

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS VETERINARIAS



**PREVALENCIA DE CISTICERCOSIS BOVINA EN
EL MUNICIPIO DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MEXICO**

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS VETERINARIAS

PRESENTA

MVZ. IRIS REBECA SOBERANES GUZMAN

DIRECTOR DE TESIS

FRANCISCO JAVIER MONGE NAVARRO, Ph.D.

ASESORES

MC. SERGIO ARTURO CUETO GONZALEZ

DR. GILBERTO LOPEZ VALENCIA

MEXICALI, B. C. MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2011

Prevalencia de Cisticercosis Bovina en el Municipio de Mexicali, B.C., México.
Tesis presentada por Iris Rebeca Soberanes Guzmán como requisito parcial
para obtener el grado de Maestro en Ciencias Veterinarias, que ha sido
aprobada por el comité parcial indicado:

Ph.D. Francisco J. Monge Navarro
Director de tesis

MC. Sergio Arturo Cueto González
Asesor

Dr. Gilberto López Valencia
Asesor

Lugar y Fecha

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi tutor: Dr. Francisco J. Monge Navarro, MC. Sergio Arturo Cueto González y Dr. Gilberto López Valencia por su apoyo durante toda mi carrera y más en este proceso de desarrollo profesional, por aceptarme como tutorada, y ser ejemplos a seguir para mi hoy y siempre.

A mi Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias porque me siento una parte de él, ya que es aquí donde me he forjado como profesionista y he aprendido a desarrollarme como ser humano, y de esta manera seguir superándome como profesionista y como persona.

A mis compañeros y amigos, Carlos, Julieta, María, Emilio, Daniel, con los cuales pase muchísimos momentos felices y desvelos para cumplir nuestros objetivos.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM por haberme brindado un excelente recibimiento y una gran enseñanza de parte de mis grandes maestros como: Dr. Aline S. de Aluja, Dr. Nelly M. Villalobos, José Juan M. Maya y MC. Sara Herrera por todos sus consejos y por enseñarme tantas cosas.

A mis súper amigas que las quiero con todo mi corazón: Carolina Sosa, Eda Baez, Myriam S. Landeros y Viridiana Elizarraraz por hacer de mi estancia en la UNAM dota una experiencia de vida! Las amo chicas!.

Así como al Comité de Fomento y Protección Pecuaria por brindarme su valiosa colaboración y apoyo en la realización de mi proyecto.

A mis maestros y a cada una de las personas que me ayudo con sus consejos, oraciones y buenos deseos, gracias por todo!.

DEDICATORIA

A mis padres, Francisco Esteban Soberanes y Alicia Guzmán, por ser unos seres humanos maravillosos que les debo no solo mi vida sino lo que soy como persona los amo! , a mis Hermanos Francisco, Marianela y Tania por ser una pieza importante y especial de mi vida. Y sobre todo les dedico mi trabajo a 3 personas muy importantes para mí que ya no están a mi lado pero sé que me siguen mandando sus bendiciones y sobre todo un gran hombre que siempre ha estado a mi lado apoyándome en este proceso con su amor y paciencia y toda su bondad: Fernando A. Pavón mil gracias!.

RESUMEN

Prevalencia de cisticercosis bovina en el municipio de Mexicali, Baja California, México

Con el propósito de establecer la prevalencia de cisticercosis bovina para el municipio de Mexicali, B.C., se realizó un estudio epidemiológico observacional, transversal, descriptivo en las cuatro plantas sacrificadoras de bovinos TIF de la localidad. Las unidades de observación fueron todas las canales detectadas con diagnóstico sugestivo o confirmado de cisticercosis bovina durante la inspección *post-mortem* durante Septiembre de 2008 y Septiembre de 2010. Las muestras fueron obtenidas durante la inspección *post-mortem* en cada planta TIF y analizadas por microscopía estereoscópica para confirmar la presencia de cisticercosis. Los resultados del análisis de laboratorio fueron registrados como positivo o negativo a *Cisticerco sp.* Durante el período del estudio, se sacrificaron 498,183 cabezas de ganado de los cuales se colectaron 1,185 muestras de tejidos de canales con diagnóstico sugestivo de cisticercosis. De ellas, 750 fueron confirmadas en el laboratorio como positivas al parásito. La prevalencia general de cisticercosis bovina fue calculada en 0.0015% para el municipio de Mexicali, B.C., para una tasa general de 1.51 casos de cisticercosis por cada 1000 sacrificios realizados en las plantas TIF de la localidad. De los 750 casos confirmados a *Cisticerco sp.*, la mayor cantidad se localizó en corazón, seguido del hígado, músculo masetero y lengua. De los casos positivos, el 87% de los animales provenían de entidades federativas distintas a Baja California y el 13% a ganado criado en el estado. Este indicador de prevalencia es el primero que se genera para el estado de Baja California y es similar a los reportados por países con baja prevalencia de cisticercosis bovina. Las variaciones en los

niveles de prevalencia de cisticercosis detectados por cada planta TIF sugieren que los protocolos de inspección sanitaria post-mortem no se aplican de forma uniforme y que el sistema de registro y notificación de casos positivos al parásito es inconsistente. La inspección sanitaria post-mortem es un procedimiento con bajos niveles de sensibilidad para detectar cisticercosis en el ganado. Se requiere modernizar las actividades de diagnóstico de la cisticercosis bovina sustituyendo la inspección sanitaria *post-mortem* por tecnologías con niveles de sensibilidad altos, capaces de detectar esta parasitosis en etapas tempranas de infección, que permitan la implementación de las estrategias sanitarias más adecuadas. La presencia de *Tenia saginata* en la población de Baja California se confirma con el hallazgo de casos positivos de cisticercosis bovina en ganado criado, engordado y sacrificado en el estado. La cisticercosis bovina es un problema de salud pública que en la actualidad no es reconocido por las autoridades de sanidad animal y ni por las autoridades de salud humana.

Palabras Clave: Cisticercosis, Cisticercosis en Ganado.

ABSTRACT

The purpose of the study was to establish the prevalence of bovine cysticercosis for the municipality of Mexicali, B.C.; an observational, transversal, descriptive epidemiological study was performed in the four local TIF approved slaughterhouses. The observation units were all carcasses detected with suggestive or confirmed diagnosis of cysticercosis during the post-mortem sanitary inspection in each TIF slaughterhouse between September 2008 and September 2010 and analyzed by stereoscopic microscopy to confirm the presence of cysticercosis. The results of the laboratory analysis were registered as positive or negative. During the study 498,183 heads of cattle were slaughtered and 1,185 tissue samples with suggestive diagnosis of cysticercosis were collected. From those, 750 were confirmed as positive by the laboratory. The general prevalence of bovine cysticercosis was calculated in 0.0015% for the municipality of Mexicali, B.C., for a general rate of 1.51 cysticercosis cases per 1000 slaughter animals performed at the local TIF slaughterhouses. From the 750 confirmed cases, the majority of cysticerci were localized in heart, followed by liver, chick muscle and tongue. From the positive cases, 87% of animals were from states different of Baja California and 13% were cattle raised within the state. The prevalence indicator is the first generated for the state of Baja California and is similar to those reported in countries with low prevalence of bovine cysticercosis. The variations in the prevalence levels of cysticercosis detected by each TIF slaughterhouse suggest that the protocols for the *post-mortem* sanitary inspection are not applied uniformly and that the registration and notification systems of positive cases of cysticercosis are inconsistent. The *post-mortem* sanitary inspection is a

procedure with low levels of sensitivity to detect cysticercosis in cattle. It is required to update the diagnosis activities for the diagnosis of bovine cysticercosis replacing *post-mortem* sanitary inspection with technologies offering higher levels of sensitivity, capable to detect this parasite in early stages of infection, allowing the implementation of the most appropriate sanitary strategies. The presence of *Taenia saginata* among the population of Baja California it is confirmed by the finding of positive cases of bovine cysticercosis in cattle raised, feed, and slaughter within the state. Bovine cysticercosis is a public health problem there is not currently recognized by animal health authorities or human health authorities.

