

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA



POSGRADO INTERINSTITUCIONAL EN CIENCIAS PECUARIAS

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**

DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS

TESIS

**“DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA VIABILIDAD DE *Trichinella spiralis* EN
CARNE DE CERDO SOMETIDA A DIFERENTES CONDICIONES DE MANEJO Y
CONSERVACIÓN”**

QUE PRESENTA

M.V.Z. MIRIAM SUSANA MEDINA LERENA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS PECUARIAS

TUTOR: DR. AGUSTÍN RAMÍREZ ÁLVAREZ

COMITÉ TUTORAL:

**DR. ARTURO GERARDO VALDIVIA FLORES
DR. LUIS JORGE GARCÍA MÁRQUEZ**

ASESORES:

**DR. MICHAEL KÜHNE
DRA. DELIA GUILLERMINA GONZÁLEZ AGUILAR
M.C. SILVIA RUALCABA BARRERA
M.C. CARLOS PACHECO GALLARDO**

LAS AGUJAS, NEXTIPAC, ZAPOPAN, JAL., DICIEMBRE DE 2007

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA



POSGRADO INTERINSTITUCIONAL EN CIENCIAS PECUARIAS

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS

TESIS

**"DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA VIABILIDAD DE *Trichinella spiralis* EN
CARNE DE CERDO SOMETIDA A DIFERENTES CONDICIONES DE MANEJO Y
CONSERVACIÓN"**

QUE PRESENTA

M.V.Z. MIRIAM SUSANA MEDINA LERENA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS PECUARIAS

TUTOR: DR. AGUSTÍN RAMÍREZ ÁLVAREZ

COMITÉ TUTORAL:

**DR. ARTURO GERARDO VALDIVIA FLORES
DR. LUIS JORGE GARCÍA MÁRQUEZ**

ASESORES:

**DR. MICHAEL KÜHNE
DRA. DELIA GUILLERMINA GONZÁLEZ AGUILAR
M.C. SILVIA RUVALCABA BARRERA
M.C. CARLOS PACHECO GALLARDO**

LAS AGUJAS, NEXTIPAC, ZAPOPAN, JAL., DICIEMBRE DE 2007

POSGRADO INTERINSTITUCIONAL EN CIENCIAS PECUARIAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES
UNIVERSIDAD DE COLIMA
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

TESIS

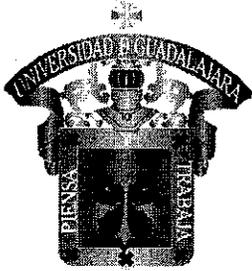
“DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA VIABILIDAD DE *Trichinella spiralis* EN CARNE DE CERDO SOMETIDA A DIFERENTES CONDICIONES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN”

QUE PRESENTA

M.V.Z. MIRIAM SUSANA MEDINA LERENA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS PECUARIAS

LAS AGUJAS, NEXTIPAC, ZAPOPAN, JAL., DICIEMBRE DE 2007



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS

COORDINACIÓN DE POSGRADO



COORDINACIÓN DE POSGRADO DE LA
DIVISION DE CIENCIAS VETERINARIAS
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE.

Por este conducto nos permitimos enviar la VERSION FINAL DE TESIS que desarrolló la pasante de Maestría en Ciencias Pecuarias de la Universidad de Guadalajara **M.V.Z. Miriam Susana Medina Lerena**, cuyo título es:

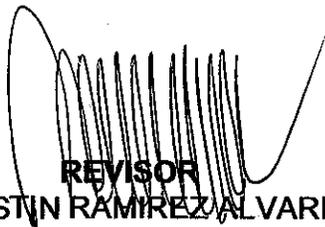
"DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA VIABILIDAD DE *Trichinella spiralis* EN CARNE DE CERDO SOMETIDA A DIFERENTES CONDICIONES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN"

Trabajo dirigido por: **Dr. Agustín Ramírez Alvarez**

Los que suscriben la presente avalan esta versión, la cual fue revisada y reúne los requisitos teóricos y metodológicos necesarios.

ATENTAMENTE

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 7 de Diciembre del 2007.


REVISOR

DR. AGUSTÍN RAMÍREZ ALVAREZ


REVISOR

DR. ARTURO G. VALDIVIA FLORES


REVISOR
DR. LUIS JORE GARCÍA MARQUEZ

DEDICATORIAS

Quiero dedicar este trabajo:

A toda mi familia por todo el cariño y respeto que me ha brindado a lo largo de toda mi vida. Al mismo tiempo por su apoyo que creo y estoy segura lo seguirá haciendo.

Al M.V.Z. Francisco Reynoso Dueñas por todo su valioso apoyo y su gran dedicación en todos estos años, además de su ayuda incondicional y por todas las cosas que me ha enseñado y me ha mostrado y por alentarme a seguir adelante en todos los aspectos de mi vida.

A una personita que quiero mucho y que me ha alentado a continuar con mi superación y a la que quiero mucho, aunque aun no esta conmigo.

A todos mis amigos y colegas que los quiero mucho, por su ayuda a lo largo de mis estudios, así como sus consejos y por todo el tiempo que me han dedicado en algunas etapas de mi vida.

A mis asesores de trabajo de tesis por su valiosa ayuda y por todo el tiempo que me dedicaron a lo largo de todo el proyecto.

A todos mis maestros y colegas que no aparecen aquí pero que siempre los recuerdo como un aliento para seguir adelante en mi formación profesional.

De todo corazón,
Miriam Susana Medina Lerena.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer:

A todas las universidades que forman parte del Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias por darme la oportunidad de continuar con mi desarrollo profesional. Especialmente a la Universidad de Guadalajara por esa oportunidad de formar parte de ella.

Al Comité Tutorial conformado por mi director de tesis Dr. Agustín Ramírez Álvarez y por los doctores Arturo G. Valdívía Flores y Luis Jorge García Márquez, por su valiosa colaboración en la revisión y sus muy acertadas sugerencias y comentarios que me llevaron a enriquecer y finalizar este mi trabajo final.

Al M. en I.B.B. Jorge Luis de la Rosa Arana, por su valiosa e inigualable ayuda, apoyo y dedicación y por el gran conocimiento que me ha generado en estos últimos años.

Al M.C. Alberto Casillas Benítez por su valiosa ayuda y por ser uno de mis mejores maestros y amigos, además colega.

Al Dr. David Román Sánchez Chípres por su desinteresada ayuda y por todo el apoyo que me brindo con los cerdos.

A las Q.F.B. Concepción Franco Ramos y Robertina Marín Buriel por su valiosa ayuda en el soporte técnico que nos brindaron.

A mis tesistas de licenciatura por su valiosa ayuda y por formar parte de mi proyecto.

Y a todas aquellas personas que no aparecen pero que dedicaron parte de su tiempo y ayuda en la realización de este trabajo.

Gracias a todos ellos,
Miriam Susana Medina Lerena.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
PORTADA	i
PORTADILLA	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
SIGLAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Justificación	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. <i>Trichinella spiralis</i>	3
2.2. Taxonomía	3
2.3. Ciclo epidemiológico	4
2.4. Ciclo biológico	6
2.5. Patología y patogenia la triquinosis en humanos	8
2.5.1. Fases de la triquinosis en humanos	8
2.5.2. Fases de la triquinosis en animales	9
2.6. Formas de detección de <i>Trichinella spiralis</i>	9
2.7. Resistencia de las larvas	11
2.8. Control de la triquinosis	12
2.9. Antecedentes	13
2.10. La triquinosis en el mundo	15
2.10.1. La triquinosis en Europa	15
2.10.2. La triquinosis en Asia	16
2.10.3. La triquinosis en América	16
2.10.4. La triquinosis en México	17
3. HIPÓTESIS	20
4. OBJETIVOS	21
5. MATERIALES Y MÉTODOS	22
6. RESULTADOS	28
7. DISCUSIÓN	41
8. CONCLUSIONES	45
9. LITERATURA CITADA	46
10. ANEXOS	55

ÍNDICE DE CUADROS

	Contenido	Página
2.2.1.	Especies del género <i>Trichinella</i>	4
2.10.4.1.	Casos de Triquinosis por fuente de notificación Estados Unidos Mexicanos 2002	18
5.1.1.	Sacrificio para detección de <i>Trichinella spiralis</i> de ratas (n=3)	23
5.2.1.	Detección de anticuerpos de <i>Trichinella spiralis</i> en cerdos por técnica de ELISA (n=4)	24
5.3.1.	Carne de cerdo sometida a congelación y refrigeración para observar la viabilidad de <i>Trichinella spiralis</i> (n=96)	25
5.3.2.	Carne de cerdo sometida a secado en estufa 54°C y 60°C/24 hrs. para observar la viabilidad de <i>Trichinella spiralis</i> (n=48)	25
5.3.3.	Carne de cerdo adobada para observar la viabilidad de <i>Trichinella spiralis</i> (n=48)	26
5.3.4.	Carne de cerdo sometida a curado para observar la viabilidad de <i>Trichinella spiralis</i> (n=48)	26
6.3.1.1.	Viabilidad de <i>Trichinella spiralis</i> en carne de cerdo sometida a congelación a -18°C y -20°C	30
6.3.2.1.	Viabilidad de <i>Trichinella spiralis</i> en carne de cerdo sometida a refrigeración 0°C y 4°C	32
6.3.3.1.	Viabilidad de <i>Trichinella spiralis</i> en carne de cerdo sometida a 54°C y 60°C /24hrs	33
6.3.4.1.	Viabilidad de <i>Trichinella spiralis</i> en carne de cerdo adobada en refrigeración a 4°C	35
6.3.5.1.	Viabilidad de <i>Trichinella spiralis</i> en carne de cerdo sometida a curado en refrigeración a 0°C y 4°C	36
6.3.6.1.	Viabilidad de las larvas de <i>Trichinella spiralis</i> recuperadas en los diferentes tratamientos	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	página
2.4.1. Ciclo de vida de la <i>Trichinella spiralis</i>	7
6.1.1. Número de larvas obtenidas de la infección experimental en ratas Wistar por compresión (n=3) (P = 0.841)	28
6.3.1.1. Número de larvas muertas encontradas en carne de cerdo al día 15 en congelación por digestión artificial. -18°C (P = 0.169); -20°C (P = 0.226)	31
6.3.2.1. Número de larvas viables en refrigeración a 0°C y 4°C por digestión artificial, 0°C (P = 0.609); 4°C (P = 0.784)	32
6.3.3.1. Número de larvas muertas encontradas en carne de cerdo al día 15 en secado por digestión artificial. 54°C (P = 0.089); 60°C (P = 0.334)	34
6.3.4.1. Número de larvas viables encontradas en carne de cerdo con dos tipos de adobo por digestión artificial. Adobo tipo 1 (P = 0.814); adobo tipo 2 (P = 0.439)	35
6.3.5.1. Número de larvas viables encontradas en carne de cerdo sometida a curado por digestión artificial, 1 Curado 0°C (P = 0.991); 2 Curado 4°C (P = 0.350)	37
6.3.6.1. Larvas de <i>Trichinella spiralis</i> obtenidas de diafragma de ratón, por compresión observadas al microscopio óptico de luz a 10X	38
6.3.6.2. Larvas de <i>Trichinella spiralis</i> obtenidas de diafragma de ratón, por compresión observadas al microscopio óptico de luz a 40X	39
6.3.6.3. Larvas de <i>Trichinella spiralis</i> obtenidas de diafragma de ratón, por compresión observadas al microscopio óptico de luz a 10X	39
6.3.6.4. Larvas de <i>Trichinella spiralis</i> obtenidas de diafragma de ratón, por compresión observadas al microscopio óptico de luz a 10X	40

