

A pesar de sus limitaciones desde el punto de vista comercial, la regionalización tiene muchas ventajas, puesto que favorece el comercio internacional, sin embargo debe estar sustentada en información confiable, la cual debe ser analizada para la toma de decisiones que lleven a una reducción más rápida de los parámetros de la enfermedad en las poblaciones animales, reduciendo así el riesgo para la salud pública.

México tiene la Campaña Nacional para el Control y la Erradicación de la Tuberculosis Bovina bajo la NORMA ZOOSANITARIA NOM-031-ZOO-1995, enfocada a eliminar la enfermedad de la ganadería nacional. Una de las principales estrategias de esta campaña es el muestreo del 100% del ganado, conocido como el "barrido." Esta estrategia ha permitido generar gran cantidad de información que se ha evaluado sólo parcialmente y con el fin de dar respuestas inmediatas e ir realizando acciones para impedir la diseminación de la enfermedad, como los cordones cuarentenarios Fitozoosanitarios resguardados por personal del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria que están establecidos en el país, con la finalidad de proteger e impedir la propagación de enfermedades a las regiones libres, en erradicación y de baja prevalencia.

Es por eso que el objetivo del presente trabajo fué conocer la distribución geográfica de la Tuberculosis Bovina en el estado de Jalisco, para realizar una evaluación de la situación y generar recomendaciones que lleven al mejoramiento de la campaña estatal.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

**Tuberculosis bovina (TB).** La TB es una enfermedad causada por *Mycobacterium bovis*, bacteria que afecta principalmente al aparato respiratorio y que se manifiesta en forma crónica. La TB se caracteriza por el desarrollo de granulomas o tubérculos en los pulmones, linfonodos y algunos otros órganos. Estas lesiones con frecuencia son la causa del desecho de las canales y/o los animales. La principal forma de diseminación entre hatos es por la introducción de animales enfermos. Los factores más importantes en la diseminación son el tamaño del hato, la edad y las medidas de control y prevención en las unidades de producción (García, *et al*; 2004).

En países desarrollados se ha determinado que la tuberculosis por *Mycobacterium bovis* afecta a los humanos de manera directa en asociación con el VIH. En México no se conoce con certeza el papel de la tuberculosis en los humanos debido a que el diagnóstico se realiza con el hallazgo de bacterias ácido-alcohol resistentes, las cuales no especifican la especie de micobacteria causante de la enfermedad (García, *et al*; 2004).

**Etiología.** La tuberculosis es causada por una bacteria (bacilo), el *Mycobacterium bovis*, siendo el bovino su reservorio natural (Prat, *et al*; 2006; SENASA, 2006). En el Cuadro 1 se muestran algunas de las características más importantes de los miembros del complejo tuberculosis.

**Cuadro 1. Principales características de los miembros del complejo *Mycobacterium tuberculosis*.**

Componentes	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	<i>Mycobacterium africanum</i>	<i>Mycobacterium bovis</i>	BCG*
Niacina	+	+	-	-
Nitratasa	+	- <sup>b</sup>	-	-
Ureasa	+/-	+	+/-	+
Tipo respiratorio	Aerobio	Microaerófilo	Microaerófilo	Aerobio
TCH (50 g/ml)	R	S <sup>c</sup>	S	S
Pirazinamida	S	S	R <sup>d</sup>	R
Cicloserina	S	S	S	R

TCH: hidracida del ácido tiofeno-2-carboxílico; S: sensible; R: resistente.

\*BCG Bacilo Calmette Guerin, (Prat, *et al*; 2006)

<sup>b</sup>+ en la subespecie II.

<sup>c</sup>R en la subespecie II.

<sup>d</sup>S en la subespecie *caprae*.

El género *Mycobacterium* incluye más de 100 especies las cuales se clasifican en tres grupos:

**Complejo tuberculosis:** Dentro de este complejo se encuentran las especies *M. tuberculosis*, *M. bovis* (incluida la cepa BCG) y *M. africanum*, causantes, todas ellas, de tuberculosis, siendo el primero el que se aísla con mayor frecuencia. También *M. microti*, productor de tuberculosis en ratas se encuentra dentro del complejo (Ramírez, *et al*; 2002).

**Complejo lepra:** En este grupo se incluyen las especies *M. leprae*, productor de la lepra humana (Ramírez, *et al*; 2002).

**Otras Micobacterias:** Algunas micobacterias de este grupo llegan a ser patógenas, otras pueden ser patógenas oportunistas y finalmente, otras suelen ser saprofitas. Todas ellas producen las denominadas micobacteriosis.

El *Mycobacterium* es un microorganismo intracelular obligado, aerobio, inmóvil, que se replica dentro de los fagosomas de los macrófagos. Su tiempo de duplicación es de 12 horas o más, por lo que su crecimiento en medios de cultivo es muy lento, alrededor de 60 días (Blood, 1996; SENASA, 2006). Los medios de cultivo utilizados son el Löwestein-Jensen y el Middlebrook, en los cuales dura de 3 a 6 semanas en crecer, las colonias son pequeñas, secas y con aspecto escamoso (Clavijo, *et al*; 2004).

Este microorganismo es sensible al calor, a los rayos ultravioleta y al sol directo; presenta resistencia a ácidos, alcoholes, álcalis, desinfectantes y a la desecación, además es naturalmente resistente a muchos antibióticos debido, principalmente, a su envoltura celular altamente hidrofóbica que actúa como una barrera permeable, lo que hace difícil el tratamiento de la enfermedad. Su pared celular es compleja, posee un alto contenido de lípidos (40%), proteínas y polisacáridos; es rica en ácido micólico, el cual se encuentra unido covalentemente con glicolípidos tales como  $\alpha$ - tetrahalosa dimicolato (TDM, cord factor) y  $\alpha$ -trihalosa monomycolato (TMM). Ésta barrera permeable de la bacteria la protege del medio ambiente, contribuye a la persistencia de la enfermedad y a la resistencia a muchos antibióticos a la vez que contribuye a la longevidad de la micobacteria (Ramírez, *et al*; 2002).

**Estructura celular de *M. bovis*:** Consta de una gruesa pared, separada de la membrana celular por el espacio periplásmico, con cuatro capas. La más interna es el glicopéptido o peptidoglicano con moléculas de N-acetilglucosamina y ácido-N-glucolilmurámico, con cadenas cortas de alanina esta capa es el esqueleto de la bacteria que le da forma y rigidez. Externamente hay otras 3 capas compuestas: una por polímeros de arabinosa y galactosa, otra formada por ácidos micólicos que son ácidos grasos derivados, y otra superficial formada por lípidos como los sulfolípidos, el *cord factor*, llamado así por su aparente asociación con la forma acordeonada con que se agrupan las micobacterias virulentas y los micósidos.

Los principales antígenos de las micobacterias pueden dividirse en dos grandes grupos: los solubles o citoplasmáticos y los insolubles ligados a la pared celular. En relación a la naturaleza de los antígenos solubles, se sabe que hay cuatro tipos: a) De naturaleza polisacárida: comunes a todas las micobacterias y constituidos por arabinomananos, arabinogalactanos, glucanos. b) De tipo Proteico: algunos están bastante estudiados. Entre ellos la denominada tuberculina vieja (OT) o el Derivado Proteico Purificado (PPD). También el antígeno 5 o el de 65 Kda. c) De estructura lipídica: los monósidos de fosfatidil inositol (PIM) constituyen una familia de lípidos polares que se encuentran presentes en la membrana plasmática de las micobacterias. Entre ellos se puede citar los glicolípidos fenólicos, específicos para *M. tuberculosis* (PGL-Tbl) y d) El denominado antígeno 60 (Ag 60): es un complejo protéico-lipopolisacárido procedente del citoplasma y de la membrana celular de *M. bovis* BCG y es común a *M. tuberculosis*, *M. bovis* y otras micobacterias (Ramírez, *et al*; 2002).

**Transmisión.** Todo animal que haya estado en contacto con ganado tuberculoso puede ser considerado como sospechoso mientras viva, cualquiera que sea su edad. Los animales jóvenes son más propensos a adquirirla por consumir leche de madres infectadas. Las hembras también son susceptibles por los procesos estresantes de la preñez avanzada, la parición y la demanda de producción lechera. La frecuencia de la tuberculosis crece a medida que aumenta la edad debido a que la bacteria se desarrolla con mayor rapidez y agresividad en pacientes que su sistema inmune comienza a declinar.