Key Words: Cysticercosis, Cysticercosis in Cattle.

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRAC	V
LISTA DE CUADROS	viii
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Etiología.....	4
Epidemiología de la cisticercosis bovina.....	4
Inspección sanitaria en plantas sacrificadoras.....	6
Diagnóstico de cisticercosis bovina.....	8
Cisticercosis bovina en el municipio de Mexicali.....	12
MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
Diseño del estudio.....	14
Obtención de muestras.....	14
Diagnóstico de cisticercosis por microscopía estereoscópico.....	15
Prevalencia de cisticercosis.....	16
Rastreabilidad de cisticercosis bovina.....	16
RESULTADOS.....	18
DISCUSIÓN.....	26
CONCLUSIONES.....	32
LITERATURA CITADA.....	34

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Ganado sacrificado y casos positivos a <i>Cisticerco sp.</i> por planta TIF del municipio de Mexicali, B.C.....	20
2	Frecuencia de casos positivos a <i>Cisticerco sp.</i> por planta TIF del municipio de Mexicali, B.C.....	21
3	Tasa de prevalencia de <i>Cisticerco sp.</i> en el municipio de Mexicali, B.C.....	22
4	Tasa de prevalencia de <i>Cisticerco sp.</i> por cada 1000 sacrificios por planta TIF y total en el municipio de Mexicali, B.C.....	23
5	Hallazgos de <i>Cisticerco sp.</i> por sitio Anatómico.....	24
6	Rastreabilidad de casos confirmados de <i>Cisticerco sp.</i>	25

INTRODUCCION

La cisticercosis es causada por la infestación de las formas larvarias de *Taenia saginata* (*T. saginata*) en bovinos. Los huevecillos embrionados de *T. saginata* son excretados a través de heces de humanos portadores del parásito adulto (Minozzo et al., 2002; Boa et al., 2002). Aunque la parasitosis por *T. saginata* tiene una distribución mundial, las infestaciones son particularmente importantes en países pobres de África, Latinoamérica y Asia. (Aline et al., 2006).

Además de las repercusiones en la salud pública, la cisticercosis también es causa de pérdidas económicas para la industria ganadera de bovinos debido a la retención, depreciación o decomiso de las canales que resultan sugestivas o infestadas de cisticercos durante la inspección sanitaria que se practica en rastros y establecimientos de sacrificio de ganado (Carabin et al., 2006; Phiri, 2006). En zonas con alta prevalencia de cisticercosis las pérdidas económicas por concepto de retención de canales que resultan positivas al parásito durante la inspección sanitaria en las plantas sacrificadoras pueden alcanzar los mil a dos mil millones de dólares anuales (Wanzala et al., 2003).

México, el diagnóstico de la cisticercosis en ganado bovino se fundamenta en la NOM-009-ZOO-1994. El procedimiento consiste en la inspección visual de las canales por personal entrenado y acreditado para tal fin, haciendo cortes finos en músculos y vísceras predeterminados, considerados como sitios tradicionales o de predilección para el alojamiento de

cisticercos en las canales (Wanzala et al., 2003). Una limitante de esta técnica de diagnóstico de la cisticercosis es su baja sensibilidad, calculada en alrededor del 50% ya que solo detecta casos en animales altamente infestados con cisticercos muertos, degenerados o calcificados (Boa et al., 2002; Wanzala et al., 2003). Además, la detección visual de la cisticercosis en músculos o vísceras depende de la experiencia del inspector sanitario así como del estado de desarrollo del cisticerco. Es importante señalar que este método detecta la infestación por cisticercos solo después del sacrificio del animal, cuando resulta demasiado tarde para aplicar un tratamiento que ayude a eliminar o reducir las lesiones causadas por el parásito (Minozzo et al., 2002; Wanzala et al., 2003).

El uso de técnicas de diagnóstico alternativas para el diagnóstico de la cisticercosis bovina tales como la serología han sido propuestas en distintos países pero nunca implementadas (Rodríguez-Canul et al., 1997; Hancock et al., 2003); por lo que existe la urgente necesidad de desarrollar e instrumentar pruebas de diagnóstico rápidas y eficientes, que sean capaces de detectar la cisticercosis del ganado en etapas tempranas de infección, mucho antes que los animales sean finalizados y enviados al rastro, reduciendo con esto la retención, depreciación o decomiso de canales sugestivas o infectadas de cisticercos, además de reducir el riesgo de transmisión zoonótica del parásito entre la población. En ese sentido y ante la baja tasa de detección (sensibilidad <50%) de la inspección *post mortem*, se pone de manifiesto la posibilidad de que una cantidad importante, aproximadamente el 50% de canales positivas a cisticercosis no son detectadas durante la inspección sanitaria, incrementado el

riesgo de transmisión zoonótica del parásito entre la población consumidora de carne fresca. Además, la baja tasa de detección inherente a la inspección *post-mortem* pone en riesgo la continuidad de los mercados internacionales si se llegara a encontrar algún lote carne infestado con cisticercos en un mercado extranjero, pudiendo resultar en restricciones sanitarias y embargos comerciales a la carne mexicana, con todas las repercusiones que para el sector ganadero y la economía del país significaría el cierre de la frontera comercial a la carne de bovino producida en México como consecuencia de la utilización de un procedimiento de inspección sanitaria poco eficiente y la falta de alternativas de diagnóstico confiables para la detección de esta parasitosis en los sistemas de explotación de bovinos de engorda del país.

Por lo anteriormente expuesto, se desarrolló el presente estudio para establecer la prevalencia de cisticercosis bovina en el Valle de Mexicali y generar indicadores epidemiológicos que sirvan de base para la propuesta de plataformas de diagnóstico alternativas y más eficientes para detectar esta parasitosis en nuestro medio.

REVISION DE LITERATURA

Etiología

Las especies del género *Taenia* se clasifican dentro de la familia *Taenidae*, en el orden *Cyclophyllidea*, clase *Cestoda*. El complejo teniasis-cisticercosis, ocasionado por el cestodo *Taenia saginata*, infestan al ser humano el cual constituye su huésped natural definitivo y al ganado bovino, que actúa como su hospedero intermediario (Garza-Rodríguez *et al.*, 2007). La infestación con el parásito adulto en humanos se le conoce como teniasis, la cual es adquirida al consumir huevecillos de *Taenia* excretados en las heces de portadores del parásito adulto. (Meza-Lucas y Aguilar, 2002). La cisticercosis en el ganado ocurre cuando el animal ingiere huevecillos embrionados a través de alimento o agua contaminados con heces de humanos que alojan al parásito adulto. Una vez ingeridos los huevecillos, las larvas eclosionan y migran a través de la pared intestinal alojándose en distintos órganos y tejidos. La cisticercosis en humanos es provocada por el consumo de carne cruda o insuficientemente cocida infestada con cisticercos. (Mayta *et al.* 2008).