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Contenido	página
6.3.6.2. Presencia de anticuerpos tras la infección experimental de cerdos con larvas de <i>Trichinella spiralis</i> por ELISA (n=3). Densidad óptica, De 0.0 a 0.3 D.O. = negativo, > 0.5 D.O.= positivo	29

ÍNDICE DE ANEXOS

	contenido	página
I	Técnica de digestión para la identificación de triquina en músculo	55
II	Registros de casos de Triquinosis en México por parte de la Dirección General de Epidemiología / SSA	58

ABREVIATURAS Y SIGLAS

CEESLAB	Centro Estatal de Laboratorios
cm ²	Centímetros cuadrados
D.O.	Densidad Óptica
ELISA	Ensayo de inmunoabsorción enzimática
Fig.	Figura
g	Gramo
kDA	Kilodalton
kg	Kilogramo
HCl	Ácido clorhídrico
IET	Inmunolectrotransferencia
IgG	Inmunoglobulina G
INBRE	Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos
LM	Larvas musculares
M. C.	Maestro en Ciencias
ml	Mililitro
mm	Milímetro
nm	Nanómetro
NOM	Norma Oficial Mexicana
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal
PCR	Reacción en Cadena de la Polimerasa
M.V.Z.	Médico Veterinario Zootecnista
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural Pesca y Alimentación
SENASA	Sistema Nacional de Sanidad Animal
SINAVE	Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica
SSA	Secretaría de Salud
UE	Unión Europea
°C	Grados centígrados

“DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA VIABILIDAD DE *Trichinella spiralis* EN CARNE DE CERDO SOMETIDA A DIFERENTES CONDICIONES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN”

RESUMEN

Medina Lerena Miriam Susana, Ramírez Álvarez Agustín, Kühne Michael, González Aguilar Delia Guillermina, Ruvalcaba Barrera Silvia, Pacheco Gallardo Carlos.

La triquinosis es una enfermedad parasitaria zoonótica de amplia distribución mundial producida por larvas y adultos del nemátodo *Trichinella spiralis*. Afecta a los animales domésticos y silvestres, puede transmitirse al hombre por la ingestión de carne cruda o mal cocinada procedente de animales parasitados. En México la Norma Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004, establece que la carne de cerdo debe estar libre de *Trichinella spiralis*, para considerarse apta para consumo humano. El objetivo del presente trabajo fue determinar la viabilidad de larvas musculares de *Trichinella spiralis*, luego de someter carne de cerdo infectada experimentalmente, a diferentes procedimientos de conservación. Se utilizaron tres cerdos machos destetados, los cuales se infectaron por vía oral a través de la ingesta de carne de rata infectada experimentalmente. Cada cerdo consumió en promedio 5,000 larvas. Adicionalmente se conservó un cerdo como testigo. Los cerdos se mantuvieron durante 105 días, hasta que alcanzaron los 90 Kg de peso y posteriormente fueron sacrificados. Para monitorear el progreso de la infección, se determinó la presencia de anticuerpos, tomando cada 15 días una muestra de sangre por punción en la vena yugular. Se encontraron anticuerpos en los tres cerdos objeto de prueba. La respuesta inmunológica manifestada por los niveles de anticuerpos se mantuvo durante los 105 días hasta el sacrificio. Ninguno de los cerdos infectados presentó signos clínicos de la parasitosis durante el experimento. Para los tratamientos (congelación, refrigeración, secado, adobado y curado) se utilizaron los músculos del diafragma, de la base de la lengua y maseteros entre otros. Antes de iniciar cada tratamiento, se realizó una prueba de digestión artificial para observar el movimiento larvario. La carne seleccionada se mezcló y se fraccionó en porciones de 50 g. El tratamiento de congelación consistió en someter la carne a temperaturas de -18°C, -20°C. Para refrigeración se usaron de 0° y 4°C. El secado se realizó en horno por 24 horas a 57°C y 60°C. El adobado se realizó con dos productos comerciales y se refrigeró a 0° y 4°C. Para el curado se introdujo la carne en salmuera al 3% y luego se refrigeró a 0° y 4°C. Las fracciones de carne se conservaron por 105 días y tras la digestión artificial de la carne de cada tratamiento se realizó el conteo de las larvas. En primera instancia se determinó la motilidad de las LM y para determinar la viabilidad de las mismas, se infectaron ratones con esas larvas (100 ± 9 LM por ratón). La congelación y el secado en estufa afectaron la viabilidad de las larvas, ya que al reproducir la infección en ratones CD1, sacrificados después de un mes de infectados no se encontraron larvas. La refrigeración, con y sin curado y adobado, no afecta la viabilidad de las LM y por consiguiente su capacidad reproductiva, durante los 105 días que duró el experimento. Estos resultados demuestran que la congelación y la cocción de la carne son los únicos procedimientos que afectan la viabilidad de la larva muscular. Adicionalmente se observó que las larvas musculares no pierden su capacidad reproductiva luego de permanecer en refrigeración, por más de tres meses.

Palabras claves: *Trichinella spiralis*, viabilidad, refrigeración, secado, congelación, curado, adobado.

“DETERMINATION EXPERIMENTAL OF VIABILITY OF *Trichinella spiralis* IN PORK MEAT SUBMITTED TO DIFFERENT CONDITIONS OF HANDLING AND CONSERVATION”

ABSTRACT

Medina Larena Miriam Susana, Ramírez Álvarez Agustín, Kühne Michael, González Aguilar Delia Guillermina, Ruvalcaba Barrera Silvia, Pacheco Gallardo Carlos.

Trichinosis is a parasitic zoonotic of broad world distribution produced by larvae and adults of the nematode *Trichinella spiralis*. It affects domestic and wild animals, it may be transmitted to man by the ingestion of raw meat or badly cooked which comes from animals with parasites. In México the Official Mexican Norm NOM-194-SSA1-2004, sets forth the pork meat must be free from *Trichinella spiralis*, to be regarded apt for human consumption. In the foregoing paper the objective was to determine the viability of muscular larvae of *Trichinella spiralis*, after submitting infected pork meat experimentally, to different conservation procedures. To prepare the infected meat, were used three male weanling pigs, which were infected orally through the ingestion of infected rat meat experimentally. Each pig consumed in average 5,000 larvae. Additionally was used a pig as witness. Pigs were kept during 105 days, until they reached a weight of 90 Kg, and later they were sacrificed. To monitor the progress of the infection, the presence of antibodies was determined, taking each two weeks a sample of blood by puncture in the jugular vein. Were found antibodies in the three pigs subject of test. Immunological response manifested by the antibody levels was kept during the 105 days until the sacrifice. None of the infected pigs presented clinical signs during the experiment. For treatments (freezing, refrigeration, drying, well-seasoned and hardened) were used the diaphragm, tongue base muscles and masseters among others. Before starting each treatment, was ran an artificial digestion test to watch the larvae movement. Selected meat was mixed and was fractioned in 50 g portions. Freezing treatment consisted on submitting the meat to temperatures of -18°C, -20°C. For refrigeration were used from 0° and 4°C. Drying was made in oven for 24 hours at 57°C and 60°C. Well-seasoned was performed with two commercial products and was refrigerated at 0° and 4°C. For hardening or curing, the meat was introduced in brine at 3% and then it was refrigerated at 0° and 4°C. Meat portions were kept for 105 days and after the artificial digestion of the meat of each treatment was performed the count of larvae. First of all, the motility of the ML was determined and to determine the viability there of, were infected mice with those larvae (100 ± 9 ML per mouse). Freezing and drying in stove affected larvae viability, since by reproducing the infection in CD1 mice, sacrificed one month after being infected, no larvae were found. Refrigeration, with and without hardening or curing and well-seasoning, does not affect the ML viability and therefore, their reproductive capability, even for the 105 days which the experiment lasted. These results demonstrate that freezing and cooking of meat are the only procedures which affect the viability of the muscular larva. Additionally, it was observed that muscular larvae do not lose their reproductive capability after being in refrigeration, even for more than three months.

Key words: *Trichinella spiralis*, viability, refrigeration, drying, freezing, hardening, well-seasoned.

1. INTRODUCCIÓN

La triquinosis constituye una enfermedad parasitaria zoonótica de amplia distribución mundial producida por larvas y adultos del nemátodo *Trichinella spiralis*. Desde el descubrimiento del parásito hasta nuestros días se ha reconocido como una parasitosis que representa gran importancia por el impacto socioeconómico que le causa directamente a la salud humana o a la ganadería. La enfermedad afecta a los animales domésticos y silvestres, puede ser transmitida al hombre por la ingestión de carne cruda o mal cocinada, procedente de animales que contienen larvas viables. De acuerdo con la clasificación de la Organización Mundial de Sanidad Animal, esta parasitosis es incluida en la lista B; la que comprende enfermedades transmisibles que se consideran importantes desde el punto de vista socioeconómico y/o sanitario a nivel nacional y cuyas repercusiones en el comercio internacional de animales y productos de origen animal son considerables (OIE 2002).

En México, muchas infecciones humanas solo son detectadas durante rutinas de examen *post mortem*. Debido a la baja intensidad de los síntomas la triquinosis puede pasar inadvertida para el individuo y para el médico, quien ante la inespecificidad o escasa claridad del cuadro clínico, lo correlaciona con otro padecimiento más común, emitiendo un diagnóstico erróneo. Por lo que muchos casos esporádicos pasan desapercibidos o se confunden con otras enfermedades (Abreu 1996; Tinoco *et al.* 2002, Acha y Szyfres 2003, SIVE 2003). A pesar del establecimiento de programas de control, los brotes de triquinosis humana están constantemente presentes en diferentes partes del mundo, incluido México, donde la frecuencia parece incrementarse en años recientes (Aguilar *et al.* 2000).

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En México el consumo de la carne de cerdo ha mantenido durante los últimos años un constante crecimiento, por otra parte la producción de cárnicos de origen porcino mantiene sus niveles de producción gracias a la constante demanda. Los diferentes métodos de conservación de la carne de cerdo tanto fresca como procesada y en particular el empleo de la congelación, son señalados por tener un efecto sobre la viabilidad de la triquina.