La tuberculosis bovina se transmite a otros animales domésticos como porcinos, ovinos caprinos, equinos, perros, gatos, animales silvestres y al hombre. La principal fuente de infección es el bovino enfermo, el cual disemina el bacilo por distintas vías: la aerógena, que representa el 80 ó 90% de los casos, es la principal forma de contagio, que se da por medio de las secreciones nasofaríngeas. Al mugir el bovino elimina microgotas con 100 a 200 bacilos. Al estornudar o toser produce pequeñas microgotas con 1 ó 2 bacilos (Blood, 1996; SENASA, 2006). La segunda vía de contagio es la digestiva, que representa de un 10 a un 20% de los casos. Una de las maneras de adquirir la enfermedad por

esta vía es cuando el ternero mama de una vaca tuberculosa, a través de la leche infectada no pasteurizada o hervida (a 65°C durante 30 minutos) y a través del suelo, pasto o aguas contaminadas con el bacilo por heces u orina infectados. Existen otras vías de transmisión de menor importancia que la respiratoria y digestiva que hay que tener en cuenta; como son por contacto con la ubre; se estima que del 1 al 2% de las vacas tuberculosas tienen mastitis tuberculosa, que las hace diseminadoras permanentes de bacilos en leche. Ubres infectadas por vía hemática, pueden eliminar bacilos en leche sin que exista mastitis tuberculosa. También las heces y la orina de animales infectados pueden contaminar el medio ambiente. Por vía genital, adquirida principalmente por toros utilizados para servir vacas con metritis tuberculosa. La transmisión genital más importante se produce por medio de la inseminación artificial al utilizar semen de toros infectados. Se cree que también las heridas son punto de entrada del bacilo en lesiones en la piel con material infectado (Blood, 1996; SENASA, 2006).

**Patogenia.** El bacilo tuberculoso, una vez dentro del animal, puede diseminarse en dos etapas: Primero, causando lo que se llama "tuberculosis primaria," conocido como complejo primario, y segundo con la "tuberculosis secundaria" o periodo de diseminación del bacilo en el organismo (Blood, 1996; SENASA, 2006).

En la tuberculosis primaria, la lesión inicial en el órgano actúa como puerta de entrada, denominado foco primario, el cual es visible a los ocho días después de la entrada de la bacteria. Posterior o simultáneamente los bacilos drenan por vía linfática a los nodulos linfáticos regionales, donde se origina el mismo tipo de lesión. La combinación de lesiones, en el órgano de entrada y en el nódulo linfático regional, constituye el "*complejo primario*". Así, en el complejo primario pulmonar, el bacilo penetra los pulmones, se multiplica y se disemina en los mismos, produciendo una lesión en forma de "tubérculo" donde quedan atrapadas las bacterias, infectando al mismo tiempo los nódulos linfáticos bronquiales (Blood, 1996; SENASA, 2006).

En la formación del tubérculo, los macrófagos asumen la apariencia de células gigantes, al igual que células epitelioides en el centro del tubérculo joven. La zona es rodeada por linfocitos, células plasmáticas y monocitos, lo que provoca que la



lesión progresa, el tubérculo desarrolla fibroplasia periférica y necrosis caseosa central resultado de una hipersensibilidad de tipo tardía. Los factores que dirigen la necrosis incluyen la toxicidad potencial por la concentración de citocinas, la liberación de factores tóxicos de bacilos y macrófagos degradados, la isquemia y la activación local del complemento por el complejo inmune.

Al disminuir las defensas del animal se desarrolla la diseminación post-primaria, que es aquella en la cual los bacilos dan origen a granulomas, que son cicatrices producidas por la infección en los órganos donde estos bacilos se detienen. La extensión de las lesiones se puede realizar por vía linfática, sanguínea o por contacto seroso. En el caso de la diseminación por vía sanguínea, los focos de infección se producen sobre todo en los pulmones, riñones, hígado y bazo (Blood, 1996; SENASA, 2006).

Algunos de los factores de virulencia del bacilo de la TB pueden estar asociados con el complejo lipídico de su pared celular la cual protege a la micobacteria de los efectos bactericidas del oxígeno derivado del fagolisosoma. Otro factor puede ser la inhibición de la función lisosomal. El efecto dañino del bacilo depende de factores no específicos relacionados con el huésped; tales como antecedentes genéticos, lugar y ruta de infección, presencia de infecciones recurrentes, estrés, mala nutrición e inmunosupresión.

**Signología.** Todo animal que presenta enflaquecimiento progresivo debe despertar siempre sospecha de padecimiento de tuberculosis, aunque muchos animales afectados presentan condición corporal aceptable y hasta excelente. La mayoría de las veces la tuberculosis tiene un curso crónico limitado a un sólo órgano: el pulmón. En estos casos los animales presentan tos crónica, casi nunca fuerte que suele presentarse como uno o dos golpes en forma apagada, húmeda, penosa, sin mucha fuerza y cada tanto expulsan con ella una secreción muco purulenta. Suele presentarse fiebre sin signos clínicos especiales, hay una disminución paulatina de la producción láctea en períodos avanzados de la enfermedad. Algunas de las vacas enfermas presentan mastitis tuberculosa, la cual se caracteriza por un endurecimiento y una hinchazón que al principio se



desarrolla en la parte superior de la ubre observándose, en ciertos casos, los nodulos linfáticos mamarios duros y aumentados de volumen. Esta mastitis tuberculosa es de gran importancia, no sólo por ser fuente de transmisión al alimentarse el ternero con ésta leche, sino también al hombre (Blood, 1996; SENASA, 2006).

**Importancia zoonótica.** En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SSA2-1993 para la prevención y control de la tuberculosis en la atención primaria a la salud humana establece que la tuberculosis es una enfermedad de notificación semanal obligatoria por parte de los servicios de salud, así como la NOM-031-ZOO-1995 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) que establece los lineamientos para la campaña contra la Tuberculosis Bovina. La tuberculosis ocupa en México el lugar número 17 entre las causas de muerte y el primero como causa de muerte por un sólo agente infeccioso (Secretaría de Salubridad y Asistencia, 1997). De acuerdo con las notificaciones de los casos de tuberculosis en todas sus formas hechas a la Organización Panamericana de la Salud (OPS) /Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1996, México se encuentra entre los países de América con tasas de incidencia de entre 25 y 85% por cada 100 000 personas (OPS, 1998).

**Diagnóstico.** El diagnóstico definitivo de las infecciones micobacterianas se basa en la observación de bacilos ácido-alcohol resistente (BAAR), y el aislamiento por cultivo, seguido de la identificación bioquímica. La sensibilidad de la baciloscopia varía entre 30 y 80%, por lo que el diagnóstico depende tanto del aislamiento en cultivo, como de los métodos de recuperación utilizados y de la población evaluada. En general se considera que la baciloscopia tiene un límite de detección del orden de  $10^3$  a  $10^5$  microorganismos por mililitro de muestra (Kent, *et al*; 1985; Sommers, *et al*; 1983). Por otra parte, debido al prolongado tiempo de duplicación de las micobacterias, las técnicas de aislamiento basadas en el cultivo requieren de 3 a 8 semanas y su sensibilidad es muy baja cuando se analizan muestras biológicas que contienen un pequeño número de microorganismos (Eisenach, *et al*; 1993).

***M. bovis* en infecciones humanas.** Aunque no existen datos confiables de la participación de las vacas en el incremento de casos de tuberculosis humana en México, se presume que aproximadamente el ocho por ciento de los casos son debidos al *Mycobacterium bovis*. Los métodos de diagnóstico de la tuberculosis usados, tanto en humanos como en animales, no permiten determinar con precisión el tipo de micobacteria involucrada en una infección dada, aún cuando existen pruebas bioquímicas para ello. Por lo tanto, a la fecha, no se conoce a fondo la participación de los Bovinos en la persistencia de la tuberculosis humana. La enfermedad producida por *M. bovis* en humanos es indistinguible de la causada por *M. tuberculosis*, tanto clínica como histológicamente.