Epidemiología de la cisticercosis bovina

La cisticercosis bovina es producida por *Cisticerco bovis*, la fase larvaria de *Taenia saginata*. Los seres humanos completan el ciclo biológico del parásito al ingerir carne cruda o insuficientemente cocida procedente de bovinos infestados con cisticercos en estado vesicular localizados en distintas regiones de la musculatura del animal. El ganado se infecta a través del

consumo de huevecillos fértiles presentes en las heces de humanos infectados con *T. saginata* que contaminan las fuentes de alimento tales como pasturas, forrajes, etc., o el agua de bebida; dando lugar al desarrollo de la fase larvaria o cisticercosis (Sarti, 1997; Aluja y Villalobos, 2000; Mayta *et al.* 2008).

A nivel mundial, la cisticercosis es considerada una de las enfermedades zoonóticas más importantes debido a las repercusiones tanto a la salud pública como al comercio internacional de animales y productos de origen animal. Aunque *Taenia saginata* tiene una distribución mundial, las infestaciones son particularmente importantes en países pobres de África, Latinoamérica y Asia. Epidemiológicamente, los índices de prevalencia son muy variados pudiendo ser bajos, como es el caso de Norteamérica y Europa donde la prevalencia se ha estimado en alrededor del 0.03%; o altos, principalmente en África y Latinoamérica donde la prevalencia oscila entre 10-80% de la población (Sarti, 1997; Murrell, 2005; Unger *et al.*, 2008).

Durante los últimos 10 años, la tasa de prevalencia de cisticercosis bovina reportada en los Estados Unidos fue de 0.02%, Cuba de 0.1%, Guatemala 1.7%, Brasil 1-2%, Chile 1.6% y Argentina 0.6% (EFSA, 2004). A la fecha, en México no se cuenta con información disponible sobre los niveles de prevalencia de cisticercosis bovina o de la presencia de las formas adultas de *Taenia saginata* entre la población. Se calcula que a nivel mundial, unos 39 millones de personas están infestadas con *Taenia saginata*. Los factores de riesgo asociados a infestaciones por *Cisticerco bovis* en el ganado son personal que labora en explotaciones de ganado con sistemas de producción

intensivo y que son portadores de estados adultos de *Taenia saginata*. La falta de higiene sanitaria entre los trabajadores encargados de manipular los insumos utilizados para la alimentación del ganado, fecalismo por parte de humanos en pastizales, comederos, áreas de producción y otras zonas frecuentadas por el ganado; la utilización de aguas negras o contaminadas con agua de drenaje para regar poteros o pastizales, las cuales además de ser una fuente directa de huevos embrionados de *Taenia saginata*, pueden llegar a contaminar las fuentes de aprovisionamiento de agua de bebida tanto de animales como de humanos (CCMVSP, 2000; Murrel, 2005).

Inspección Sanitaria en Plantas Sacrificadoras

La inspección sanitaria de los animales de abasto es una de las razones fundamentales por los que el ganado debe ser clasificado en establecimientos autorizados para garantizar el manejo higiénico de productos de origen animal comestibles, así como establecer cuál debe ser el destino de los no comestibles (Larralde y Aluja, 2006). La inspección sanitaria del ganado sacrificado en los rastros tiene varios objetivos, entre los que sobresale la protección de la salud humana contra enfermedades transmitidas por alimentos, así la protección a la salud animal contra enfermedades de reporte obligatorio y padecimientos epizoóticos de importancia económica. La inspección de carnes debe seguir la metodología científica, la cual incluye la realización de la historia clínica del animal, seguida de la inspección *ante-mortem*, inspección *post-mortem*, diagnóstico presuntivo, diagnóstico

diferencial y diagnóstico definitivo; además del dictamen, disposiciones y medidas a tomar en caso de irregularidades (Ramírez, 2004).

Las plantas de sacrificio de animales de abasto, frigoríficos e industrializadoras de productos y subproductos cárnicos, tienen el propósito de asegurar la óptima calidad higiénico-sanitaria. Las plantas de sacrificio Tipo Inspección Federal (TIF), garantizan productos de óptima calidad higiénico-sanitaria con reconocimiento internacional, ya que cuentan con sistemas de inspección y controles de alto nivel que aseguran productos sanos, ya que los productos y subproductos de origen animal pueden ser una fuente de enfermedades zoonóticas y un mecanismo de transmisión de enfermedades infecciosas a otros animales, afectando la salud pública, la economía y el abasto nacional. Lo anterior, sustenta el hecho de contar con procesos estandarizados para la operación de los sistemas de inspección *ante-mortem* y *post-mortem* en todas las plantas sacrificadoras, frigoríficos, empacadoras y establecimientos industrializadores de productos y subproductos cárnicos del país (NOM-009-Z00-1994).

La inspección sanitaria se basa en un procedimiento de verificación sistemático y selectivo de los animales de abasto antes, durante y después del sacrificio en búsqueda de hallazgos patológicos a través de la inspección visual, palpación e incisión de diferentes órganos y tejidos. Para el diagnóstico de la cisticercosis bovina, el procedimiento indica la realización de dos incisiones profundas externas y una incisión interna en los músculos maseteros, paralelo a la mandíbula de la canal. El mismo procedimiento se

realiza en la lengua. En el corazón se realizan dos cortes en los ventrículos y se corta el septo interventricular. Posteriormente se prosigue con el examen visual del diafragma y el esófago en busca de elementos significativos, así con la asociación de los hallazgos de la inspección *ante-mortem* y *post-mortem* y se establece un dictamen con respecto a la aptitud de la canal, vísceras y demás tejidos para consumo humano (Moreno., 2006). De acuerdo a la normatividad, el hallazgo en bovinos de hasta cuatro cisticercos indica el saneamiento de la canal por congelación profunda a -10° C durante 10 días. En caso de detectarse más de cuatro cisticercos, el animal sacrificado y sus subproductos, se declaran no aptos para el consumo humano (Luengo, 2004). Si un órgano o parte de la res muestran numerosas lesiones causadas por parásitos, o si el nivel de la infestación es tal que la extirpación completa de los parásitos y las lesiones resulta difícil, éste órgano o parte se rechaza para la alimentación y los órganos de partes afectadas serán decomisadas y destruidas. Si los parásitos encontrados se distribuyen en la res de tal manera que la remoción de las lesiones causadas por ellos es impracticable, ninguna parte de la res será admitida para consumo humano (Speciale, 2001).