Estudios sobre el efecto de conservación de la carne en la viabilidad del parásito en México son escasos. Actualmente no existe campaña zoonosanitaria para el control de esta parasitosis, sin embargo se cuenta con resultados de diferentes estudios que refieren sobre la prevalencia del parásito en la carne de cerdo.

La Norma Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004 (Productos y Servicios. Especificaciones Sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos) establece que la carne de cerdo y equino deben de estar libres de *Trichinella spiralis*. Lamentablemente la aplicación de la Norma en el capítulo inspección y muestreo para determinar la presencia de *Trichinella spiralis* en Rastros no se lleva a cabo. De esa manera no es posible conocer la presencia, frecuencia ó prevalencia del parásito por lo que es difícil estimar la magnitud del riesgo para la salud pública. En el comercio internacional de carne de cerdo significa un motivo de desaliento a la compra.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La triquinosis es una parasitosis que se transmite al hombre por consumo de carne contaminada con larvas de *Trichinella spiralis*. En algunos lugares la incidencia representa un grave problema de salud pública. La infección del cerdo puede ser a través del consumo de carne de roedores con triquina.

La presencia de las larvas en la carne de cerdo puede diferenciarse entre larvas viables y larvas no viables. La congelación, la cocción o el curado de la carne de cerdo infestada pueden tener efecto de destrucción de larvas.

En México no solamente se carece de información respecto a estudios realizados sobre la viabilidad de las larvas de triquina sometidas a distintos métodos de conservación ó tratamiento de la carne, sino que tampoco existen datos sobre la prevalencia del parásito en carne de cerdo sacrificados en rastro. El propósito de este trabajo es generar información de manera experimental sobre la viabilidad de las larvas de triquina en carne de cerdo sometida a diferentes métodos de manejo y conservación, pretendiendo a través de los resultados confirmar la eficacia de estos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. *Trichinella spiralis*

Desde el descubrimiento de la *Trichinella spiralis* en 1835, hasta la mitad del siguiente siglo, fue común asumir que la triquinosis fue causada por esta especie, más de un siglo después ha sido reportada en más de 100 hospedadores mamíferos infectados de forma natural o experimentalmente, por lo que se creyó que podrían ser una sola especie en muchos hospedadores específicos dispersos alrededor del mundo, hasta que en 1972 en diversas áreas geográficas se han descrito triquinas que aunque morfológicamente son similares, presentan sutiles diferencias en sus características biológicas; investigadores soviéticos determinaron que se trataba de varias especies (Acha y Szyfres 2003; Bruschi *et al.* 2002, Martínez 2005, 2006).

2.2. TAXONOMÍA

Clase *nematoda*.

Subclase *Adenophorea* (= *Aphasmidia*): sin fasmidios (órganos sensoriales situados lateralmente en la región caudal); papilas caudales ausentes o poco numerosas; esófago con una columna de células anchas denominadas esticocitos, que forman el esticosoma.

Orden *Enoplida*: existencia de anfidios sacciformes (órganos sensoriales bilaterales situados en la región cefálica); glándulas caudales inconstantes; las glándulas esofágicas desembocan en la cavidad bucal o en la porción proximal del esófago.

Suborden *Trichuroidea*: cuerpo dividido en dos partes: anterior, delgada, con el esófago y sus anexos y posterior más ancha, con el intestino y el aparato genital.

Familia *Trichinellidae*: la división del cuerpo es poco manifiesta; hembras vivíparas.

Género *Trichinella*

Especie: Tan importante fue la enfermedad por *Trichinella spiralis* y su prevención, que nadie pensó que pudieran existir diferentes especies. Con el tiempo aparecieron caracteres biológicos que hicieron evidente la existencia de más de una especie, actualmente se dividen en genotipos diferenciales: de T1 a T11. Ocho de estos son reconocidos específicamente, con cinco especies encapsuladas que infectan solo mamíferos y tres no encapsuladas que infectan aves y mamíferos, dos que infectan reptiles y mamíferos, y tres cuya posición taxonómica es aun incierta (T6, T8, y T9), pero que infectan mamíferos. El género *Trichinella* se detalla en la tabla 2.2.1. El reservorio principal es el cerdo y el jabalí, jugando un papel muy importante los roedores. La mayoría de los casos humanos se producen por la especie *Trichinella spiralis*, aunque no deben excluirse el riesgo potencial de adquirir la enfermedad por otras especies como *Trichinella pseudoespiralis*, *Trichinella nelsoni*, *Trichinella britovi* y *Trichinella nativa* que pueden desarrollarse (Pozio *et al.* 1992; Euzéby 2001, Valencia *et al.* 2003, García *et al.* 2005, Martínez 2002, 2005, 2006).

Cuadro 2.2.1. Especies del género *Trichinella*

Especie	Distribución	Huéspedes comunes
T1 <i>T. spiralis</i> *	Mundial**	Cerdos, ratas
T2 <i>T. nativa</i> *	Artico	Osos
T3 <i>T. britovi</i> *	Artico	Zorros
T4 <i>T. pseudoespiralis</i>	Mundial	Aves, ratas
T5 <i>T. murelli</i> *	Artico	Osos
T6 *	Artico	Osos, pumas, lobos
T7 <i>T. nelsoni</i> *	África tropical	Hienas
T8	Sudáfrica	Panteras, hienas
T9	Japón	Animales salvajes
T10 <i>T. papuae</i>	Papua New Guinea	Cerdos, cocodrilos, reptiles
T11 <i>T. zimbawensis</i>	Zimbabwe	Cerdos, cocodrilos, reptiles

* Especie encapsulada en músculo
 **Excepto Australia e Islas del Pacifico

Fuente: Pozio *et al.* 1992

2.3. Ciclo epidemiológico

La triquinosis es una infección parasitaria que se transmite por canibalismo entre animales domésticos y animales silvestres. El hombre se infecta al comer carne cruda o mal

cocinada con quistes de larvas musculares de triquina. En ocasiones suele infectarse por la ingestión de carne infectada por otros animales como, el jabalí, el caballo, el oso, la foca, la morsa entre otros (Martínez 2006). Se describen dos ciclos, el doméstico y el silvestre. El primero cita dos variables: el urbano y el rural. En el ciclo urbano, ratas, ratones y cerdo doméstico son los reservorios del parásito. En el ciclo rural participa el cerdo de las explotaciones rurales. En el silvestre o natural participan los mamíferos silvestres depredadores (Moreno 1993; Cordero *et al.* 2002). La fuente principal de infección de los cerdos son los residuos (domiciliarios, de restaurantes y/o mataderos) que contienen fibras musculares de origen porcino con larvas musculares de *Trichinella spiralis* (Álvarez, 2005; Rodríguez *et al.* 1996).

El ciclo de vida es directo, se inicia tras la ingestión de carne parasitada cruda o insuficientemente cocida. El hombre y diversos animales domésticos tales como cerdos, perros, gatos, roedores y otros animales silvestres son los hospedadores susceptibles señalados con mayor frecuencia en la bibliografía. La evolución de la triquina en un individuo se interrumpe en la fase de infección muscular, solamente podrá proseguir su evolución en un segundo hospedador de la misma o diferente especie.

En los últimos años, la carne de caballo ha adquirido una gran importancia en las infecciones con mortalidad por comer la carne mal cocida. Una situación aparentemente paradójica se produjo a raíz de la comunicación de dos brotes epidémicos de triquinosis ocurridos en Francia e Italia en 1975 y en París en 1985, cuyo origen fue debido al consumo de carne de caballo, el cual se sabe que es herbívoro. Los caballos parasitados procedían de países del Este de Europa (Polonia, Rusia, Eslovaquia, ex Yugoslavia) y América del Norte (Estados Unidos, Canadá) y México, (Ancelle 1998, Pozio *et al.* 1998, 1999).

Las posibles vías por las que se infectan los equinos (y eventualmente otros herbívoros) dando origen a brotes de triquinosis en el hombre son por: a) Ingestión de cereales molidos, cuando una rata infectada ha penetrado en la trituradora y se ha molido junto con el alimento; b) Lamer huesos que todavía tienen fragmentos de músculos adheridos; c) Predación de ratas; d) Ingestión de insectos carnívoros que contienen en su tubo digestivo larvas viables y e) Ingestión de forraje contaminado con heces de roedores parasitados

que han eliminado larvas libres todavía encapsuladas en restos musculares. En un estudio experimentalmente se comprobó que este animal, se puede infectar cuando al forraje se le adicionaba carne infectada con quistes de *Trichinella spiralis* (Martínez 2006).

En los cerdos, la transmisión puede ocurrir por el consumo ocasional de roedores de granja, animales domésticos y salvajes o sus carroñas, como consecuencia del canibalismo o por alimentarlos con residuos de carne cruda e insuficientemente cocida con larvas de triquina o por otro cerdo, por coprofagia o por mordisquear la cola de otros cerdos infectados (Valencia *et al.* 2003; Acha y Szyfres 2003). Las ratas, debido principalmente a sus hábitos de canibalismo, mantienen y propagan la infección en la naturaleza (Martínez 1986, 2006).

2.4. CICLO BIOLÓGICO

Los parásitos adultos se localizan en el intestino delgado y las fases larvarias en el tejido muscular estriado y cardíaco (raramente en la musculatura lisa). Una vez ingerida la carne parasitada, los jugos digestivos la digieren y las larvas quedan en libertad en el intestino, donde rápidamente (cuarenta y ocho horas), se diferencian hembras y machos adultos. Copulan en el lumen intestinal. Los machos son eliminados vía heces del hospedador posterior a su función genésica y las hembras grávidas -que son vivíparas- se localizan en el interior de la mucosa del duodeno y yeyuno. Entre el tercero y el quinto día, comienza la postura de larvas. Cada hembra coloca alrededor de 1.200 a 1.500 larvas las cuales miden entre 80 y 120 micrones. Las larvas se profundizan en la mucosa intestinal, penetrando a través de los capilares linfáticos y venosos llegando a la circulación general y diseminándose por todo el organismo, pero enquistándose sólo en la musculatura. Las larvas se localizan en el interior de las fibras musculares, modificando su función y estructura; al cabo de unos quince días, quedan rodeadas de una envoltura constituida por la hipertrofia del glicocaliz en una cápsula de colágena tipo IV y V, la cual mide entre 250 a 400 micrones y que, no es visible a simple vista, aunque puede observarse con una lupa o con un microscopio de poco aumento. Tiene un aspecto fusiforme o alargado, y contiene enrollado en su interior una o varias larvas de triquina. Son muy escasos los registros que documentan la presencia de más de una larva por célula nodriza. La invasión de las larvas en la musculatura, comienza alrededor del séptimo día de ocurrida la infección y continúa

mientras existan hembras grávidas en el intestino. Al cabo de un mes, las larvas completan su encapsulamiento. Algunas especies son resistentes a la infección, como la cepa Balb/c de ratones. El depósito de calcio en las paredes de la cápsula en los caballos, se inicia a los seis meses. En el ser humano, cerdo y otras especies, no se ha documentado con precisión el tiempo de calcificación. Un mismo individuo es sucesivamente, hospedador definitivo e intermediario del parásito, es definitivo cuando alberga en su intestino las formas adultas, y es intermediario cuando las larvas se localizan en su musculatura. Sin embargo, para completar todo su desarrollo, la triquina requiere siempre de dos huéspedes (Fig. 2.4.1). Las larvas musculares infectantes ingeridas con los músculos que las contienen pueden ser eliminadas antes de penetrar en el epitelio intestinal y pueden sobrevivir durante al menos una semana en las heces (Kazacos y Murrell 1995; Capo y Despommier 1996, Bruschi y Murrell 2002, De la Rosa y Gómez 2004, Ribicich *et al.* 2004, Martínez 2006). La *Trichinella spiralis* permite mantener al parásito muy cerca de la población humana, en forma de infección de los cerdos de traspatio y otros animales como el caballo, que eventualmente y sin ningún control sanitario, pueden usarse como carne de consumo (Urguharty *et al.* 2001; SIVE 2003, Vignau 2004, Jiménez *et al.* 2005, Chávez *et al.* 2006).