Se considera que *M. bovis* sólo constituye una pequeña proporción de los aislamientos en adultos con tuberculosis debido a que el microorganismo presenta una baja tendencia a la reactivación. En la mayoría de los casos, no se practica el diagnóstico de especie y la fuente de infección permanece desconocida. En la mayoría de los países en vías de desarrollo, la tuberculosis es la infección oportunista más frecuente asociada con la infección por el Virus de Inmunodeficiencia Adquirida en Humanos (VIH).

Algunos consideran que *M. bovis* es menos virulento que *M. tuberculosis* en humanos y que por consiguiente, es menos frecuente la enfermedad post-primaria. De la misma forma, la transmisión de un humano a otro es rara, sin embargo, esta diferencia en la virulencia puede ser el resultado de las diferencias en la respuesta inmune del hospedador, en especial si tiene co-infección con el VIH, lo que haría que la enfermedad *M. bovis* fuera más frecuente y severa.

Entre 1995 y 1998, se describió en España un brote de infección por *M. bovis* multirresistente en pacientes infectados por el VIH. La tipificación molecular (RFLP y *spoligotyping*) mostró que una única cepa causó el brote. La cepa presentaba alta transmisibilidad entre los pacientes infectados por el virus, así como resistencia a la isoniacida, rifampicina, etambutol, pirazinamida, estreptomina, ácido *p*-aminosalicílico, claritromicina, capreomicina, cicloserina y amikacina. Respecto a *M. bovis* Bacilo Calmette Guerin, existen casos aislados de infección

en individuos inmunodeprimidos y pacientes afectados de neoplasia de vejiga urinaria tratados con BCG intravesical (Prat, *et al*; 2006).

**Importancia económica.** La tuberculosis en las vacas es importante porque representa una barrera no arancelaria para la libre comercialización de animales y productos derivados exportados. México vende a Estados Unidos entre 800 mil y un millón y medio de becerros para engorda al año (García, 2003), lo que significa un fuerte ingreso a los productores de ganado nacionales. Sin embargo, cuando los inspectores estadounidenses detectan en centros de sacrificio de su país un animal de origen mexicano infectado, toman medidas que limitan el paso de animales provenientes de México. Esto trae como consecuencia descontrol en el mercado interno, disminución de los precios y sobre pastoréo. Por otra parte, la Ley Sanitaria indica que los animales detectados con tuberculosis deben ser sacrificados, pero dado que en México no existe un programa económico de compensación, los productores no lo ejecutan (García, *et al*; 2004).

Pero se estima que la TB ha causado pérdidas por 40 millones de dólares anuales, tan sólo por el desecho involuntario de ganado que se enferma y se vuelve improductivo o que es decomisado en los centros de sacrificio. Se estima además que la TB disminuye la producción de leche en un 17%, reduce la ganancia diaria de peso y la tasa de conversión alimenticia hasta en un 15% y la fertilidad en un 6%(García, 2003).

**Diagnóstico en ganado.** El diagnóstico clínico no reviste gran importancia porque esta enfermedad no produce signos clínicos evidentes y el animal afectado puede presentar un estado general favorable. El diagnóstico bacteriológico es el más preciso de todos. Puede ser por examen directo o por cultivo.

**Tuberculinización.** La prueba de la tuberculínica es la única prueba oficial para el diagnóstico de tuberculosis bovina *in vivo*.

**Prueba caudal.** Es la prueba básica de rutina cuando no se desconoce la situación zoonosanitaria en cuanto a tuberculosis del hato, es aplicada por un Médico

Veterinario Zootecnista (MVZ), acreditado por la SAGARPA. El resultado de la prueba es una respuesta celular a la aplicación de la tuberculina la cual se manifiesta a las 72 horas. Cualquier alteración del tejido en el sitio de aplicación se considera como positivo a tuberculosis (NOM-031-ZOO-1995).

*Prueba Cervical Comparativa:* Ésta es la única prueba autorizada para confirmar o descartar animales reactivos y sospechosos a la prueba de pliegue caudal. Se realiza 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. El objetivo es diferenciar la reacción observada en la prueba caudal de infecciones por *Mycobacterium paratuberculosis* y/o *Mycobacterium avium*. Esta prueba es utilizada en hatos cuando el diagnóstico se haya obtenido por el aislamiento de *M. bovis* de las muestras de los animales sacrificados, puesto que esto es ya el diagnóstico confirmatorio. (NOM-031-ZOO-1995).

*Prueba cervical simple.* Esta prueba se emplea para probar hatos en los que se conoce la existencia de *M. bovis*; o bien, para diagnosticar ganado que estuvo expuesto directa o indirectamente con hatos infectados con *M. bovis*. Tiene el mismo proceso e interpretación que la caudal (NOM-031-ZOO-1995).

**La campaña nacional para el control y la erradicación de la TBB y la Norma Zoosanitaria NOM-031-ZOO-1995,** la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), han realizado esfuerzos para dar solución al problema de la tuberculosis con el fortalecimiento de las campañas zoosanitarias de control y eventual erradicación de la tuberculosis bovina. Esta campaña contempla, en sus distintas fases: muestrear el 100% del ganado en el territorio nacional durante un periodo mínimo de 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 Zootecnista, capacitado en todo matadero o sala de sacrificio de la República Mexicana 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, menciona 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.

En 1994 se creó el Comité México-Estados Unidos para la erradicación de la Tuberculosis bovina y Brucelosis (CONATB), por recomendación de la Asociación de Salud Animal de los Estados Unidos (USAHA por sus siglas en inglés), para dar seguimiento a la campaña de Tuberculosis bovina en México, motivado por la gran cantidad de casos de tuberculosis detectados en centros de sacrificio de EUA (Estados Unidos de América), a partir de muestras obtenidas de becerros exportados de México, lo que tiene gran impacto en la exportación de becerros a ese país. El Comité está integrado por 16 miembros, 8 de cada país y 3 miembros de la industria ganadera, de las organizaciones de salud animal, oficiales en regularización zoonosanitaria, de la comunidad científica e investigación. Adicionalmente cada país cuenta con personal técnico de apoyo, según se requiera (SENASICA, 2006).

En 1993 cuando se inician las primeras visitas formales de los miembros del comité binacional, se logra que se otorgue las primeras clasificaciones a los estados mexicanos revisados de acuerdo a su avance. Estas clasificaciones estaban basadas en un documento de consenso que establecía las fases de avance de las campañas en cada uno de los estados.

En el 2002 cambia este procedimiento y desde entonces, personal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), realiza las visitas de revisión de avances de los estados, clasificándolos conforme la prevalencia y cumplimiento de once criterios de regionalización. Durante el 2004, el USDA, ha

reconocido a 20 regiones de 18 estados con baja prevalencia de tuberculosis, los cuales pueden exportar ganado en pie a EUA (SENASICA, 2006).

**Medidas de control.** Las principales medidas consisten en detectar a los animales enfermos mediante la tuberculinización de todo bovino mayor de seis meses de edad y eliminar inmediatamente, con destino a abasto, a los animales con reacción positiva a la prueba. En algunos casos también se aplica limpieza (lavado y cepillado) y desinfección de las instalaciones con fenol al 5%. Se recomienda la compra de animales en establecimientos oficialmente libres de tuberculosis, separar las crías de las vacas positivas y suministrar calostro de vacas negativas o con sustituto lácteo o leche en polvo. Evitar el uso común de bebederos y comederos por animales enfermos y sanos, es también una recomendación adicional (SENASA, 2006).

### **III. OBJETIVO**

El objetivo del presente trabajo fué conocer la distribución geográfica de la Tuberculosis Bovina en el estado de Jalisco, para realizar una evaluación de la situación y generar recomendaciones que lleven al mejoramiento de la campaña estatal.

#### IV. MATERIAL Y MÉTODOS

La información utilizada fue obtenida de la base de datos sobre dictámenes de pruebas de tuberculosis según los lineamientos de la NOM-031-ZOO-1995 aplicadas en aproximadamente el 80% del ganado en el estado de Jalisco. La base de datos consta de aproximadamente 2, 400, 000 cabezas provenientes de 48, 700 hatos, de los cuales solo fueron analizados 1,873,843 datos, obteniendo así el número de animales positivos, animales probados según su fin zootécnico, raza, tipo de hato, sexo y región la cual fue obtenida de pruebas de tuberculina realizadas entre los años de 1995 y el 2005. La información fue capturada y analizada en el paquete de estadístico SAS (Por sus siglas en inglés Statistical Analysis Package). En el análisis estadístico se usaron cuadros de frecuencia a través de los cuales se obtuvo la prevalencia de la enfermedad por región, municipio y año. La prevalencia fue definida como la proporción de reactores entre el total de animales probados. Con los resultados del análisis y con ayuda del paquete Arcview versión 8 de ArcInfo (ISRI) se elaboraron mapas epidemiológicos de prevalencia por región y por municipio para todo el estado.