Diagnóstico de cisticercosis bovina

En la actualidad, el procedimiento de diagnóstico de cisticercosis más utilizado se basa en la inspección visual *post-mortem* en sitios anatómicos predeterminados con el propósito de detectar quistes en masas musculares y/o órganos de la canal que contienen cisticercos. A pesar de que la inspección visual *post-mortem* es utilizada para el diagnóstico de cisticercosis bovina en

plantas sacrificadoras de bovinos en casi todo el mundo, el procedimiento presenta bajos niveles de sensibilidad debido principalmente a la dificultad de identificar los quistes en músculos o vísceras del ganado, especialmente cuando el cisticerco se encuentra en estado vesicular, el cual es pequeño, de 1 a 5 milímetros de longitud y traslúcido, los que hace que se confunda fácilmente con la carne. También es frecuente que los cisticercos no estén presentes en las regiones anatómicas predeterminadas para la realización de la inspección visual; sin embargo, se ha comprobado que se pueden localizar grandes números de cisticercos en regiones distintas a las que son consideradas como sitios predilectos por el parásito (Boa et al., 2002; Wanzala et al., 2003).

Los órganos y tejidos que presentan mayor concentración de *Cisticerco bovis* son corazón, lengua, maseteros, diafragma y las masas musculares de los miembros anteriores y posteriores (Saini et al., 1996). La información sobre sitios específicos de ubicación anatómica de los cisticercos ha sido ampliamente reportada en África. Opara et. al. (2002) realizó un estudio sobre la incidencia de cisticercosis bovina en plantas sacrificadoras en Nigeria, examinando 25,800 canales de las cuales 15,480 (60%) resultaron positivas a *Cisticerco bovis*. La mayor frecuencia de cisticercos fue encontrada en la lengua, músculos maseteros y músculo cardíaco. En un estudio similar cuyo objetivo buscaba establecer la prevalencia de *T. saginata* y cisticercosis en el ganado sacrificado en rastros de la localidad de Awassa, en Etiopía, se encontró que de 400 canales examinadas a través del procedimiento de

inspección visual *post-mortem* en ocho sitios anatómicos diferentes, se localizaron un total de 500 quistes de *Cisticerco bovis* de los cuales 221 (44.2%) se encontraron en estado vesicular (viables). La región anatómica donde se encontró el mayor número de cisticercos fue el corazón con 65 (29.2%) con larvas en distintos estados de degeneración. Asimismo, Kebede et al. (2008) examinaron masas musculares y órganos de 11,227 canales en la localidad de Addis Ababa, en Etiopía, encontrando un total de 842 (7.5%) positivas a *Cisticerco bovis*; siendo la lengua, músculos maseteros, músculos cardíacos, tríceps y de la pierna los sitios con mayor frecuencia de hallazgo del parásito.

En México, el diagnóstico de la cisticercosis bovina se realiza con fundamento en la NOM-009-ZOO-1994 y consiste en la inspección visual *post-mortem* de las canales por un Médico Veterinario Zootecnista entrenado y acreditado para tal fin, el cual ejecuta cortes finos sobre masas musculares o vísceras consideradas como sitios tradicionales o de predilección para el alojamiento de cisticercos. Una limitante de la inspección visual *post-mortem* es su bajo nivel de sensibilidad, el cual ha sido estimado en alrededor de 50% ya que solo detecta casos en animales altamente infestados con quistes de gran tamaño que contienen cisticercos muertos, degenerados o calcificados (Boa et al., 2002; Wanzala et al., 2003). Asimismo, la detección de los cisticercos, independientemente de su localización, depende en gran medida de la experiencia del inspector sanitario, así como del estado de desarrollo del cisticerco. Es importante señalar que la inspección visual *post-mortem* detecta

la infestación por cisticercos solo después del sacrificio del animal, cuando resulta demasiado tarde para aplicar medidas preventivas o correctivas que ayuden a eliminar o reducir la carga de cisticercos en el animal y las lesiones causadas en las masas musculares (Minozzo et al., 2002; Wanzala et al., 2003).

Actualmente, existen alternativas a la inspección visual *post-mortem* para el diagnóstico de cisticercosis en el ganado dentro de las que se incluyen diversas pruebas serológicas basadas en la detección de antígenos y anticuerpos de *Cisticercos bovis*. Las pruebas serológicas que detectan antígenos de cisticercos son poco utilizadas debido a que los antígenos de secreción y excreción del parásito tienen una vida muy corta dentro del huésped, lo que dificulta su detección, sumado a la circunstancia que la producción de antígenos con aplicaciones diagnósticas provenientes de extractos crudos es sumamente limitada debido a la dificultad de obtener material fresco de forma constante y en cantidades suficientes para el diagnóstico de grandes números de muestras (Meza-Lucas y Aguilar, 2002; Ferrer, 2007; Fleury et al., 2007).

Las pruebas serológicas que detectan anticuerpos se basan principalmente en sistemas ELISA que emplean antígenos obtenidos a partir de extractos crudos de las distintas fases evolutivas del parásito con niveles de sensibilidad y especificidad variables aunque generalmente altos, pero que al igual que las pruebas basadas en antígenos, también existen dificultades

asociadas a la disponibilidad de fuentes de antígenos homogéneos para las pruebas serológicas (Nunez *et al.*, 2000; Soares *et al.*, 2006).

Ante la falta de disponibilidad de reactivos provenientes de parásitos frescos o sus fases evolutivas, la aplicación de técnicas de biología molecular para el desarrollo de reactivos con aplicaciones diagnósticas es considerada como la alternativa tecnológica y económica más viable para resolver la problemática del diagnóstico de cisticercosis en el ganado (Ferrer, 2007). El desarrollo de antígenos sintéticos con aplicaciones diagnósticas ha demostrado ser un proceso altamente eficiente para el desarrollo de antígenos de forma constante y homogénea, útiles para el desarrollo de pruebas de diagnóstico y escrutinio serológico para la detección de anticuerpos contra *Cisticerco bovis* en etapas tempranas de infección, permitiendo la aplicación de medidas sanitarias específicas para el control de esta parasitosis, así como la planeación de las estrategias industriales y comerciales más pertinentes para el sector ganadero.

Cisticercosis bovina en el municipio de Mexicali

A partir del año 2002, se presentó un incremento en la retención y decomiso de canales de bovino al ser diagnosticadas como positivas a cisticercosis en una de las plantas sacrificadoras Tipo Inspección Federal (TIF) del Valle de Mexicali, B.C. Desde entonces, las actividades de inspección sanitaria *post-mortem* para detectar la presencia de *Cisticerco bovis* en ese establecimiento se han reforzado, resultando en un incremento en el número de animales detectados positivos a la parasitosis. De esta forma, para el año

2008 se detectaron un total de 206 canales positivas a *Cisticerco bovis* solamente en esa planta TIF del Valle de Mexicali, ocasionando con esto pérdidas económica directas al productor calculadas en dos millones de pesos por concepto las canales decomisadas durante ese período.

A la fecha, no se cuenta con información disponible para el municipio de Mexicali que indique el número de explotaciones de bovinos de engorda cuyo ganado ha resultado positivo a cisticercosis durante la inspección post-mortem, el número de animales afectados, la ubicación y número de quistes encontrados, el estado de desarrollo o degeneración del parásito al momento de la inspección sanitaria o el destino final de las canales que resultaron positivas a cisticerco. Por lo anterior y como respuesta a la falta de información epidemiológica básica, se desarrolló el presente estudio con el propósito de establecer la prevalencia y los factores de riesgo asociados a la presencia de cisticercosis bovina en ganado sacrificado en las cuatro plantas TIF del municipio de Mexicali.