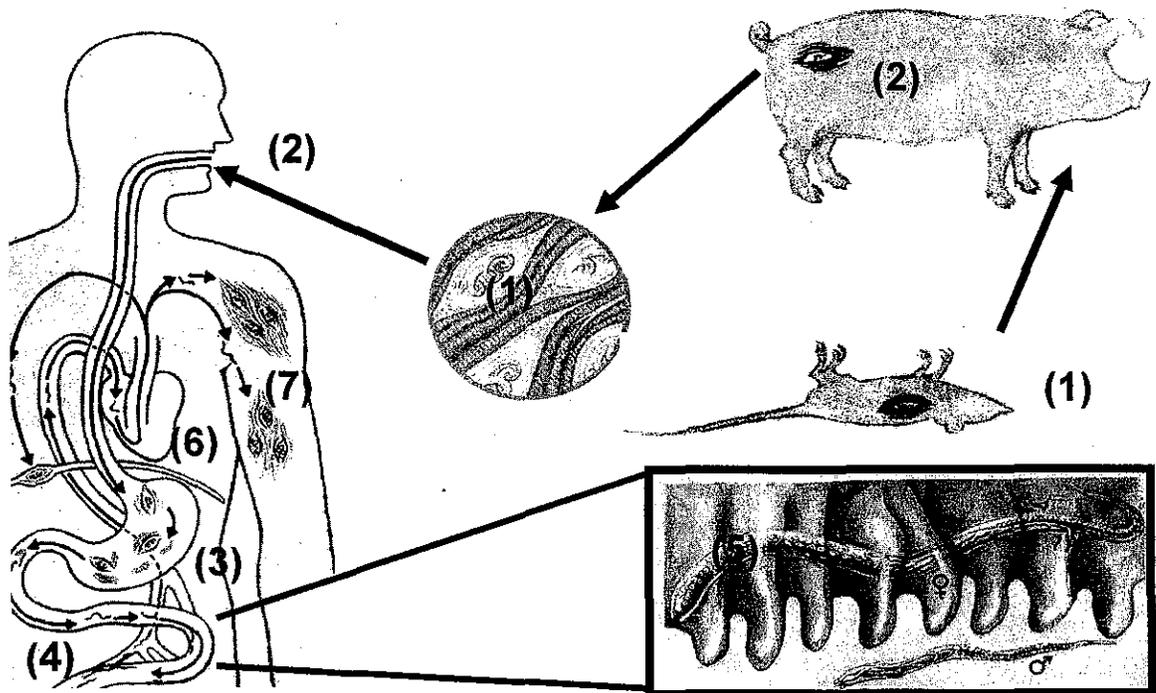


Figura 2.4.1. Ciclo de vida de la *Trichinella spiralis*; El nematodo afecta a casi cualquier mamífero, incluido el hombre. Se transmite por carnivorismo. (1) Larvas viables en músculos, (2) Consumo de carne parasitada, (3) Liberación de larvas en estómago, (4) Crecimiento de las larvas hasta fase adulta, (5) Copulación y postura de larvas en lumen intestinal, (6) Penetración de larvas a la circulación diseminándose a todo el organismo, (7) Enquistamiento de larvas en los músculos.

2.5. PATOLOGÍA Y PATOGENIA DE LA TRIQUINOSIS EN HUMANOS

La patología de la triquinosis depende del número de parásitos ingeridos y de la diversidad de factores del hospedador, como la edad, sexo, grupo étnico y estado inmunológico. Hay tres fases principales que puede manifestarse clínicamente; los casos graves siempre se deben a infecciones intensas, por un lado son consecuencia de la agresión directa del parásito durante su migración y por otro lado de la reacción inflamatoria desencadenada, esta puede causar complicaciones cardíacas (miocarditis, insuficiencia cardíaca o arritmias), neurológicas (encefalitis, meningitis, convulsiones, alteraciones, visuales o auditivas) o pulmonares (neumonitis, pleuresía). Numerosos casos en seres humanos son subclínicos y están relacionados con una infección de bajo nivel. Estas manifestaciones clínicas aumentan en gravedad y pueden amenazar la vida del paciente. Los casos mortales pueden ser consecuencia de miocarditis. Registrándose también casos leves, moderados y graves (Abreu 1996; Hendrix 1999, Correa *et al.* 2006).

2.5.1. Fases de la triquinosis en humanos

Fase intestinal: El hospedero potencial contrae la triquinosis al ingerir la carne parasitada con larvas musculares enquistadas. El músculo se digiere y las larvas se liberan en el estómago debido a la acción de los jugos gástricos. Se inicia después de las 24 horas de la infección y es causada por la penetración y el movimiento de las larvas. La presencia de los gusanos adultos en la mucosa intestinal, originan dolor abdominal de tipo cólico localizado en el mesogastrio, náusea, vómito, cefalea, diaforesis y malestar general. Esta descripción del cuadro clínico se asemeja al de una intoxicación alimentaria aguda.

Fase de migración o invasión a músculos: Es debida a la ruptura de vasos sanguíneos por la migración de las larvas recién nacidas y la reacción inflamatoria que se presenta en torno a los parásitos. Esta fase se caracteriza por la presencia de edema (que es mas notable en cara y párpados), fiebre, fotofobia, conjuntivitis, dolor muscular (que se exagera con el ejercicio impidiendo en ocasiones la deambulación o movilidad de la región afectada) e infarto ganglionar doloroso. Puede presentarse miocarditis, alteraciones de tipo meníngeo y cerebral, cefalea, insomnio, irritabilidad, convulsiones, vértigo, disminución de los reflejos osteotendinosos, decaimiento generalizado y pérdida de peso.

Fase de estado muscular: se presenta cuando las larvas recién nacidas se han desarrollado en larvas musculares, estableciéndose y formado el quiste en los músculos. El síntoma dominante es el dolor; que se exagera con el ejercicio, sobre todo cuando los parásitos mueren debido a la reacción inflamatoria causada por la liberación de los componentes somáticos del mismo (Correa *et al.* 2006).

2.5.2. Fases de la triquinosis en animales

La enfermedad en los animales es siempre subclínica o al menos, no cursa con una sintomatología característica. Solamente se han podido observar algunos síntomas en individuos masivamente parasitados, después de una infección experimental.

La fase intestinal: Se produce un síndrome de enteritis hemorrágica con posibilidad de cólicos; diarrea, si es importante se prolonga, provoca deshidratación. Estos síntomas se manifiestan hacia el octavo día *post-infección* y son debidos al incremento de la contractibilidad del yeyuno, la destrucción de eritrocitos y la atrofia de las vellosidades. Esta fase persiste aproximadamente tres meses (Euzéby 2001).

Fase muscular: Se inicia hacia el 15º día y cursa con síntomas de miositis aguda variable según la localización de las larvas: provoca dificultad para la masticación, disfagia, dificultades locomotoras, prurito (en caso de la infección de los músculos cutáneos). Según el estudio de Gevrey (1989), la localización muscular de las larvas no siempre produce síntomas; en el perro con una dosis infectante de 6,000 larvas puede no provocar ningún trastorno (Euzéby 2001).

2.6. FORMAS DE DETECCIÓN DE *Trichinella spiralis*

Los métodos de inspección sanitaria en rastros tienen como uno de sus objetivos el evitar enfermedades por el consumo de carne contaminada en los humanos. En recientes años, varios ensayos han sido desarrollados para detectar triquinosis en animales, así como en humanos (Venturiello *et al.* 1998, Ortega *et al.* 2001).

Para el diagnóstico clínico de la triquinosis en humanos es muy importante el antecedente de la ingestión de carne de cerdo o de otros carnívoros involucrados en la transmisión del parásito, por ejemplo jabalíes en Europa y "rata de campo" en algunos estados del centro de México, según lo comentado por De-la-Rosa *et al.* (1998).

En el diagnóstico de la infección se usan métodos directos como la triquinoscopía (observación de larvas por compresión de muestras de músculo en el microscopio de proyección) y la digestión artificial (digestión de muestras de músculo y la observación de larvas en el sedimento); actualmente se emplean técnicas inmunoenzimáticas para detectar anticuerpos contra antígenos de la larva muscular de *Trichinella spiralis*. Estas pruebas, son el ELISA (Ensayo de inmunoabsorción enzimática) y, sus variantes como el Dot -ELISA y la inmunoelectrotransferencia o "western blot". Los métodos moleculares, como PCR (La reacción en la cadena de la polimerasa) y el análisis del ADN amplificado al azar, han sido utilizados principalmente para caracterizar genómicamente al parásito (Van der Leek *et al.* 1992; Costamagna *et al.* 2000, De la Rosa *et al.* 2001, Acha y Szyfres 2003, Vacio *et al.* 2003, Nöckler *et al.* 2004).

La triquinoscopía es el método directo aplicable a muestras de carne fresca que posibilita visualizar el parásito de *Trichinella spiralis* encapsulado. Esta técnica permite detectar cargas iguales o mayores a 3 larvas por gramo (Montali y Plaza 1997). Sin embargo es menos sensible que la digestión artificial. Muchos autores consideran que 15 o más larvas por gramo de músculo son necesarias para la detección usando triquinoscopía, mientras que la digestión artificial solo requiere de 4 larvas por gramo (Vignau *et al.* 1997, 2003).