## V. RESULTADOS

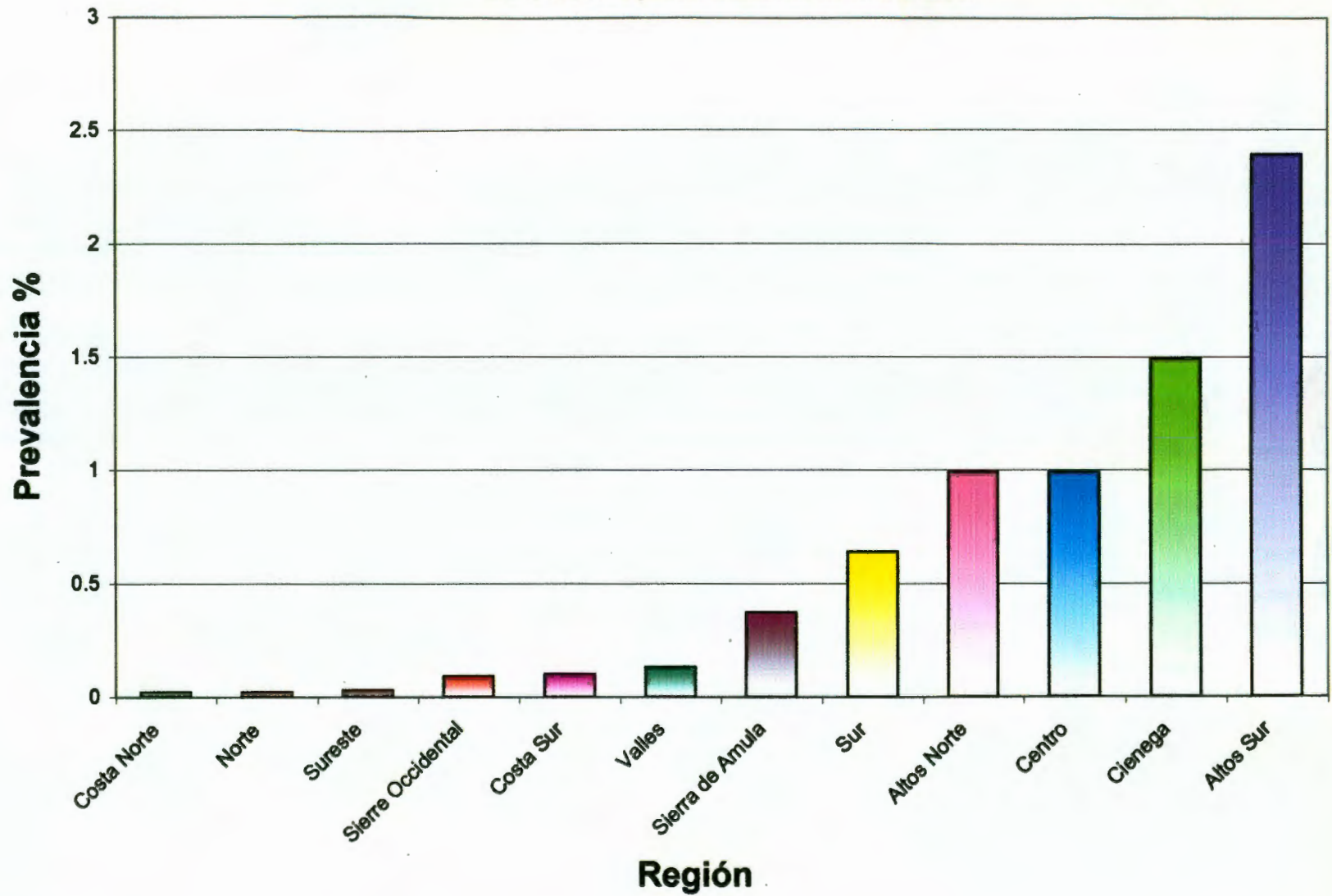
Las tasas de prevalencia por región, para las 12 regiones que componen el estado de Jalisco se muestra en el Cuadro 2, ahí puede verse que la prevalencia general para todo el estado es del 0.86%. El análisis muestra que las regiones con mayor prevalencia de TB fueron: Altos Sur, con el 2.39% y la región de la Ciénega con el 1.49%, mientras que las de más baja fueron la región Norte y la Costa Norte, con 0.02%, y la región Sureste con 0.03% en la Figura 1 y figura 3 en el anexo.

**Cuadro 2. Prevalencia de tuberculosis bovina de acuerdo a las regiones que conforman el Estado de Jalisco, información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.**

Región	Cabezas carne	Cabezas leche	Animales positivos	*Total probados	Prevalencia
Norte	169671	6108	40	177505	0.02
Altos N	237095	255443	1958	197507	0.99
Altos Sur	300225	203290	5546	231261	2.39
Cienega	172474	150295	4173	278282	1.49
Sureste	381417	32566	15	39643	0.03
Sur	259050	108132	293	45602	0.64
S. Amula	110040	14769	256	69131	0.37
C. Sur	234504	4180	114	110546	0.10
C. Norte	221773	5390	28	139650	0.02
S. occidental	95464	15416	66	67200	0.09
Valles	167511	39070	225	170329	0.13
Centro	218783	153899	3447	347187	0.99
<b>Total</b>	<b>2568225</b>	<b>988558</b>	<b>16161</b>	<b>1873843</b>	<b>0.86</b>

\* El total de los animales probados difiere en los diferentes cuadros debido a que algunas razas no fueron consideradas por la baja frecuencia.

**Figura 1. Prevalencia de Tuberculosis Bovina para cada una de las Regiones del Estado de Jalisco, información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.**





Es sabido que la raza juega un papel importante en la persistencia de la tuberculosis en el ganado, en especial por diferencias en el tipo de manejo. En este estudio se encontró que la mayor prevalencia se da en ganado Holstein y Jersey, razas especializadas en producción de leche, donde la prevalencia fue del 2.1% y el 3.69%, respectivamente Cuadro 3. De acuerdo al tipo del sistema de producción los hatos que se manejan en sistemas semi-intensivos tubo la mayor prevalencia con un 3.41%, extensivo 2.99% e intensivo 0.67% Cuadro 4. En cuanto al sexo, se encontró que la prevalencia en machos fue mayor que la prevalencia en hembras, 1.7% contra 0.95%; sin embargo, el número de animales probados fue infinitamente mayor en hembras Cuadro 5.

**Cuadro 3. Prevalencia general de Tuberculosis Bovina a las razas reportadas en el Estado de Jalisco, información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.**

Raza	Animales positivos	*Total probados	Prevalencia (%)
Holstein Freesian	15407	728505	2.1
Cruza/razas europeas/cebu	458	685077	0.06
Cebú	119	176916	0.06
Cruza con Suizo	92	40743	0.22
Jersey	74	2002	3.69
Cruza de Angus	57	51487	0.11
Suizo Americano	52	21962	0.23
Suizo Europeo	36	25775	0.13
Suizo Limusin	32	18812	0.17
Limousin	24	14624	0.16
Guzerat Holstein	14	507	2.76
Suizo Pardo	10	2678	0.37
Brahman	6	755	0.79
Holstein	6	32086	0.01

\* El total de los animales probados difiere en los diferentes cuadros debido a que algunas razas no fueron consideradas por la baja frecuencia.

**Cuadro 4. Prevalencia de Tuberculosis Bovina de acuerdo al tipo de hato, información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.**

Tipo de hato	Animales positivos	*Total probados	Prevalencia
1 intensivo	8611	1274156	0.67
2 extensivo	1626	54303	2.99
3 semi-intensivo	1465	42918	3.41

\* El total de los animales probados difiere en los diferentes cuadros debido a que algunas razas no fueron consideradas por la baja frecuencia.