La información epidemiológica permitirá proponer sobre bases científicas las estrategias de diagnóstico más eficientes para el diagnóstico de la cisticercosis que permitan establecer la magnitud real de esta parasitosis como problema de salud pública, así como la planeación de las estrategias sanitarias, industriales y comerciales más pertinentes para el sector ganadera de la región y el país.

MATERIALES Y METODOS

Diseño del estudio

Se realizó un estudio epidemiológico observacional, transversal, descriptivo, para establecer la prevalencia y distribución de cisticercosis bovina en el municipio de Mexicali B.C. El estudio se desarrolló en las cuatro plantas sacrificadoras de bovinos TIF del municipio de Mexicali B.C.; en el Laboratorio de Parasitología de la Unidad de Laboratorios de Diagnóstico (ULADI) del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias (IICV) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC); y en el Laboratorio de Parasitología del Comité Estatal de Fomento y Protección Pecuaria de B.C. Las unidades de observación para establecer el índice de prevalencia en el municipio de Mexicali, B.C., fueron todas las canales detectadas con diagnóstico sugestivo o confirmado de cisticercosis bovina durante la inspección post-mortem durante el período comprendido entre el mes de Septiembre de 2008 y el mes de Septiembre de 2010.

Obtención de muestras

La toma de muestras se realizó durante la inspección *post-mortem* en cada planta TIF, tal y como lo describe la NOM-009-ZOO-1994. Brevemente, el inspector sanitario acreditado por SENASICA ejecuta cortes finos en músculos maseteros, lengua, corazón, hígado en busca de abultamientos o quistes detectables a la palpación o con la simple vista. La presencia de quistes o abultamientos en las masas musculares o tejidos inspeccionados fueron consideradas como lesiones sugestivas de cisticercosis e incluidas en el

estudio. Una vez establecida una lesión sugestiva, se procedió a tomar una muestra de la misma, seccionando una porción suficiente músculo o tejido para conservar el quiste o abultamiento intacto, el cual fue colocado en un envase plástico estéril para muestras biológicas con capacidad de 250 ml conteniendo 100 ml de una solución de alcohol al 70%. El envase conteniendo la muestra se rotulaba con un marcador indeleble con la información de identificación de la canal. Las muestras colectadas durante cada sesión de trabajo eran remitidas el mismo día al Laboratorio de Parasitología de la UABC o al Laboratorio de Parasitología del Comité Estatal de Fomento y Protección Pecuaria de B.C. para la confirmación del diagnóstico de cisticercosis.

Diagnóstico de cisticercosis por microscopía estereoscópica

En el laboratorio, las muestras remitidas de las plantas TIF como sugestivas a cisticercosis en la inspección *post-mortem* fueron analizadas por personal experto en el área de parasitología empleando microscopía estereoscópica para confirmar la presencia de cisticercosis y en su caso, realizar la identificación taxonómica de *Cisticerco bovis*. Brevemente, el procedimiento consistió en la realización de cortes con bisturí a la muestra remitida para identificar dentro del quiste, bajo el microscopio estereoscópico, estructuras compatibles con la larva de *Cisticerco bovis*. Para cisticercos vesiculares/viables el procedimiento consistió en identificar la presencia de una larva con escólex invaginado que al forzar la evaginación en solución de tripsina al 2% en solución salina de fosfatos, presentó cuatro ventosas sin rostelo ni ganchos. Para cisticercos degenerados/no viables, se buscó dentro

de la cápsula del quiste cisticercos evaginados, vestigios anatómicos de un escólex con cuatro ventosas sin rostelo ni ganchos, cuello, o pared capsular. Para cisticercos calcificados/no viables, se estableció la presencia de una cápsula quística en estado avanzado de mineralización con vestigios de una cavidad interna donde estuvo alojada el cisticerco (Boa et al., 2002; Minozzo et al., 2002; Wanzala et al., 2003). Los resultados del análisis de laboratorio fueron capturados como positivo o negativo a *Cisticerco sp.* en una base de datos Excel.

Prevalencia de cisticercosis

La prevalencia de cisticercosis para el municipio de Mexicali, B.C. se determinó dividiendo el número de animales con resultado laboratorio confirmado positivo a cisticercosis entre el número total de animales sacrificados durante el periodo del estudio (Martin, 1987).

Rastreabilidad de cisticercosis bovina

Para evaluar si el ganado con resultado positivo confirmado en el laboratorio fue infectado con cisticercos en el municipio de Mexicali, B.C., o si los animales venían infectados desde su lugar de origen, se aplicó el Formato de *Envío de Muestras para Diagnóstico de Cisticerco bovis*, diseñado por el Comité Estatal de Fomento y Protección Pecuaria de B.C. El formato contiene información sobre la fecha de introducción del ganado al municipio de Mexicali, B.C., el tipo de sistema de manejo de la explotación, número de identificación del animal, programa de sanidad animal, procedencia de los animales, tamaño y número del lote; corral de alojamiento, sexo y edad aproximada del animal. El

indicador de fecha de introducción del ganado al municipio de Mexicali, B.C., asociado al estado de viabilidad, degeneración o calcificación de los quistes diagnosticados como positivos a *Cisticerco sp.*, fueron empleados como parámetro para calcular la fecha aproximada de infestación y establecer si el animal fue infestado en su lugar de procedencia o en la localidad.

La edad de los cisticercos fue establecida de acuerdo a la siguiente clasificación:

Estado de desarrollo del cisticerco	Fecha aproximada de infección
Vesicular/viable	<3 meses
Degenerado/no viable	4-6 meses
Calcificado/no viable	>6 meses

RESULTADOS

Durante el periodo comprendido del mes de Septiembre de 2008 al mes de Septiembre de 2010 se sacrificaron un total de 498,183 bovinos en las cuatro plantas TIF del municipio de Mexicali, B.C. (Cuadro 1).

Durante ese lapso 1,185 bovinos fueron detectados como casos sugestivos durante la inspección *post-mortem* al presentar quistes o abultamientos característicos de cisticercosis en corazón, hígado, músculo masetero o lengua. De cada caso sugestivo se colectó una muestras del tejido sospechoso y fueron analizadas por personal del Laboratorio de Parasitología del Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la UABC o del Laboratorio de Parasitología del Comité Estatal de Fomento y Protección Pecuaria de B.C., donde fueron analizadas por microscopía estereoscópica para establecer el diagnóstico confirmatorio de *Cisticerco sp.* (Cuadro 2).

De los 1,185 casos sugestivos, 750 fueron confirmados como positivos a *Cisticerco sp.* Al dividir el número de casos confirmados por el laboratorio sobre el total de sacrificios realizados durante el periodo en las cuatro Plantas TIF, se obtiene que la prevalencia general de cisticercosis bovina es de 0.0015% para el municipio de Mexicali, B.C. (Cuadro 3), para una tasa general de 1.51 casos de cisticercosis por cada 1000 sacrificios realizados en las plantas TIF de la localidad (Cuadro 4).