La técnica de digestión artificial es un método directo que permite el aislamiento, visualización y cuantificación de larvas de *Trichinella spiralis*, en trozos de músculos o productos elaborados con carne de animales susceptibles de padecer la enfermedad. La ventaja que tiene es ser económica, pero por el tiempo de desarrollo de la misma no es práctica su aplicación para diagnóstico en rastros. La técnica de compresión o triquinoscopía también tiene la ventaja de ser económica y rápida, pero la desventaja es su baja sensibilidad y depende de la experiencia del operador (Serrano *et al.* 1999; Berumen *et al.* 2002).

Los métodos serológicos, en particular la prueba de ELISA, provee oportunidades para la detección de anticuerpos contra *Trichinella spiralis* en cerdos y humanos. El ELISA tiene una gran sensibilidad para detectar la inmunoglobulina G (IgG) específica contra antígenos de *Trichinella spiralis*. Sin embargo, tiene la desventaja que los anticuerpos son detectables a partir de la segunda-tercera semana de infección (Gamble *et al.* 1988; Arriaga *et al.* 1993, De la Rosa *et al.* 1995; Flores *et al.* 1996, Ribicich *et al.* 2000, 2004, Bartoloni 1999, Wee *et al.* 2001, Contreras *et al.* 2001).

En México la Norma Oficial Mexicana incluye en el programa de muestreo y método de diagnóstico basado en el proceso de digestión artificial por la Secretaría de Salud 2004 (Diario Oficial de la Federación 2004). El método de elección según el Sistema Nacional de Sanidad Animal (SENASA) debe ser la digestión artificial. No obstante el control definitivo de la triquinosis en el hombre depende del control de la parasitosis en los reservorios (Venturiello *et al.* 2003; Vignau 2004).

La inmunoelctrotransferencia tiene una sensibilidad y especificidad diagnóstica del 100% ya que se identifican antígenos de 45, 49 y 55 kDa de peso molecular en los productos de excreción secreción de la larva muscular (SIVE 2003). Los métodos basados en la reacción en cadena polimerasa (PCR) se consideran inapropiados al momento de la inspección de carne en los rastros, debido a la dificultad de realización y costo, pero son útiles para la identificación del genotipo de las larvas aisladas de tejidos animales y humanos (Moreno 1993).

2.7. RESISTENCIA DE LAS LARVAS

Las larvas musculares de *Trichinella spiralis* tienen una sobrevivencia en los cadáveres de hasta seis meses, incluso en estado de descomposición. En carnes putrefactas se han encontrado larvas vivas, lo que facilita la infección en animales que comen carroña. Son varios los métodos en el proceso de la carne que se pueden seguir para destruir a las larvas musculares, los cuales incluyen cocción, congelación o curado, irradiación y liofilización. La sal puede producir una reacción en la actividad metabólica del parásito a diferentes temperaturas, su eficiencia depende de la concentración de NaCl, nitratos y nitritos, de la temperatura y del tiempo. Parece ser que *Trichinella spiralis* sobrevive a la

fase de equilibrio salino en los procesos de curado, pero comienza a morir a partir de la primera semana, sin sobrevivencia un mes. El ahumado o desecación de carne de cerdo no son métodos seguros para matar las larvas de triquina. La congelación es un método para desnaturalizar a las triquinas en la carne, siendo reportado como efectivo para matar triquinas (Dunn 1983; Libby 1996, Lawrie 1998, Moreno 2003).

La congelación es eficaz para matar las larvas de *Trichinella spiralis* que se encuentran en las carnes o productos cárnicos. Los cortes que no excedan de 15 cm de espesor deben someterse a congelación de -15°C por 20 días, a -20°C por 10 días o a -30°C por 6 días, estas temperaturas son suficientes para matar a las larvas. (Rodríguez *et al.* 1996; Pozio *et al.* 1993, 2006). La cocción a 57°C es suficiente para inactivar a los parásitos y a 71°C para asegurar la destrucción de todas las larvas, esta temperatura se alcanza cuando la cocción llega al centro de la pieza de carne. Se considera que en la cocción en horno de microondas a menudo se producen "zonas frías" en la carne y es menos eficaz para destruir las larvas, porque el calor que produce no es uniforme y puede dejar porciones de carne con parásitos vivos. La refrigeración no es recomendable como medida de control de las larvas en carne fresca y procesada (Libby 1996; Hendrix 1999, Acha y Szyfres 2003).

La destrucción de la *Trichinella spiralis* puede ser la relación entre el tiempo y la temperatura (Kotula *et al.* 1983). Sin embargo, la información científica reciente sobre la distribución geográfica de la especie del *Trichinella* y la capacidad de algunas especies para tolerar la congelación, ha levantado dudas sobre la eficacia de las técnicas de congelación comerciales para matar a larvas de *Trichinella* en el cerdo previsto para el consumo humano (Murrel y Pozio 2000).

2.8. CONTROL DE LA TRIQUINOSIS

Según Murrel (1985) el control de la enfermedad de la triquinosis encierra niveles de intervención definidos y complementados, entre ellos: producción de cerdos (la prevención), sacrificio y procesado (la detección) y consumidores (la inactivación). La Comisión Internacional sobre Trichinellosis ha generado, a través de un grupo de

expertos, un documento con las recomendaciones y la descripción de los métodos para controlar la enfermedad en humanos y animales (Bessonov *et al.* 2000).

La nueva directiva relacionada con la inspección de *Trichinella* de los Estados miembros de la UE sugieren para la búsqueda de *Trichinella* en la carne optimizar protocolos para los procedimientos de la detección de larvas a nivel rastro, para garantizar la carne de consumo y prevenir la distribución de carne contaminada (Webster *et al.* 2006).

2.9. ANTECEDENTES

La descripción de *Trichinella spiralis* y el descubrimiento de su ciclo parasitario data del siglo XIX. Hilton (1828) y Peacock (1833) observaron las cápsulas de *Trichinella* por primera vez, pero el descubrimiento de este parásito fue hecho realmente por un estudiante de primer año de medicina, quien después llegó a ser el famoso cirujano Sir James Paget. En 1835 estando en un curso de disección en el hospital de San Bartolomé en Londres, el joven estudiante de medicina, observó unos pequeños granos blancos en la carne de un cadáver y decidió examinarlos al microscopio. Él expuso los resultados completos de sus observaciones durante una reunión del Club de Estudiantes del hospital. Simultáneamente Richard Owen publicó la descripción de un parásito como una nueva especie que él nombro como *Trichina spiralis* ante la Sociedad Zoológica de Londres (Martínez 1985).

En 1895, el francés Alcide Railliet encontró que el nombre de *Trichina* había sido atribuido en 1830 a un género de insecto proponiendo el nombre de *Triquinella* el cual fue aceptado. El hallazgo más antiguo de *Trichinella* se remota al año 1200 a. C. y se realizó en 1974 en un músculo intercostal de una momia egipcia. Se cree que varias epidemias descritas en la historia (Sicilia en 427 a.C. y en Oriente Medio) se debieron a este parásito (Correa *et al.* 2006).

El descubrimiento del ciclo parasitario ayudó para las observaciones de Dujardin y Von Siebold en 1840, quienes reconocieron que el parásito en el músculo aparece en forma inmadura (larva). En 1846, un estudiante de medicina de Filadelfia Joseph Leidy observó los quistes de triquina en la carne de cerdo y los consideró de la misma especie que los antes hallados en el hombre (Martínez 2005).

En 1851 Herbest, demostró la transmisión de la *Trichinella* mediante la ingestión de carne contaminada. En 1859 Rudolf Virchow infectó un perro con la carne proveniente de un cadáver con larvas de *Trichinella*, algunos días después el perro murió y encontró en el intestino pequeños nemátodos adultos de este parásito. En 1859 y 1860 tres alemanes Emil Zenker, Rudolf Virchow y Karl Leuckart, descubren el ciclo biológico, al demostrar que los quistes de triquina se convierten en gusanos adultos en pocos días cuando se los administraron a ciertos animales en experimentación.

En 1860, Wilhelm Friedrich Von Zenker en Dresden, identifica larvas vivas en la disección de músculos al practicar una autopsia a una campesina de 20 años de edad; quien había sufrido dolores musculares muy fuertes. En ella descubre las formas intestinales y miles de larvas enquistadas en los músculos. Los resultados le permitieron concluir que la infección se debió a la ingestión de salchichas crudas. Él observó los adultos en los intestinos y encontró que las larvas son diseminadas por la circulación linfática. Virchow observó la maduración rápida en intestino así como las larvas en ganglios mesentéricos y en fibras musculares. Leuckart descubrió los embriones de larvas en hembras adultas que estaban en intestino. En 1860, Zenker puso de manifiesto la importancia médica y sanitaria de la triquinosis (Martínez 1985; Soulé *et al.* 1991, Vega 1991).

En 1862, Wilhelm Friedreich hizo un diagnóstico clínico de un paciente en quien encontró las larvas de triquina en la biopsia practicada de los bíceps. La triquinoscopía fue introducida por el decano Brunswick en 1863, que hasta finales del siglo XIX, fue el único método de diagnóstico. En 1896 Brown observó una elevación importante de eosinófilos en sangre periférica y es cuando se considera la eosinofilia como un signo importante para el diagnóstico de triquinosis.

La formación de la raza porcina Yorkshire en Inglaterra fue la causa principal de la introducción desde Asia Oriental, China y lo que hoy es Vietnam, de ejemplares *Sus scrofa* para aumentar la producción de tocino de las estirpes del tronco celta existentes en el Reino Unido. El éxito del trabajo de estos protogenetistas se difundió con rapidez por toda Europa y América del Norte; con los nuevos cerdos mejorados también había presencia de *Trichinella spiralis* (Martínez 2005).

En 1881 las contaminaciones eran frecuentes y constantes al sur de Francia por las carnes americanas de las cuales las importaciones aumentaban considerablemente. Un decreto del 18 de febrero de 1881 prohíbe la entrada a Francia de carne comprada en América, instalándose un laboratorio en el puerto de Havre para controlar la llegada de la carne. En 1890 el gobierno americano, decide realizar el control por triquinoscopía sobre las carnes de cerdo destinadas a exportación, esto por un embargo decretado por la mayor parte de los países europeos sobre las carnes de cerdo provenientes de los Estados Unidos. Este control sería abandonado quince años mas tarde por razones comerciales. De 1930 a 1940 varias investigaciones realizadas en músculos provenientes de autopsias revelaron parámetros de infección de 16% a 28% de la población humana en Estados Unidos (Zimmerman 1970).

Las medidas de salud pública fueron entonces difundidas. En 1991, en estudios antropológicos de momias americanas, Benno Reinhard describió restos identificados como *Trichinella spiralis* (Correa et al. 2006).

2.10. LA TRIQUINOSIS EN EL MUNDO

2.10.1. La triquinososis en Europa

Las Normas internacionales para el control de las canales de cerdo en los mataderos han supuesto un importante retroceso de esta enfermedad en los países occidentales, cuya incidencia sin embargo, sigue siendo alta en las poblaciones rurales de Europa (Ancelle 1998; Cook 2001).