**Cuadro 5. Prevalencia de Tuberculosis Bovina en el Estado de Jalisco de acuerdo al sexo de los animales, información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.**

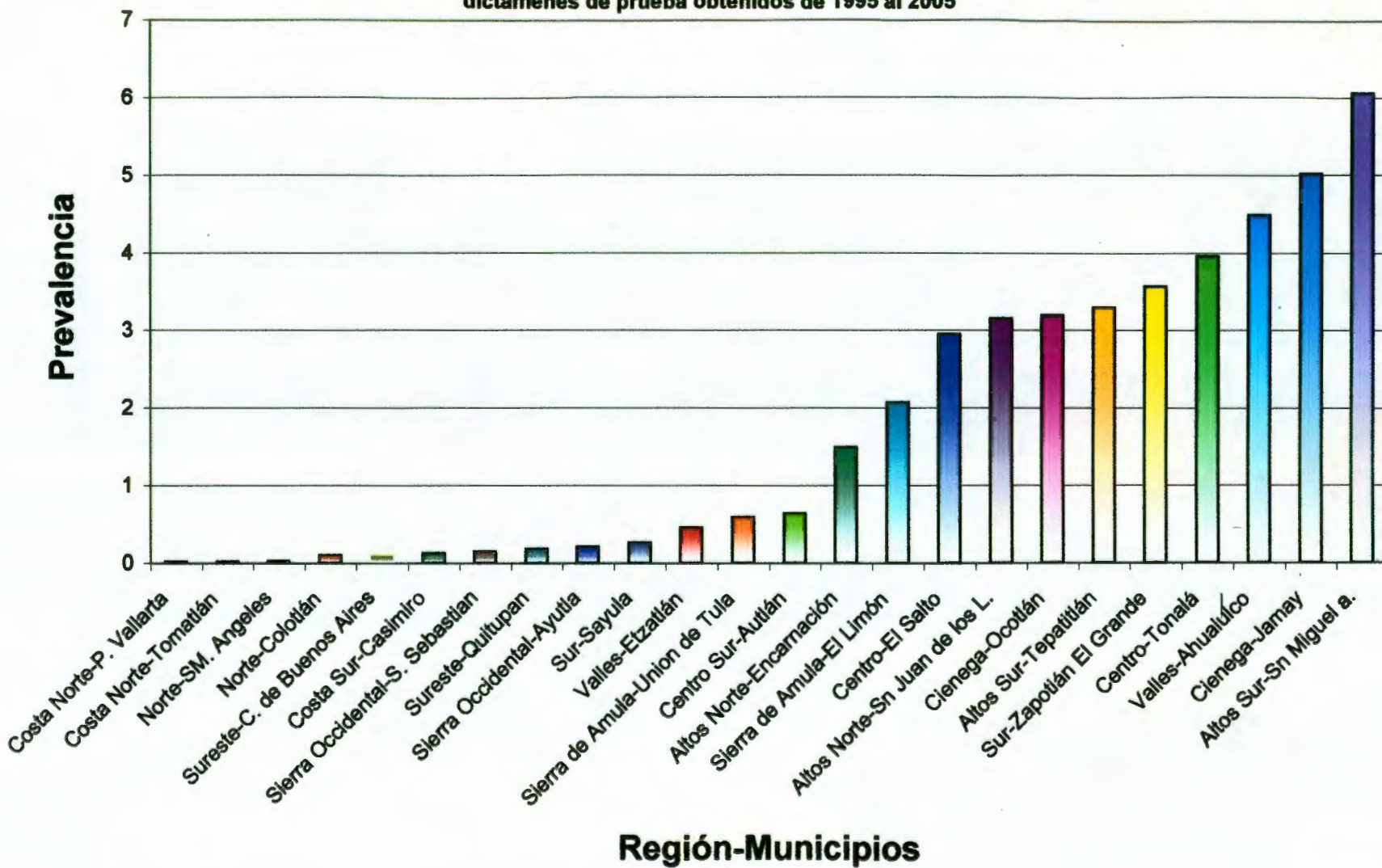
Sexo	Animales Positivos	*Tota Probados	Prevalencia
Macho	16061	1674679	0.95
Hembra	16061	1674679	0.95

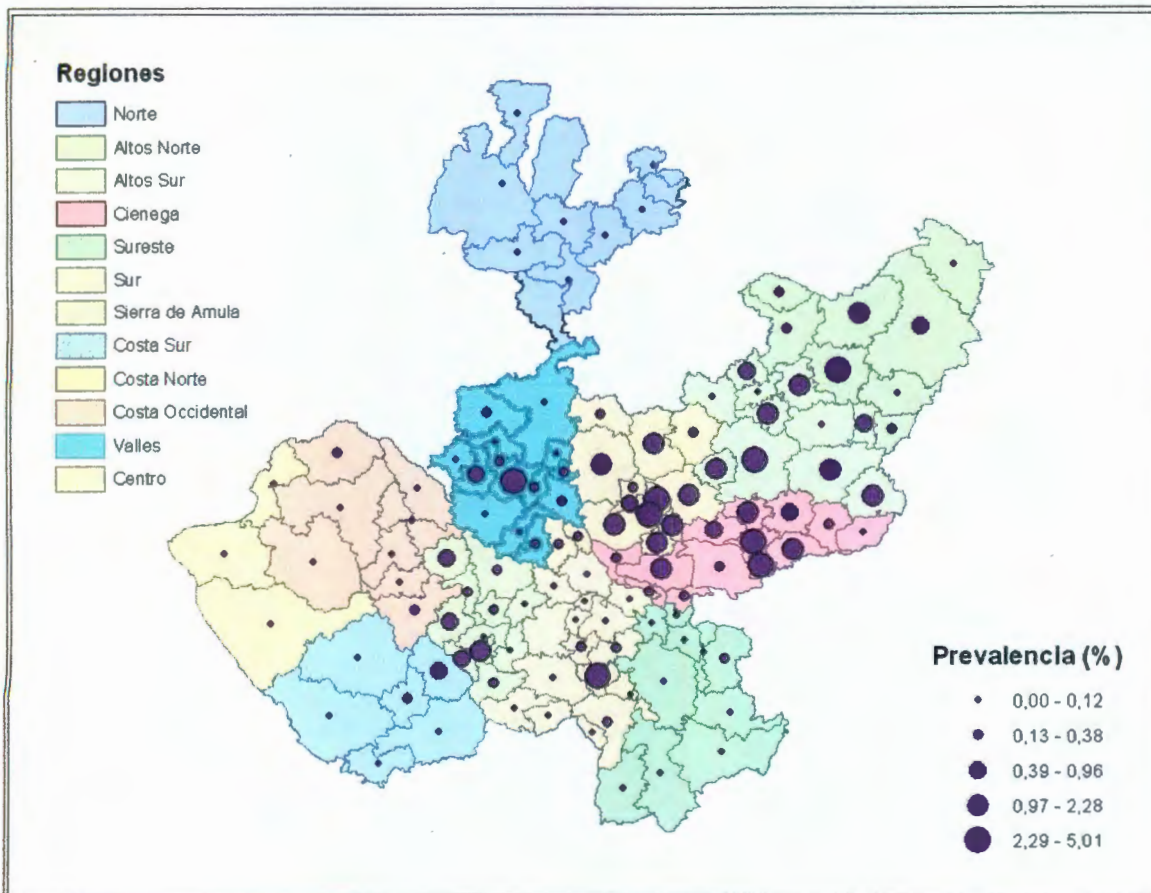
\* El total de los animales probados difiere en los diferentes cuadros debido a que algunas razas no fueron consideradas por la baja frecuencia.

En el Cuadro 6 (ver en el anexo) se presenta la prevalencia de la TB para cada uno de los municipios en el estado de Jalisco y en la Figura 2 y 4 los Municipios con la prevalencia más alta. Para facilidad de la presentación la situación sobre la distribución de la tuberculosis por municipio se divide por regiones.



**Figura 2. Municipios Con Mayor Prevalencia de Tuberculosis Bovina en el estado de Jalisco, información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005**





**Figura 4. Distribución de la tuberculosis bovina por municipio en el estado de Jalisco. La los puntos de color indican el grado de prevalencia. Información de dictámenes de prueba de 1995 al 2005.**

**Región Norte.** Esta región incluye 10 municipios, con un total de 175, 779 cabezas de ganado de acuerdo al número de registros analizados, de las cuales el 96% es de ganado especializado en producción de carne y sólo el 3.5% especializado en leche. Ésta es una región prácticamente libre de la enfermedad. El estudio demuestra que la prevalencia de tuberculosis bovina, para esta región, fue del 0.02%. El municipio con mayor prevalencia en esta región fue Colotlán con el 0.10%. Quizá una de las principales razones de la baja Prevalencia observada en esta región es la baja población de ganado lechero.