De los 750 casos confirmados a *Cisticerco sp.*, la mayor cantidad se localizó en corazón con un total de 556 hallazgos que sumaron el 73% de los cisticercos detectados en este estudio. De ellos, 517 resultaron no viables y 39 viables en estado infectivo. En hígado, se encontraron 160 cisticercos que

sumaron el 21% del total de hallazgos de los cuales, 152 resultaron no viables y 8 fueron encontrados viables en estado infectivo. En músculo masetero se encontraron 30 cisticercos para sumar el 4% del total de hallazgos de los cuales, 21 resultaron no viables y 9 viables en estado infectivo; por último, en lengua se encontraron un total de 15 cisticercos para el 2% del total, de los cuales todos fueron encontrados en estado no viable (Cuadro 5).

De los 750 casos confirmados a *Cisticercos* *sp.* se logró recuperar 319 formatos completos de *Envío de Muestras para Diagnóstico de Cisticercos bovis*, diseñado por el Comité Estatal de Fomento y Protección Pecuaria de B.C. De los 319 formatos completos se pudo establecer que 278 casos (87%), correspondían a animales que provenían de una entidad federativa distinta a Baja California y que solo 41 casos (13%), correspondían a animales criados y engordados en el estado de Baja California (Cuadro 6).

Cuadro 1.- Ganado sacrificado y casos positivos a *Cisticerco* sp. por planta TIF del municipio de Mexicali, B.C.

Planta	2008	2009	2010	Total por Planta TIF
TIF 54	17/31635	9/33747	7/33615	33/98997
TIF 120	12/136437	76/138342	308/147840	396/422619
TIF 301	206/79369	205/61045	145/50258	556/190672
TIF 511	N/A*	N/A*	48/11712	48/11712
Totales	235/247441	290/233134	508/243425	879/724000

*N/A. La Planta TIF 511 inició operaciones en 2010.

Cuadro 2.- Frecuencia de casos positivos a *Cisticercos* sp . por planta TIF del municipio de Mexicali, B.C.

Septiembre de 2008 a Septiembre de 2010

Planta	Sacrificios	Positivos
TIF 54	69503	20
TIF 120	294701	311
TIF 301	125195	383
TIF 511	8784	36
Total	498,183	750

Cuadro 3.- Tasa de prevalencia de *Cisticerco sp.* en el municipio de Mexicali, B.C.

Septiembre de 2008 a Septiembre de 2010

n=498,183

Sacrificios del periodo	Positivos	Prevalencia
498,183	750	0.0015 %

Cuadro 4.- Tasa de prevalencia de *Cisticerco sp.* por cada 1000 sacrificios por planta TIF y total en el municipio de Mexicali, B.C.

Septiembre de 2008 a Septiembre de 2010

N=498,183

Planta	Positivo	Tasa/1000 sacrificios
TIF 54	20/69,503	0.29
TIF 120	311/294,701	1.06
TIF 301	383/125,195	3.06
TIF 511	36/8,784	4.10
Total	750/498,183	1.51

Cuadro 5.- Hallazgos de *Cisticerco sp.* por sitio anatómico

Septiembre de 2008 a Septiembre de 2010

Localización	Viable	No viable	Acumulado
Corazón	39 (7%)	517 (93%)	556 (73%)
Hígado	8 (5%)	152 (95%)	160 (21%)
Masetero	9 (29%)	21 (71%)	30 (4%)
Lengua	0 (0%)	15 (100%)	15 (2%)
Totales	68 (9%)	693 (91%)	761 (100%)

Cuadro 6.- Rastreabilidad de casos confirmados de *Cisticerco sp.*

Procedencia	Casos
Baja California	41 (13%)
Otra entidad federativa	278 (87%)

DISCUSIÓN

El índice de prevalencia de *Cisticercos* *sp.* establecido para bovinos de abasto en el municipio de Mexicali, B.C., significa el primer dato epidemiológico reportado en México que presenta evidencia científicamente sustentada de la presencia de una parasitosis zoonótica con implicaciones tanto para la salud pública como para el comercio nacional e internacional de la carne de bovino que se produce en la región.

La prevalencia establecida de 0.0015% con respecto al total de animales sacrificados durante los años 2008 a 2010 es comparable con la reportada para países con economías avanzadas, donde la tasas de prevalencia de cisticercosis varía del 0.001 al 6.8 % (SCVPH 2000), sin embargo, esas estimaciones epidemiológicas sugieren que la prevalencia real de la cisticercosis puede llegar a ser hasta diez veces mas alta que los parámetros establecidos (Onyango-Abuge et al. 1996; Dorny et al 2004). Lo anterior es de especial importancia para el caso de economías emergentes, como la nuestra, donde no se cuenta con información sistematizada sobre la prevalencia de cisticercosis en bovinos de engorda y la información que se genera no es constante ni uniforme para ninguna de las entidades federativas de México, lo que produce una subestimación de la magnitud real del problema de teniasis entre la población humana en nuestro país.

Los resultados de los hallazgos de cisticercos por localización anatómica indican que el corazón fue el sitio donde más frecuentemente se confirmó la presencia del parásito, seguida del hígado, músculo masetero y lengua, lo cual coincide con los reportes de Boa et al. (2002), Minozzo et al. (2002) y Wanzala et al. (2003); quienes en distintos experimentos consistentes en la infección natural y experimental con cisticercos y empleando el procedimiento de disección total para contabilizar la cantidad de larvas y quistes de cisticercos desarrollados en los animales infectados, demostraron una distribución similar de parásitos a la reportada en este estudio. De los cisticercos encontrados en esas regiones anatómicas, mas del 90% se encontraron en distintos grados de degeneración o mineralización, sin capacidad infectante y solo una fracción de los cisticercos encontrados, alrededor del 5%, se encontraron en estado vesicular, con capacidad de producir teniasis en un huésped susceptible si esa carne hubiera llegado al consumidor. Estos datos difieren de los hallazgos hechos por los autores arriba mencionados, donde a la inspección *post-mortem*, la mayoría de los cisticercos localizados en músculos o vísceras se fueron encontrados en estado vesicular y con capacidad de producir teniasis en huéspedes susceptibles.

A pesar que el municipio de Mexicali, B.C. es una importante zona de engorda de ganado basada en su mayoría en sistemas de explotación intensiva, la mayoría del ganado (87%) es importado de otras entidades federativas del país y solo una fracción (13%) es producida en el estado. Al hacer el análisis sobre frecuencia de casos positivos a cisticercosis y la

procedencia del ganado se observa que los estados de Durango, Sonora, Coahuila y Baja California, presentaron el mayor número de canales positivas a cisticercosis en este estudio. Lo anterior, sustenta el hecho que la mayoría de los casos de cisticercosis bovina detectados y reportados en Baja California provienen de otros estados de la república, sin embargo, es evidente que en Baja California se tiene un problema de teniasis en la población humana al ser uno de los estados de procedencia del ganado con mayor frecuencia de casos positivos a cisticercosis.