En Europa la causa de triquinososis, suele ser la carne o productos derivados, procedente de cerdos o caballos infectados (ya sea de granja o silvestres), las medidas sanitarias son muy estrictas para el control de la enfermedad (Desenclos, 1999). Por lo tanto, todos los países de la Unión Europea (UE) realizan la inspección oficial obligatoria de los animales sacrificados previstos para que la exportación prevenga la distribución de la carne infectada a los consumidores. Los costos para la inspección del cerdo en la UE se estiman a 570 millones anualmente (Webster et al. 2006).

En varios países europeos, la infección por carne de oso o jabalí desempeña un papel creciente en la epidemiología de la enfermedad y se han descrito brotes en Checoslovaquia y la antigua Unión Soviética, en esta última se tiene el hábito de consumir tocino crudo considerado como una de las principales fuentes de infección. En Estados Unidos se comprobó que en algunos grupos étnicos, tales como italianos, alemanes y polacos, la prevalencia es más alta que en el resto de la población, debido a su preferencia por productos porcinos que se procesan con una temperatura insuficiente para destruir las larvas (Acha y Szyfres 2003). En el presente, la triquinosis es considerada como una infección emergente debido al incremento en la prevalencia en países como Bulgaria, Rumania, ex Yugoslavia, Croacia, Lituania, Rusia (García *et al.* 2005). Algunos de los nuevos Estados miembros de la UE (Latvia, Lituania y Estonia) tienen brotes cada año (Webster *et al.* 2006).

2.10.2. La triquinosis en Asia

En Asia, la triquinosis humana empezó a considerarse importante solo en los años sesenta y setenta. En Tailandia, el primer brote se presentó en 1962, en el norte del país y desde ese año hasta 1973 se registraron 975 casos, con 58 defunciones. El primer brote en 1974 en Japón, afectó a 15 personas, el segundo a 12 personas en 1980 y el tercero a 60 personas en 1981. En China se han encontrado larvas en cerdo, perro, ovinos y osos (Acha y Szyfres 2003).

2.10.3. La triquinosis en América

La primera demostración científica de *Trichinella spiralis* en América latina fue en 1863, a partir de un cerdo –adquirido en Valparaíso- Chile por una tripulación de un barco alemán. El parásito que fue identificado en el tejido muscular del animal y en uno de los marineros muertos por síntomas y signos típicos de triquinosis. Desde ese momento se hicieron descripciones de la enfermedad en distintos países: Cuba, Argentina, Uruguay y Chile (Steffan 2006).

En Argentina y Chile, lo más común es que los brotes se originen en áreas rurales y algunas fuentes de infección se encuentren en lugares donde los animales son

sacrificados por su dueño sin inspección sanitaria. En estos países la enfermedad tiene una prevalencia de 2 al 5% y constituye un importante problema en salud pública. El sacrificio domiciliario sin inspección veterinaria es probablemente la fuente más importante para que la enfermedad mantenga una condición endémica.

Durante el periodo de 1930 a 1980 en los Estados Unidos, la parasitosis en humanos descendió notablemente; de más de 500 a 50 casos anuales. En la última década, los reportes indican cerca de 80 casos por año. La disminución de la triquinosis animal y humana en Estados Unidos se logró alimentando a los cerdos de manera obligatoria con granos y no con restos de comidas (residuos de restaurantes, de mercados, etc.) ésta es una alternativa intermedia aceptada epidemiológicamente, pero no legalmente, ya que en países pobres existe la costumbre de alimentarlos con residuos alimentarios. En Canadá se han registrado pocos brotes de triquinosis, la infección es frecuente entre los aborígenes del norte, pero los casos clínicos son esporádicos o sólo afectan a grupos pequeños. En esta región la fuente de infección son mamíferos silvestres (Bartoloni 1999; Acha y Szyfres 2003).

2.10.4. La triquinosis en México

La triquinosis humana es una zoonosis cosmopolita que en México se asocia a una de las especies del género *Trichinella*. Este padecimiento se conoce en nuestro país desde los últimos años del siglo XIX. Si bien la infección de *Trichinella spiralis* en cerdos fue encontrada en la ciudad de México desde 1862, fue hasta 1891 que el parásito se diagnosticó en cadáveres que se estudiaron en la Facultad de Medicina de la Universidad de México por el Dr. Manuel Toussaint, quien hizo preparaciones por disgregación y por sección microtómica, determinando que se trataba de triquinosis (Mazzoti y Chavira 1943; Tay *et al.* 2004).

Barragán en 1893, continuó estudiando cadáveres humanos y determinó triquinosis con una frecuencia del 4%. Otros estudios entre 1939 y 1953 reportan triquinas entre el 4 y el 15% de los cadáveres estudiados. Martínez *et al.* (1974) determinaron un porcentaje de infección del 4.2% en diafragma. A partir de 1980, se han presentado brotes epidémicos con diagnósticos clínicos y serológicos positivos en diferentes entidades como Zacatecas,

Durango, Sonora, Chihuahua, Jalisco, Michoacán, estado y Ciudad de México (Jiménez 2005). La investigación epidemiológica relacionada con la triquinosis, indica que esta enfermedad tiene una frecuencia no superior al 8.1% de la población general, por lo que se considera un problema importante de salud pública (Carrada 1992). En México se han reportado brotes epidémicos en humanos asociados principalmente por la ingesta de carne de cerdo (Martínez *et al.* 2001; Tay *et al.* 2004).

La triquinosis en México se distribuye en todo el país debido posiblemente a la costumbre de criar cerdos de traspatio, los cuales son alimentados con desperdicios de consumo humano y/o se encuentran deambulando en espacios abiertos, esto facilita su infección al consumir carne de ratas y otros animales silvestres, incluso gatos y tlacuaches (Velasco 1991; De la Rosa *et al.* 1998).

Actualmente no existe un programa de vigilancia para la presencia de triquinosis en humanos, por lo tanto no se refleja la verdadera prevalencia en este tipo de padecimientos, el último registrado por parte de Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica de la Dirección General de Epidemiología, SSA, en el año 2002, fueron tres casos en el estado de Jalisco, en relación a 38 casos a nivel nacional mostrándose en la siguiente cuadro (SIVE 2003).

Cuadro 2.10.4.1. Casos de Triquinosis por fuente de notificación Estados Unidos Mexicanos 2002

ESTADO	FUENTE DE NOTIFICACIÓN				TOTAL
	SSA	IMSS-ORD	ISSSTE	IMSS-OP	
Baja California Sur	6	0	0	0	6
Chiapas	1	0	1	3	5
Guerrero	1	0	6	0	7
Jalisco	0	3	0	0	3
Nuevo León	0	1	0	0	1
Sinaloa	0	0	0	2	2
Tabasco	2	0	3	0	5
Veracruz	0	9	0	0	9
Total Global	4	19	10	5	38

Fuente: Sistema Único de Información para la vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología /SSA

Para la inspección de animales, la Norma Oficial Mexicana NOM-194-SSA1-2004 (Productos y Servicios. Especificaciones Sanitarias en los establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio.

Especificaciones sanitarias de productos) establece que la carne de cerdo y equino deben de estar libres de *Trichinella spiralis*.

El que no se conozca hasta la fecha la distribución de la triquinosis en México, obedece simplemente a que muchos investigadores no le han dado la importancia debida, y no han notificado el estudio de sus brotes epidémicos. En muchas entidades no se cuenta con laboratorios para el diagnóstico (Velasco 1991; De la Rosa y Gómez 2000), se señala que si bien en algunos casos de triquinosis en humanos las infecciones desencadenaron síntomas y signos graves e incluso la muerte, en general las infecciones son subclínicas, de ahí que no se haya reportado la presencia de *Trichinella spiralis* (Martínez *et al.* 2000; Tay *et al.* 2004).

3. HIPÓTESIS

Los procedimientos usuales de preservación, tales como la congelación, refrigeración, secado y curado no destruyen completamente las larvas de *Trichinella spiralis* en carne de cerdo, por lo que no eliminan el riesgo de infestación al consumidor.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar la viabilidad del *Trichinella spiralis* en carne de cerdo sometida a diferentes condiciones de manejo y conservación.

4.2. OBJETIVOS PARTICULARES:

1. Reproducir experimentalmente la infección por *Trichinella spiralis* en ratas.
2. Reproducir experimentalmente la infección por *Trichinella spiralis* en cerdos y evaluar el progreso de la infección mediante determinación de anticuerpos usando la técnica de ELISA.
3. Establecer la viabilidad de la *Trichinella spiralis* en carne de cerdo sometida a congelación, refrigeración, secado, adobado y curado.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el laboratorio de Medición Paraclínica del Departamento de Salud Pública de la División de Ciencias Veterinarias del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara, México. Km.15.5 Carretera Guadalajara – Nogales. Predio "Las Agujas", Nextipac, Zapopan, Jalisco, 45110 y en las instalaciones del Centro Estatal de Laboratorios de la Secretaría de Salud Jalisco (CEESLAB) localizado en Av. Zoquipan 1000, interior B, Zapopan, Jalisco, 45172.

Este estudio se efectuó en tres etapas:

5.1 ETAPA I.- REPRODUCCIÓN EXPERIMENTAL DE LA INFECCIÓN POR *Trichinella spiralis* EN RATAS

Conservación de Cepa: Se infectaron ratas Wistar para mantener viable el parásito. La cepa usada fue MSUS/ME/92/CM-92 *T. spiralis*, que fue donada por el Laboratorio de Helmintos Tisulares del Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (InDRE), Secretaría de Salud, México, D. F. 11340.

Se emplearon 12 ratas Wistar (hembras) de 1 mes de edad, provenientes del Laboratorio de Medicina Comparada del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.

Las ratas se infectaron con 5g de carne con el parásito y permanecieron durante 60 días con el manejo rutinario para animales de laboratorio de acuerdo a la Normatividad Mexicana NOM-062-ZOO-1999 para el cuidado y uso de animales de laboratorio, por el tiempo que duró esta etapa. Los animales fueron sacrificados mediante anestesia con inyección intraperitoneal de solución de Pentobarbital sódico al 0.63% y posterior desangrado facilitado por gravedad y se obtuvo la mayor cantidad de tejido muscular posible para la obtención de larvas (Cuadro 5.1.1).

Cuadro 5.1.1. Sacrificio para detección de *Trichinella spiralis* de ratas (n=3)

INFECCIÓN DE RATAS	TIEMPOS DE SACRIFICIO (DÍAS)			
	15	30	45	60
Hembras	3	3	3	3

5.2. ETAPA II.- REPRODUCCIÓN EXPERIMENTAL DE LA INFECCIÓN DE *Trichinella spiralis* EN CERDOS Y EVALUACIÓN DEL PROGRESO DE LA INFECCIÓN MEDIANTE DETERMINACIÓN DE ANTICUERPOS USANDO LA TÉCNICA DE ELISA.