**Región Altos Norte.** Está formada por 8 municipios con un total de 492,538 cabezas de ganado bovino, de los cuales el 48% es productor de carne y el 52 % es productor de leche. Tiene dos municipios problemáticos con la prevalencia más alta de TB: San Juan de los Lagos, con el 3.15% y encarnación de Díaz, con el 1.49%. Se puede observar que los municipios problema son aquellos donde se concentró la población de ganado lechero de la región.

**Región Altos Sur.** Región formada por 11 municipios, con un número de 503,515 cabezas de ganado bovino, el 60 % es ganado productor de carne y el 40% es productor de leche. Presenta la prevalencia más alta de TB en el estado, donde 7 de los municipios tienen prevalencias arriba del 1%: 6.06% en San Miguel A, 3.29% en Tepatitlán, 2.10% en Jesús María, 1.91% en Jalostotitlán, el 1.71% en Arandas y el 1.15% en Acatic y Valle de Guadalupe.

Tanto la región de los Altos Norte, como la de Altos Sur se caracterizan por un sistema de producción de tipo familiar, con un promedio aproximado de animales por unidades de producción de 50, y baja adopción de tecnología.

**Región Cienega.** Está conformada por 13 municipios, con 322,769 cabezas de ganado bovino, de estos, el 53% es ganado productor de carne y el 46% de leche. Los municipios con problema son: Jamay con el 5.01%; Ocotlán con el 3.19%; La Barca 2.28%; Chapala 1.19% y Tototlán con 1.07%.



**Región Sureste.** Está formada por 10 municipios con un total de 413, 983 cabezas de ganado bovino, cuenta con el 92% de ganado especializado en producción de carne y 7.8 % de leche. Es una región prácticamente limpia de TB, el municipio con la mayor prevalencia es Quitupan con el 0.18%. Hay una población muy baja de ganado de leche, de ahí la baja prevalencia de la enfermedad.

**Región Sur.** Está conformada por 18 municipios con 367,182 cabezas de ganado bovino, de estos el 70% es ganado productor de carne y 29% de leche. En esta región sólo hay un municipio con problemas de tuberculosis, Ciudad Guzmán con el 3.57% de prevalencia, que es también el estado con mayor cantidad de ganado especializado en leche.

**Región Sierra de Amula.** Está formada por 11 municipios, con 124, 809 cabezas de ganado bovino, de los cuales el 88% es ganado productor de carne y 12% de leche. Es una región con prevalencia relativamente baja, el municipio del Limón tiene la mayor Prevalencia de la región con el 2.07%.

**Región Costa Sur.** Conformada por 6 municipios con 238, 684 cabezas de ganado bovino: 98% especializado en carne y 1.7% en leche. Es una región casi libre de la enfermedad, donde el municipio con mayor prevalencia es Autlán, con el 0.64%. Como puede observarse en la columna correspondiente, la población de ganado especializado en leche es muy baja.

**Región Costa Norte.** Región conformada por 3 municipios. Esta región tiene una población de 227, 163 cabezas de ganado, de este el 97% es ganado productor de carne y el 2.4% de leche. La baja cantidad de ganado especializado en leche puede ser la razón de que esta región sea libre de la enfermedad.

**Región Sierra Occidental.** Está conformada por 7 municipios en los cuales existen 110, 880 cabezas de ganado bovino, el 86% es ganado productor de carne y el 14% de leche. En esta región hay una prevalencia general del 0.09 % de TB, donde el municipio con la prevalencia más alta es Ayutla con el 0.21% de prevalencia.

**Región Valles.** Conformada por 14 municipios con un total de 206, 581 cabezas de ganado, de estos el 81% es ganado especializado en carne y el 19% en leche. La prevalencia general en la región es del 0.1%, y el único municipio con problemas de TB es Ahualulco con el 4.5% de prevalencia.

**Región Centro.** Conformada por 13 municipios, con una población de 372, 682 cabezas 59% de ganado para carne y 41% de ganado para leche. Esta región es una de las mayormente afectadas por TB, con una prevalencia general del 0.99%. Ocho de los municipios de esta región tienen una prevalencia mayor del 1%, sobresaliendo el municipio de Tonalá con casi el 3.96% y El Salto con el 2.95%. Ésta es una región con alta proporción de ganado especializado en leche.

## VI.- DISCUSIÓN

Jalisco, a nivel nacional, es uno de los estados de mayor producción de leche y uno de los principales en la producción de carne y alimentos pecuarios en general. Algo que hace único a Jalisco, en cuanto a producción de leche, es que lo hace en sistemas de unidades de producción familiar, es decir, el total funcionamiento del hato es ejecutado por la misma familia dueña del negocio. Sin embargo, aunque el sistema ha demostrado ser eficiente, tiene poca adopción de tecnología, e igual que los productores de leche de la mayor parte del país, tiene poca o nula participación en actividades de campaña para la erradicación de la tuberculosis.

La transmisión de tuberculosis es mayor en el ganado productor de leche que en el ganado productor de carne. Esto tiene su origen en el manejo del ganado, por un lado, el especializado en carne se produce en condiciones extensivas, lo que reduce las probabilidades de contacto, y por lo tanto de contagio con tuberculosis de infectados a susceptibles, por otro lado, es el especializado en leche las condiciones de producción son en hacinamiento, y lo que aumenta las posibilidades de contagio. Esto se refleja en la distribución de la enfermedad en el presente estudio, aquellas regiones con mayor concentración de ganado lechero presentan la mayor prevalencia de tuberculosis. Además de que la prevalencia general para la raza Holstein, que es la raza mayoritariamente utilizada en la producción de leche, fue del 2.1%, muy por encima de la prevalencia para cualquier otra raza.

Aunque se observa una mayor prevalencia de TB en machos que en hembras, es claro que el número tan bajo de machos muestreados es la razón de ese resultado. Mientras que el número de hembras probadas fue de 1, 674, 679, de donde se tiene una prevalencia de 0.9%, sólo se muestrearon 24, 119 machos, con una prevalencia de 1.7%. No obstante, considerando que los sistemas de producción tienen un bajo porcentaje de adopción de tecnología, donde por ejemplo la inseminación artificial es poco usada, si los animales incluidos en la cifra de machos probados son utilizados para la monta natural pueden éstos estar fungiendo como diseminadores de la enfermedad.

## VII. CONCLUSIONES

1. La prevalencia general de tuberculosis para el estado de Jalisco es del 0.86%.
2. Las regiones donde se observa una mayor prevalencia de tuberculosis son: Altos Sur, Altos Norte, Ciénega y Centro.
3. La prevalencia de tuberculosis es mayor en regiones donde hay mayor concentración de ganado lechero.
4. La raza con la mayor prevalencia de tuberculosis fue la Holstein Freesian de acuerdo con los animales positivos obtenidos en dictámenes de prueba de 1995 a 2005 con las razas reportadas en el estado de Jalisco.
5. El nivel de avance de barrido entre las diferentes regiones es muy variable.
6. De acuerdo a las prevalencias tan bajas detectadas en algunas regiones, es recomendable suspender actividades de barrido en ellas y basar las actividades de campaña en la vigilancia epidemiológica en centros de sacrificio.
7. Los hatos con mayor prevalencia de TB son los de tipo semi-intensivo de acuerdo al estudio, por lo que se debe intensificar la vigilancia para impedir la diseminación de la enfermedad e implementar el uso de registros para rastrear la movilización de estos animales.
8. Al momento de detectar animales positivos es importante darles seguimiento para que no salgan de la zona y no propaguen la enfermedad y si estos salen que sea para sacrificio constatando su entrada a estos centros.
9. El análisis detallado de la información generada en las campañas es de utilidad para la toma de decisiones en cuestiones de salud animal.

## VII. BIBLIOGRAFIA

Barroto R.J;R. Martínez-Piedra, 2000. Geographical patterns of cholera in Mexico 1991-1996.: Int.J Epidemiol, Vol. 29:764-772.