Si bien la prevalencia encontrada en este estudio para el ganado de abasto en el municipio de Mexicali, B.C. puede parecer baja, es importante considerar que la inspección *post-mortem* para diagnóstico de cisticercosis tiene una sensibilidad menor al 50% (Boa et al., 2002; Wanzala et al., 2003), lo que sugiere que constantemente un número indeterminado de canales pasan la inspección *post-mortem* como libres de cisticercos y esa carne se distribuye y consume los mercados nacionales e internacionales, elevando el riesgo de transmisión zoonótica del cisticerco a través de carne infectada y el desarrollo de teniasis entre la población consumidora de carne fresca.

El proceso de inspección *post-mortem* como medida de detección de canales infectadas con cisticercos es la única medida sanitaria aprobada por la autoridad, a través de la NOM-009-ZOO-1994, para romper el ciclo de vida del parásito. La notificación y elaboración de reportes de hallazgos de casos de cisticercosis en el ganado significan el punto de partida para la informar a criadores y engordadores de la presencia del problema en sus explotaciones;

sin embargo, es evidente que los procesos de inspección y notificación de casos positivos no es uniforme entre en las plantas TIF del municipio de Mexicali. El número de casos reportados y la prevalencia son del orden del 0.29, 1.06, 3.06 y 4.10 por ciento para cada una de las cuatro plantas TIF de la localidad, no obstante que el personal sanitario responsable de realizar la inspección sanitaria *post-mortem* posee entrenamiento y experiencia similares para detectar la cisticercosis en el ganado de abasto y las condiciones de los sistemas de explotación en confinamiento total, el tipo de alimentación, insumos, procedencia de los animales y manejo sanitario son muy similares entre los engordadores de bovinos de la región. Lo anterior, sugiere que el sistema y los protocolos de inspección sanitaria *post-mortem* son concebidos, implementados y aplicados con criterios poco uniformes entre las distintas plantas TIF de la región.

Los bajos niveles de sensibilidad inherentes a la inspección *post-mortem*, sumado a la baja tasa de detección y reporte de esta parasitosis en algunas de las plantas TIF locales, generan un área de oportunidad para la introducción e instrumentación de procedimientos de diagnóstico de cisticercosis basados en tecnologías modernas, que permitan elevar los niveles de sensibilidad y por tanto el número de detección de canales infectadas con cisticercos. En la actualidad, la tecnología disponible en materia de diagnóstico inmunológico para detectar antígenos o anticuerpos de teniasis o cisticercosis ofrece no solo procedimientos de diagnóstico con mejores niveles de sensibilidad sino que además, tienen la capacidad para detectar la presencia

de *Cisticerco bovis* en etapas tempranas de infección, cuando el ganado se encuentra en pradera o corral, mucho antes que los animales sean finalizados y enviados al rastro, permitiendo la implementación de las estrategias sanitarias de tratamiento antiparasitario más adecuadas, así como la opción para decidir el destino industrial y comercial más pertinente de aquellos casos sugestivos o positivos a cisticercosis en beneficio de la ganadería de engorda regional, reflejándose en una mayor calidad e inocuidad de la carne que consume la población en general.

Además de la pertinencia de introducir e instrumentar metodologías modernas para hacer más eficiente el diagnóstico de cisticercosis en el ganado, es de suma importancia promover estrategias para desarrollar e instrumentar un sistema de identificación de animales de abasto a nivel nacional que permita la rastreabilidad de cada unidad animal hasta su lugar de origen. En conocimiento de la procedencia del ganado que se engorda en el municipio de Baja California, especialmente si la región de donde proviene el ganado es considerada como zona endémica, de alta o baja prevalencia, etc., permitiría a la ganadería local planear e implementar medidas sanitarias preventivas desde el inicio del proceso productivo. En ese sentido, la participación de la autoridad de sanidad animal tiene un papel muy importante y las estrategias de rastreabilidad del ganado relativamente eficientes; sin embargo, es la autoridad encargada de la salud humana a quien el gremio veterinario necesita sensibilizar para que se adopten las medidas sanitarias correspondientes para reducir la prevalencia *Tenia saginata* en la población

general, particularmente en zonas endémicas y romper el ciclo natural de esta parasitosis. La reducción de la prevalencia de *Tenia saginata* en el hospedero definitivo tendrá un efecto directo sobre la prevalencia de cisticercosis bovina en el ganado.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo establecen una prevalencia de cisticercosis de 0.0015 % en bovinos de abasto que se engordan y sacrifican en plantas TIF del municipio de Mexicali, B.C. El indicador de prevalencia es el primero que se genera para el estado de Baja California y es similar a los reportados por países con baja prevalencia de cisticercosis bovina.

Los resultados del estudio indican que la mayoría del ganado que resultó positivo a cisticercosis provenía de otras entidades federativas del país, sin embargo, la fracción de ganado criado en Baja California significó uno de los principales estados generadores de casos positivos a la parasitosis, lo que indica la presencia de *Tenia saginata* en la población humana del estado.

Los distintos niveles de prevalencia de cisticercosis detectados por cada planta TIF sugieren que los protocolos de inspección sanitaria post-mortem no se aplican de forma uniforme y que el sistema de registro y notificación de casos positivos al parásito es inconsistente, generando sub-registro y falta de reconocimiento del problema por parte de la autoridad tanto de salud animal como de salud humana, repercutiendo en la aplicación de las medidas de control apropiadas.

La inspección sanitaria post-mortem es un procedimiento que ofrece bajos niveles de sensibilidad para detectar la cisticercosis en el ganado. Es necesario modernizar las actividades de diagnóstico de la cisticercosis bovina sustituyendo la inspección sanitaria *post-mortem* por tecnologías modernas con mejores niveles de sensibilidad, capaces de detectar esta parasitosis en etapas

tempranas de infección, que permitan la implementación de las estrategias sanitarias más adecuadas.

La cisticercosis bovina es un problema de salud pública que no es reconocido por las autoridades de sanidad animal y ni por las autoridades de salud humana. La presencia de *Tenia saginata* en la población de Baja California se confirma con el hallazgo de casos positivos de cisticercosis bovina en ganado criado, engordado y sacrificado en el estado.