En esta etapa se utilizaron cuatro cerdos machos castrados de tres meses de edad (28 Kg aproximadamente), tres cerdos se infectaron y uno fue usado como control. Los cerdos se infectaron por consumo de carne parasitada de ratas, con 10 g a cada uno (aproximadamente 5,000 larvas por cerdo). Se realizó la técnica de compresión para cuantificar la cantidad de larvas musculares por gramo de carne.

Tras la infección, los cerdos fueron alojados en corrales individuales (con disposición de agua y alimento) de las instalaciones del área de experimentación del CUCBA, se identificaron como: cerdo testigo (CT) y los cerdos infectados como (C1, C2 y C3), tanto a los cerdos infectados como al testigo se les proporcionó un manejo de rutina durante 105 días, (hasta los 90 Kg aproximadamente) y posteriormente fueron sacrificados.

Los cerdos fueron monitoreados cada 15 días buscando anticuerpos séricos, a partir de la infección con larvas musculares de triquina. Antes de infectarlos se realizó una prueba para verificar la exposición de triquina en ellos mediante la toma muestras sanguíneas (5 ml) por punción en vena yugular. Las muestras de sangre se centrifugaron y se separó el suero y se realizó la técnica de ELISA usando un equipo comercial ©IVD Research Inc. Carlsband, CA 92008 USA (Internacional *Trichinella spiralis* Serum Microwell ELISA), con antígenos purificados. Las lecturas se realizaron en un lector automático de ELISA con filtro a 450 nm. Los animales fueron monitoreados de acuerdo al tiempo establecido en el cuadro 5.2.1. Esto se llevó a cabo en las instalaciones del Centro Estatal de Laboratorios, de la Secretaría de Salud Jalisco (CEESLAB).

Cuadro 5.2.1. Detección de anticuerpos de *Trichinella spiralis* en cerdos por la técnica de ELISA (n=4)

CERDO	TIEMPO DE MONITOREO (DÍAS)							
	0	15	30	45	60	75	90	105
Grupo experimental	3	3	3	3	3	3	3	3
Testigo	1	1	1	1	1	1	1	1

5.3. ETAPA III.- VIABILIDAD DE *Trichinella spiralis* EN CARNE DE CERDO SOMETIDA A CONGELACIÓN, REFRIGERACIÓN, SECADO, ADOBADO Y CURADO.

Se estudió el efecto que tienen los métodos de conservación de la carne de cerdo como son la congelación y la refrigeración así como el secado en estufa y el efecto que tienen los condimentos de adobos tipo comercial y el curado con sal nitro comercial utilizando la refrigeración como parte del tratamiento para ver la viabilidad de las larvas musculares.

Cuando los cerdos alcanzaron un peso aproximado de 90 Kg fueron sacrificados y posteriormente se obtuvo la carne para la toma de muestras para los tratamientos. Se seleccionaron los músculos tradicionalmente sujetos a la inspección y los de mayor afinidad por los parásitos (diafragma, maseteros y base de la lengua) entre otros. Los músculos se cortaron en trozos pequeños, se mezclaron para obtener muestras al azar con un peso de 50 g Posteriormente se formaron grupos de lotes para cada tratamiento con tres repeticiones correspondiendo a 150 g de carne para cada tratamiento, que fueron colocadas en bolsas de plástico cerradas herméticamente e identificadas; para ser monitoreados a diferentes tiempos (Cuadros 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3. y 5.3.4). Una vez establecidos los tratamientos, la temperatura de cada uno fue controlada con un termómetro digital se comprobó una oscilación de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ de la temperatura establecida. Antes de iniciar cada uno de los tratamientos, se realizó una prueba de digestión artificial para asegurar que en el día cero, las larvas de *Trichinella spiralis* se encontraban viables (con base en el movimiento larvario). El conteo de larvas se realizó una vez terminada la digestión artificial.

Para el caso de los tratamientos de congelación y refrigeración se utilizaron 4.800 Kg de carne, se formaron 4 grupos con 4 tratamientos cada uno de 1.200 Kg (-18°C, -20°C, 4°C y 0°C) con 24 muestras de carne, que se estuvieron monitoreando en el tiempo establecido según el siguiente cuadro.

Cuadro 5.3.1. Carne de cerdo sometida a congelación y refrigeración para observar la viabilidad de *Trichinella spiralis* (n=96)

TRATAMIENTO	PERIODO DE MUESTREO EN MESES							
	0	0.5	1	2	3	4	5	6
Congelación (-20°C)	0	0.5	1	2	3	4	5	6
Congelación (-18°C)	0	0.5	1	2	3	4	5	6
Refrigeración (4°C)	0	0.5	1	2	3	4	5	6
Refrigeración (0°C)	0	0.5	1	2	3	4	5	6

Para el tratamiento de secado, se introdujeron en un horno las muestras de carne infectada con *Trichinella spiralis* se colocándose en dos charolas de acero inoxidable por un periodo de 24 horas a 60°C y 57°C respectivamente; una vez que se realizó el tratamiento de la carne, se pesaron muestras de 50 gramos y se formaron lotes de 3 repeticiones. Posteriormente se formaron 2 grupos con 24 muestras por tratamiento y se mantuvieron en refrigeración a 4°C, donde fueron monitoreados en el tiempo establecido (Cuadro 5.3.2).

Cuadro 5.3.2. Carne de cerdo sometida a secado en estufa 54°C y 60°C/24 hrs. para observar la viabilidad de *Trichinella spiralis* (n=48)

TRATAMIENTO	PERIODO DE MUESTREO EN MESES							
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5
Secado en estufa 54°C	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5
Secado en estufa 60°C	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

El tratamiento de adobado de la carne de cerdo se realizó con dos productos comerciales, se preparó según las recomendaciones del fabricante y se formaron 48 muestras, 24 para cada tratamiento y se mantuvieron en refrigeración a 4°C, se realizó un monitoreo cada 15 días correspondiente al periodo de prueba (Cuadro 5.3.3).

Cuadro 5.3.3. Carne de cerdo adobada para observar la viabilidad de *Trichinella spiralis* (n=48)

TRATAMIENTO	PERIODO DE MUESTREO EN MESES							
Adobo tipo1 Refrigeración (4°C)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5
Adobo tipo2 Refrigeración (0°C)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

Para el tratamiento de curado, se introdujo la carne en una salmuera al 3%; con base al producto terminado y siguiendo la recomendación del fabricante. Se empleó un producto comercial, (Sal Cura Premier®); que contiene 93.75% de NaCl y 6.25% de Nitrito de sodio. Las muestras carne se estuvieron cambiando de posición cada 24 horas para lograr una distribución uniforme.

Posterior al curado se formaron 2 grupos de 24 muestras por tratamiento para someterse a diferentes temperaturas (0°C y 4°C) monitoreándose cada 15 días según el tiempo establecido en el siguiente cuadro.

Cuadro 5.3.4. Carne de cerdo sometida a curado para observar la viabilidad de *Trichinella spiralis* (n=48)

TRATAMIENTO	PERIODO DE MUESTREO EN MESES							
Curado (Refrigeración 4°C)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5
Curado (Refrigeración 0°C)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5

La viabilidad de las larvas se estableció por medio del método de digestión artificial, según la NOM -194-SSA1- 2004, esta norma especifica que se deben emplear 100 g de músculo, sin embargo, debido a la cantidad de masa muscular, la digestión se efectuó en proporción de acuerdo a los gramos obtenidos por tratamiento. Solo se reportó el número de larvas encontradas. Para verificar la viabilidad fue preciso reproducir el ciclo en ratones machos cepa CD1 para confirmar la resistencia ó muerte del parásito a los tratamientos que se establecieron.

Para el análisis estadístico de los resultados de los métodos de conservación para la viabilidad del parásito fueron analizados mediante un análisis de varianza para buscar diferencias entre los grupos y para cada grupo por separado. En los tratamientos se utilizó una prueba de t para la búsqueda de diferencias entre los dos tratamientos, empleando el paquete estadístico SIGMA STAT V3.1 (Advisory Statistics for Scientists) y SIGMA PLOT VP.9.0 (Exact Graphs for Exact Science), para gráficas.

6. RESULTADOS

6.1. REPRODUCCIÓN EXPERIMENTAL DE LA INFECCIÓN POR *Trichinella spiralis* EN RATAS

En la reproducción de la infección por *Trichinella spiralis* en ratas, se obtuvo un promedio de 500 larvas por g de carne, lo anterior se considera como una infección masiva ya que existen aproximadamente 100,000 LM por animal cuyo peso promedio se estima en 200 g. En el día 15 no se encontraron larvas en los músculos. En el día 30, se obtuvo un conteo de 498 ± 3 larvas. Para el día 45, se encontraron 499 ± 17 larvas. Al día 60, se encontraron 504 ± 12 larvas (Figura 6.1.1)

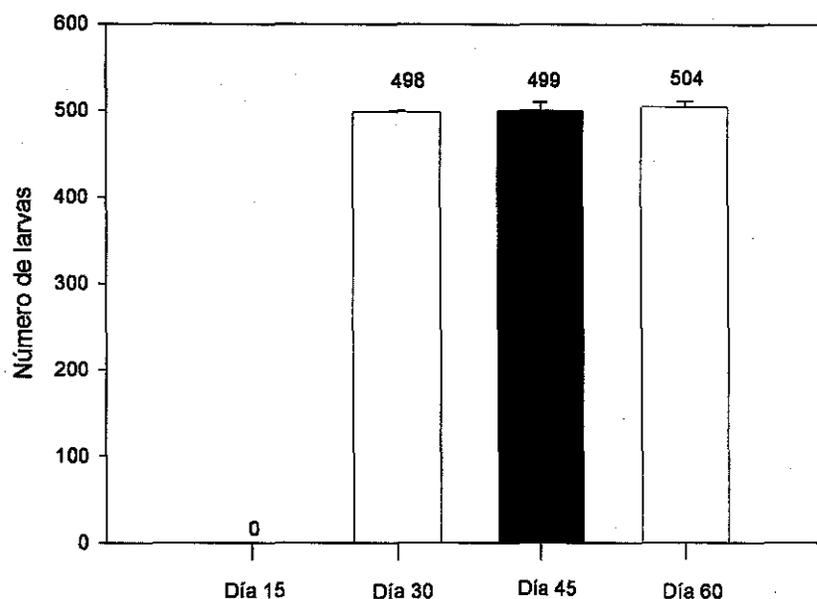
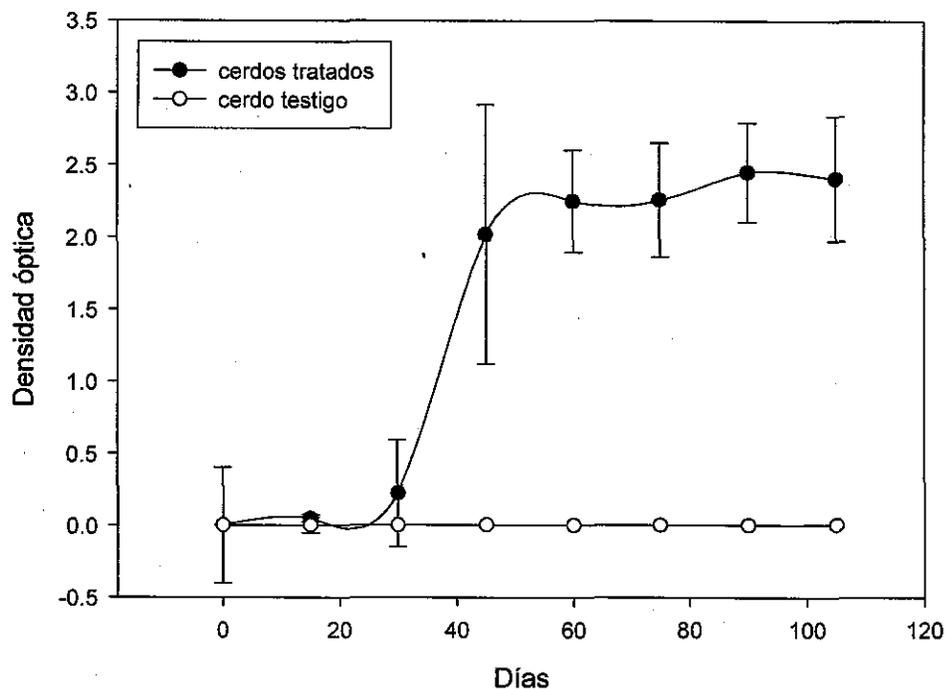