Blood, D.C. 1996. Manual de Medicina Veterinaria. Editorial Macgraw-Hill, México Df.

Briggs, DJ, Elliott P. 1995, The use of geographical information systems in studies on enviromental and health.: Wld hlth statist.quart., Vol. 48:85-94.

Brooker, S, Michael E, 2000, The potential of geographical information systems and remote sensing in the epidemiology and control of human helminth infections.: Advances in Parasitology, v. 47, p. 246-279.

Clavijo, A.M. ; M. de Rolo; C. Alfaro y M. Corso. 2004. Todo lo que usted debe saber sobre la Tuberculosis Bovina. Revista Digital CENIAP HOY Número Especial 2004. Maracay, Aragua, Venezuela. URL. Consultado en: [www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/ne/arti/clavijo\\_a/arti/clavijo\\_a.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/ne/arti/clavijo_a/arti/clavijo_a.htm) en fecha: 17/10/2006

Campaña Nacional para el control y la erradicación de la tuberculosis Bovina y la NOM-031-ZOO-1995..Consultada en: <http://web2.senasica.sagarpa.gob.mx/xportal/dgsa/czoo/Doc468/> Consultado en 17/10/2006

Eisenach K.D, Cave M.D, Crawford J.T. 1993. PCR detection of *Mycobacterium tuberculosis*. En: Persing DH, Smith TF, Tenover FC, White TJ, eds.. Diagnostic molecular microbiology. Principles and applications. Washington, D.C.: American Society for Microbiology; pp. 191-196.

García L. C., Anaya E. A. M. y Milián S. F. Octubre 2005. CENID-FA-INIFAP. Prevalencia y Distribución De Tuberculosis Bovina en México: Resultados de Investigación, 1990-2004. Holtein de México, 36, (10) pp: 15-18.

García L. C 2003. Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (GIS) en la Predicción de Riesgo de Diseminación de la Tuberculosis Bovina en Jalisco (Proyecto Doctorado). Querétaro, Qro. CENID-FA-INIFAP.

Kent PT, Kubica GP. 1985, Public health mycobacteriology: a guide for the level III laboratory. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control.

Kleinsschmidt, I, G. Bagayoko, M Craing, L Sueur, 2000, A partial stadistical approach to malaria mapping.: Int.J Epidemiol, v. 29, p. 355-361.

Madalaine Norstrom. Geographical Información Sistem (GIS) as a Tool in Surveillance and Monotoring of Animal Diseases. Ullevalsvn 68 P.B. 8156 Dep. N-0033 Oslo, Norge.

NOM-031-ZOO-1995 NORMA Oficial Mexicana, Campaña Nacional Contra la Tuberculosis Bovina (*Mycobacterium bovis*). Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Agosto de 1998.

Organización Panamericana de la Salud, 1998. El control de la tuberculosis en las Américas. Boletín Epidemiológico. OPS;19 (2):PP1-8.

Prat A.C., Domínguez B. J. y Ruiz V. A. 2006. Servei de Microbiologia. *Mycobacterium bovis*. Hospital Universitari Germans Trias i Pujol, Badalona. Facultat de Medicina, Universitat Autònoma de Barcelona.

Programa Nacional de Lucha contra la Tuberculosis Bovina consultado en:

[www.senasa.gob.com/sanidad/tuberculosis/tuberculosis.php](http://www.senasa.gob.com/sanidad/tuberculosis/tuberculosis.php) 17/10/2006

Ramírez R. N. A., Cocotle R. B. E., Méndez P. A., Arenas B.J. Julio - Diciembre 2002 Tuberculosis de las vacas en Mexico. *Mycobacterium tuberculosis*: Su pared celular y la utilidad diagnóstica de las proteínas 16 y 38 kDa. Departamento de Patología experimental Facultad de Medicina. Xalapa. Vol. 2 Núm. 2

Randolph, S.E. 2000, Ticks and tick-borne disease systems in space and from space.: *Advances in Parasitology*, v. 47, p. 217-243.

Rogers, D.J, 2000, Satellites, space, time and the African Trypanosomiasis.: *Advances in Parasitology*, v. 47, p. 130-171.

Secretaría de Salubridad y Asistencia, 1997. Estadísticas Vitales. Capítulo: Mortalidad. Principales causas de mortalidad general, Estados Unidos Mexicanos,

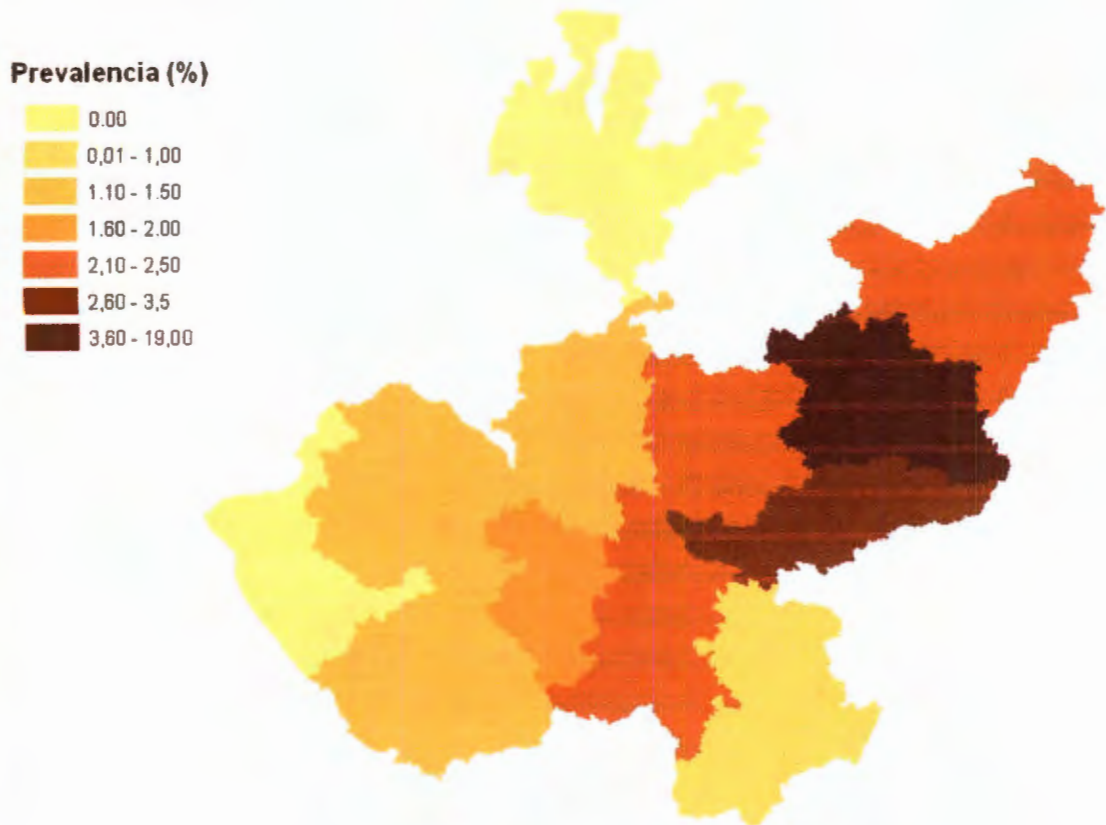
Sommers HM, McClatchy JK. Cumitech 1983, Laboratory diagnosis of the mycobacterioses. Morello JA, ed. Washington, D.C.: American Society for Microbiology.

Zeman, P. 1997, Objective assessment of risk maps of tick-borne encephalitis and Lyme Borreliosis bases on spatial patterns of located cases.: *Int.J Epidemiol*, v. 26, p. 1121-1130

Zenilman, J.M, G. Glass, T. Shields, P. R. Jenkins, J. C. Gaydos, K. T. McKee, 2002, Geographic epidemiology of gonorrhoea and chlamydia on a large military installation: application of GIS systems.: *Sex Transm Inf*, v. 78, p. 40-44.