LITERATURA CITADA

- Aluja S. A. y A. N. M. Villalobos. 2000. Cisticercosis por *Taenia solium* en cerdos de México. *Vet. Mex.* 31(3):239-244.
- Aluja, S., A.; Carrillo Mezo, R., A Chavarría, Escobar, A., A. Flisser, Fleury, A.; Fragoso, Laclette, P., J. Larralde, Sciutto C., E. Sotelo, J. P. Vargas, L., K. Willms. 2006. Cisticercosis: guía para profesionales de la salud. <http://www-lab.biomedicas.unam.mx/cistimex/s1.html>. 13 Nov.08
- Boa M. E., A. A. Kassuku, A. L. Willingham III, J. D. Keyyu, I. K. Phiri and P Nansen. 2002. Distribution and density of cysticerci of *Taenia solium* by muscle groups and organs in naturally infected local finished pigs in Tanzania. *Veterinary Parasitology* 106: 155-164.
- Carabin H., R. C. Krecek, L.D. Cowan, L. Michael, H. Foyaca-Sibat, T. Nash and A. L. Willingham III. 2006. Estimation of the cost of *Taenia solium* cysticercosis in Eastern Cape Province, South Africa. *Tropical Medicine and International Health* 11: 906-916.
- CCMVSP 2000. Opinion of the scientific committee on veterinary measures relating to public health. The control of taeniosis/cysticercosis in man and animals. European Commission Health & Consumer Protection Directorate-General.
- Dorny P., I. K. Phiri, J. Vercruyse, S. Gabriel, A. L. Willingham III, J. Brandt, B. Victor, N. Speybroeck and D. Berkvens. 2004. A Bayesian approach for estimating values for prevalence and diagnostic test characteristics of porcine cysticercosis. *International Journal of Parasitology* 34: 569-576.
- EFSA. 2004. Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on the suitability details of freezing methods to allow human consumption of meat with *Trichinella* or *Cysticercus*1.
- Ferrer E. 2007. Teniasis/Cisticercosis: del diagnóstico convencional al diagnóstico molecular. *Salus* 11(1):57-61.
- Fleury A., M. Hernandez, M. Avila, G. Cardenas, R. J. Bobes, M. Huerta, G. Fragoso, L. Uribe-Campero, L. J. Harrison, R. M. Parkhouse and E. Sciutto. 2007. Detection of HP10 antigen in serum for diagnosis and follow-up of subarachnoidal and intraventricular human neurocysticercosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 78: 970-974.

- Garza-Rodríguez A., P. Maravilla, F. Mendlovic, P. Mata-Miranda, L. Robert and A. Flisser. 2007. Lack of postmortem digestion of tapeworms in golden hamsters experimentally infected with *Taenia solium*. *Veterinary Parasitology*. 145 (2007):172-175.
- Hancock, K., Khan, A., Williams, F. B., Yushak, M. L., Pattabhi, S., Noh, J., and Tsang, V. C. (2003): Characterization of the 8-kilodalton antigens of *Taenia solium* metacestodes and evaluation of their use in an enzyme-linked immunosorbent assay for serodiagnosis. *J Clin Microbiol* 41, 2577-86.
- Larralde, C. y A. S. de Aluja. 2006. Cisticercosis. Guía para profesionales de la salud .Secretaria de Salud, Instituto Nacional de Salud Publica, Fundacion Mexicana para la Salud, 252 p.
- Luengo J. 2004. Aspectos reglamentarios sobre funcionamiento de mataderos: control médico veterinario de las carnes Departamento de Medicina Preventiva Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.
- Kebede N., G. Tilahun and A. Hailu. 2008 Current status of bovine cysticercosis of slaughtered cattle in Addis Ababa Abattoir, Ethiopia. *Trop Anim Health Prod*.
- Martin, S W, Meek AH, Willeberg P.1987. *Veterinary Epidemiology; principles and methods*. Ed. Iowa State University Press. USA. 343 pp.
- Mayta H., R. H. Gilman, E. Prendergast, J. P. Castillo, Y. O. Tinoco, H. H. García, A. E. Gonzalez, and C. R. Sterling. 2008. Nested PCR for Specific Diagnosis of *Taenia solium* Taeniasis. *Journal of Clinical Microbiology*. 46(1):286-289.
- Meza-Lucas A. y F. R. Aguilar. 2002. Teniasis humana por *Taenia solium*. *Rev. Mex. Patol. Clin.* 49(2): 92-99.
- Minozzo J.C., R. L. Ferreira Gusso, E. A. Castro, O. Lago and V.T. Soccol. 2002. Experimental bovine infection with *Taenia saginata* eggs: recovery rates and cysticerci location. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 45(4): 451-455.
- Moreno G. 2006. Higiene e inspección de Carnes-1 Procedimientos recomendados e interpretación de la normativa legal. Ediciones Díaz de Santos. p.340.

- NOM-009-Z00-1994 Norma Oficial Mexicana, Proceso sanitario de la carne. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/NOM/009zoo.pdf>. 2 de junio 2009.
- Nunez C. M., G. F. Biondi, M. B. Heinemann and L. J. Richtzenhain. 2000. Comparative evaluation of an indirect ELISA test for diagnosis of swine cysticercosis employing antigen from *Taenia solium* and *Taenia crassiceps* metacestodes. *Veterinary Parasitology* 93: 135-140.
- Onyango A. J. A. , G. Hughes , Opicha M., K. M. Nginyi , Rugutt M. K. , S. H. Wright , Harrison L.J. 1996. Diagnosis of *Taenia saginata* cysticercosis in Kenyan cattle by antibody and antigen ELISA. *Vet Parasitol.* 61(3-4):221-230
- Opara, M. N., U. M. Ukpong, I. C Okoli and J. C. Anosike 2002. Cysticercosis of slaughter cattle in southeastern Nigeria. *Ann N Y Acad Sci.* 1081:339-46.
- Phiri, A.M. 2006. Common conditions leading to cattle carcass and offal condemnations at 3 abattoirs in the Western Province of Zambia and their zoonotic implications to consumers. *Journal of South African Veterinary Association* 77: 28-32.
- Ramirez, A. A.2004. Inspección Sanitaria de Animales de Abasto. UDG. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Zapopan Jalisco, p. 38.
- Rébak, G.; Brenn, G.; Cedrés, J. Prevalencia de cisticercosis bovina en un frigorífico de Corrientes. Cátedra Tecnología de la Carne y Derivados. Facultad de Ciencias Veterinarias. UNNE. Sargento Cabral 2139 (3400) Corrientes. Argentina. TE: (03783) 425753-int 145.
- Rodríguez-Canul. R., A. Fraser, J. C. Allan, J. L. Domínguez,-Alpizar, F. R. Arguez, and P. S. Craig. 1999. Epidemiological Study of *Taenia solium* taeniasis/cisticercosis in a rural village in Yucatan state, Mexico. *Ann. Trop. Med. Parasitol.* 93(1):57-67.
- Saini, P., D.Werbert and P.Mccaskey 1996. Food Safety and Regulatory Aspects of Cattle and Swine Cisticercosis. *J. Food Prot* 60(2): 447-453.
- Sarti E. 1997. LA TENIOSIS Y CISTICERCOSIS POR TAENIA SOLIUM. *Salud pública de México* 39(3):225-231.
- Soares K. A., M.R.M. Silva y A. A. M Maia. 2006. Inmunodiagnóstico da cisticercose em suíno experimentalmente infectado com ovos de *Taenia solium*, tilizando antígeno de escólex de *Cysticercus cellulosae*. *Arq. Bras.Med. Vet. Zootec.* 58(1):15-20.

- Speciale, F. 2001. Industria e inspección de carne y derivados de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la UNAM Enfermedades parasitarias transmitidas por la carne. <http://www.lamejorcarne.com/enferm.htm>.
- Unger F., S. Munstermann, D. Carayol, T. Marcotty and S. Geerts. 2008. Bovine Cysticercosis in the Gambia. *Revue Élev. Méd. Vét. Pays trop.* 61(1):15-17.
- Wanzala W., J. A. Onyango-Abuje, E. K. Kang'ethe, K. H. Zessin, N. M. Kyule, M. P. Baumann, H. Ochanda and L. J. Harrison. 2003. Control of *Taenia saginata* by post-mortem examination of carcasses. *African Health Science* 3: 68-76.