## VIII. ANEXO





**Figura 3. Prevalencia de la tuberculosis bovina por región política en el estado de Jalisco, la intensidad del color indica el nivel de prevalencia. Información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.**

**Cuadro 6. Prevalencia de Tuberculosis Bovina de los municipios por región, información de dictámenes de prueba obtenidos de 1995 al 2005.**

Región	Municipio	Cabezas carne	Cabezas leche	*Total probados	Positivos	Prevalencia (%)
Norte	Colotlán	22,047	1,468	20283	21	0.10
	Bolaños	12,830	221	3314	0	0.00
	Huejucar	15,130	1,264	27036	3	0.01
	Huejuquilla	22,180	1,127	20995	3	0.01
	Mezquitic	31,050	325	22095	0	0.00
	SM Hidalgo	11,969	218	7075	0	0.00
	SMAngeles	9,359	371	6947	2	0.03
	Chimaltitán	14,000	281	10422	1	0.01
	Totatlche	14,550	371	39228	7	0.02
	V Guerrero	16,556	462	20110	3	0.01
Altos N	Encarnación	12,823	71,774	64423	958	1.49
	L d Moreno*	80,992	67,829	16787	75	0.45
	Ojuelos	38,693	6,288	7278	1	0.01
	S Diego de A	14,263	3,245	12017	30	0.25
	U S Antonio	16,957	665	20668	20	0.10
	V Hidalgo	25,596	4,981	602	1	0.17
	S Juan de L	26,367	90,672	24743	780	3.15
	Teocaltiche	21,404	9,989	50989	93	0.18
Altos S	Acatic	35,658	12,111	35398	406	1.15
	Arandas	68,983	30,554	16798	287	1.71
	Jesus María	40,155	1,203	4711	99	2.10
	Mexicacan	6,746	521	2599	18	0.69
	S Julian	5,976	13,928	6636	64	0.96
	Cañadas O	7,342	967			0.00
	Yahualica	16,993	3,999	16406	18	0.11
	Jalostotitlán	17,582	18,462	26167	499	1.91
	S Miguel A	20,299	49,338	17867	1083	6.06
	Tepatitlán	75,142	65,118	87262	2874	3.29
V de Gpe	5,349	7,089	17417	198	1.14	
Ciénega	Atotonilco	8,160	26,472	15286	87	0.57
	Ayotlán	38,200	4,100	7081	9	0.13
	Chapala	14,112	4,282	10642	127	1.19

**Cuadro 6 ... continuación**

Región	Municipio	Cabezas carne	Cabezas leche	Total probados	Positivos	Prevalencia (%)
	Degollado	33,650	3,901	17248	3	0.02
	Jamay	802	8,500	16110	807	5.01
	Jocotepec	14,302	3,229	10215	27	0.26
	La Barca	7,560	29,382	40070	912	2.28
	Ocotlán	4,700	8,400	42911	1370	3.19
	Poncitlán	11,739	7,800	24173	69	0.29
	Tizapán	13,870	4,760	12892	24	0.19
	Tototlán	7,740	32,726	49047	525	1.07
	Tuxcueca	14,139	3,732	6843	17	0.25
	Zapotlán	3,500	13,011	41050	283	0.69
Sureste	C de B Aires	15,464	2,951	1923	2	0.10
	Jilotlán de D	54,663	2,290	5564	0	0.00
	L Manzanilla	12,533	1,391	5268	1	0.02
	M M Dieguez	97,211	1,838	431	0	0.00
	Mazamitla	12,759	1,426	2917	0	0.00
	Pihuamo	55,553	9,252	2699	0	0.00
	Quitupan	17,544	936	1711	3	0.18
	Tamazula dG	53,481	2,195	5943	3	0.05
	Tecalitán	53,221	7,030	11404	6	0.05
	V de Juarez	8,988	3,257	1783	0	0.00
Sur	Zapotlán elgrande (Cd Guzman)	13,363	42,471	7763	277	3.57
	Amacueca	4,341	933	1938	1	0.05
	Atemajac	9,495	2,004	6055	0	0.00
	Atoyac	13,287	1,248	2181	0	0.00
	G Farías	11,104	13,535	1600	2	0.13
	S Gabriel	18,544	2,215	5608	0	0.00
	Sayula	21,975	8,011	3072	8	0.26
	Tapalpa	18,568	11,796	6868	1	0.01
	Techaluta	4,927	375	1332	0	0.00
	Teocuitatlán	31,807	2,028	821	0	0.00

**Cuadro 6 ... continuación**

Región	Municipio	Cabezas carne	Cabezas leche	Total probados	Positivos	Prevalencia (%)
	Tolimán	10,613	2,296	2560	2	0.08
	Tonila	4,061	705	1848	0	0.00
	Tuxpan	32,392	154	1235	2	0.16
	Zacoalco	11,782	3,681	1313	0	0.00
	Zapotiltic	12,460	6,150	887	0	0.00
	Zapotitlán	12,948	6,726	521	0	0.00
S Amula	Atengo	18,249	1,132	7420	49	0.66
	El Limón	4,025	129	1836	38	2.07
	Tecolotlán	20,569	634	14611	23	0.16
	Tenamaxtlán	16,682	1,098	10314	27	0.26
	Un de Tula	9,360	275	9047	53	0.59
	Chiquilistlán	7,429	4,127	1697	0	0.00
	Ejutla	7,020	120	1764	2	0.11
	El Grullo	5,894	891	3379	19	0.56
	Juchitlán	9,856	531	5321	20	0.38
	Tonaya	6,111	5,485	8409	10	0.12
	Tuxcacuesco	4,845	347	5333	15	0.28
C Sur	Autlán	16,902	1,320	11112	71	0.64
	Casimiro	37,421	590	30646	39	0.13
	Cihuatlán	60,915	299	21024	4	0.02
	Cuautitlán	32,979	864	9866	0	0.00
	La Huerta	38,053	912	26205	0	0.00
	Vpurificación	48,234	195	11693	0	0.00
C Norte	C Corrientes	24,922	1,028	9563	1	0.01
	P Vallarta	15,132	773	36704	7	0.02
	Tomatlán	181,719	3,589	93383	20	0.02
S Occtal	Ayutla	17,996	900	18073	38	0.21
	Atenguillo	14,149	1,476	5459	0	0.00
	Cuautla	8,310	284	9047	9	0.10
	Guachinango	13,893	1,664	1951	0	0.00
	Mascota	11,220	7,080	12221	2	0.02
	Mixtlan	9,351	2,730	1087	0	0.00
	S Sebastián	8,839	1,589	4102	6	0.15



**Cuadro 6 ... continuación**

Región	Municipio	Cabezas carne	Cabezas leche	Total probados	Positivos	Prevalencia (%)
	Talpa de A	20,545	1,282	15260	11	0.07
Valles	Ahualulco	8,405	2,433	913	41	4.49
	Amatitán	4,206	1,231	3732	2	0.05
	Ameca	46,397	7,394	80160	11	0.01
	Escobedo	7,959	1,002	2640	6	0.23
	El Arenal	4,169	2,581	2629	9	0.34
	Hostotipaquillo	8,876	1,025	659	1	0.15
	Magdalena	4,965	1,631	6508	2	0.03
	S Marcos	8,180	2,249	11417	5	0.04
	S Martín H	11,525	523	11317	14	0.12
	Tala	17,652	12,612	9204	17	0.18
	Cocula	13,393	892	20136	43	0.21
	Etzatlán	8,488	840	12444	57	0.46
	Tequila	14,341	2,329	4397	2	0.05
	Teuchitlán	8,955	2,328	4173	15	0.36
Centro	Acatlán	4,920	3,799	7003	10	0.14
	Cuquio	30,256	2,297	16304	58	0.36
	El Salto	10,673	5,317	1560	46	2.95
	Guadalajara	2,364	2,033	48885	62	0.13
	Ixtlahuacán	19,880	6,220	10207	114	1.12
	IxtlahuacánR	35,941	4,350	30888	350	1.13
	Juanacatlán	1,467	4,500	17646	228	1.29
	SCristóbal	31,473	3,756	8446	19	0.22
	Tlajomulco	8,870	7,461	49432	553	1.12
	Tlaquepaque	5,809	2,029	26774	166	0.62
	Tonalá	2,295	3,050	6418	254	3.96
	V Corona	9,231	1,854	7510	28	0.37
	Zapopan	52,503	34,236	63622	773	1.21
	Zapotlanejo	7,760	78,080	52492	786	1.50

\* El total de los animales probados difiere en los diferentes cuadros debido a que algunas razas no fueron consideradas por la baja frecuencia.