Figura 6.1.1. Número de larvas obtenidas de la infección experimental en ratas Wistar por compresión (n=3) (P = 0.841)

6.2. REPRODUCCIÓN EXPERIMENTAL DE LA INFECCIÓN DE *Trichinella spiralis* EN CERDOS Y EVALUACIÓN DEL PROGRESO DE LA INFECCIÓN MEDIANTE DETERMINACIÓN DE ANTICUERPOS USANDO LA TÉCNICA DE ELISA.

Los resultados permiten observar claramente el comportamiento diferencial entre la respuesta inmunológica en los "cerdos tratados" por la ingestión de carne infectada con *Trichinella spiralis* así como el "cerdo testigo". En el primero, se presentaron títulos de

anticuerpos (como unidades de densidad óptica) a partir de los 30 días post-infección. Así mismo la producción de anticuerpos alcanzó niveles máximos a los 60 días y permaneció como tal hasta la finalización del estudio (105 días). El cerdo testigo, se mantuvo sin respuesta inmunológica. Ninguno de los cerdos infectados presentó signos clínicos durante el experimento (Gráfica 6.2.1). La validación de los resultados y la interpretación de los mismos se llevó a cabo mediante el Kit de ELISA, se consideraron negativos los valores entre 0.0 a 0.3 de densidad óptica (D.O.) y positivos los mayores de 0.5 D.O.



Gráfica 6.2.1. Presencia de anticuerpos tras la infección experimental de cerdos con larvas de *Trichinella spiralis* por ELISA (n=3) Densidad óptica, De 0.0 a 0.3 D.O. = negativo, > 0.5 D.O.= positivo

6.3. VIABILIDAD DE *Trichinella spiralis* EN CARNE DE CERDO SOMETIDO A CONGELACIÓN, REFRIGERACIÓN, SECADO, ADOBADO Y CURADO

Los resultados se obtuvieron tras hacer la prueba de la digestión artificial de la carne de cada uno de los tratamientos, y realizando el conteo de las larvas de *Trichinella spiralis*. La viabilidad de las larvas musculares se comprobó infectando ratones CD1 con larvas procedentes de las muestras de la carne de cerdo sometidas a los diferentes tratamientos utilizados. Un mes después de la infección los ratones se sacrificaron y se obtuvieron los músculos de diafragma y posteriormente se realizó la triquinoscopía para evaluar la presencia o ausencia de las larvas de *Trichinella spiralis* estableciendo así su viabilidad y comprobando y evaluando la supervivencia de las larvas musculares.

6.3.1. Congelación

La congelación a -18°C y -20°C afectó la viabilidad de las larvas. Los resultados obtenidos de los diafragmas de ratón indicaron que las larvas de *Trichinella spiralis* no fueron viables. El día 0, antes de realizar el tratamiento se obtuvo un conteo de 93 ± 15 larvas musculares viables. En el día 15, las larvas encontradas no fueron viables; a -18°C y se cuantificó un total de 82 ± 41 larvas, y a -20°C , 91 ± 4 larvas. Para el día 30, se encontraron 67 ± 18 larvas a -18°C y 77 ± 9 a -20°C (Cuadro 6.3.1.1).

Cuadro 6.3.1.1. Viabilidad de *Trichinella spiralis* en carne de cerdo sometida a congelación a -18°C y -20°C

Congelación	Número de larvas encontradas					
	Día 0		Día 15		Día 30	
	-18°C	-20°C	-18°C	-20°C	-18°C	-20°C
Muestra 1	90	90	89	96	54	88
Muestra 2	110	110	78	94	89	75
Muestra 3	80	80	81	85	60	69
Promedio	93	93	82	91	67	77
Desviación estándar	15	15	41	4	18	9
Viabilidad	Viables		No viables		No viables	

Al efectuarse un análisis de varianza entre el tratamiento congelación a -18°C y -20°C además de pruebas de *t*, no se encontró diferencia estadística ($P > 0.05$) entre tiempos y temperaturas (Figura 6.3.1.1).

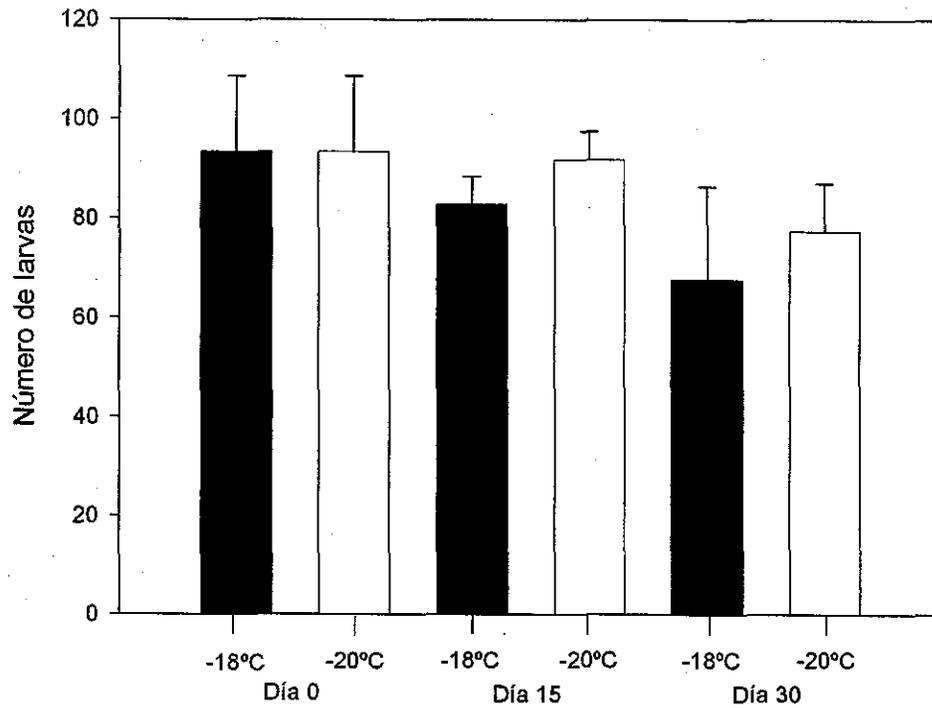


Figura 6.3.1.1. Número de larvas muertas encontradas en la carne de cerdo al día 15 en congelación por digestión artificial. -18°C (P = 0.169); -20°C (P = 0.226)

6.3.2. Refrigeración

La refrigeración a 0°C y 4°C no afectó la viabilidad de las larvas. Se realizó la cuantificación de larvas tras la digestión artificial y se observó movimiento larvario. Los resultados obtenidos de los diafragmas de ratón indicaron que las larvas de *Trichinella spiralis* fueron viables en refrigeración.

El día 0 se obtuvo un conteo de 93 ± 15 larvas musculares viables antes del tratamiento. En el día 15, las larvas encontradas fueron viables; a 0°C se cuantificó un promedio de 81 ± 31 larvas, y a 4°C, 109 ± 11 larvas. Para el día 30, a 0°C se encontraron 111 ± 18 larvas y 92 ± 18 a 4°C. Al día 45 se obtuvo un conteo de larvas a 0°C de 122 ± 36 larvas, y a 4°C, 108 ± 17 larvas. Para el día 60, se encontraron 91 ± 13 larvas a 0°C y 106 ± 11 a 4°C. Al día 75 se obtuvo un conteo de larvas a 0°C de 96 ± 31 larvas, y a 4°C, 95 ± 24 larvas. Para el día 90, a 0°C se encontraron 109 ± 21 larvas y 91 ± 17 a 4°C. Al día 105 se obtuvo un conteo de larvas a 0°C un promedio de 96 ± 23 larvas, y a 4°C, 97 ± 18 larvas (Cuadro 6.3.2.1).

Cuadro 6.3.2.1. Viabilidad de *Trichinella spiralis* en carne de cerdo sometida a refrigeración 0°C y 4°C

Refrigeración	Número de larvas encontradas															
	Día 0		Día 15		Día 30		Día 45		Día 60		Día 75		Día 90		Día 105	
	0°C	4°C	0°C	4°C	0°C	4°C	0°C	4°C	0°C	4°C	0°C	4°C	0°C	4°C	0°C	4°C
Muestra 1	90	90	45	110	95	73	89	90	105	101	67	76	113	98	96	115
Muestra 2	110	110	98	97	132	95	161	125	78	98	91	122	85	105	73	79
Muestra 3	80	80	101	120	107	109	115	108	90	119	130	87	128	71	120	98
Promedio	93	93	81	109	111	92	122	108	91	106	96	95	109	91	96	97
Desviación estándar	15	15	31	11	18	18	36	17	13	11	31	24	21	17	23	18
Viabilidad	Viables		Viables		Viables		Viables		Viables		Viables		Viables		Viables	

Al efectuarse un análisis de varianza entre el tratamiento en refrigeración a 0°C y 4°C además de pruebas de *t*, no se encontró diferencia estadística ($P > 0.05$) entre tiempos y temperaturas (Figura 6.3.2.1).

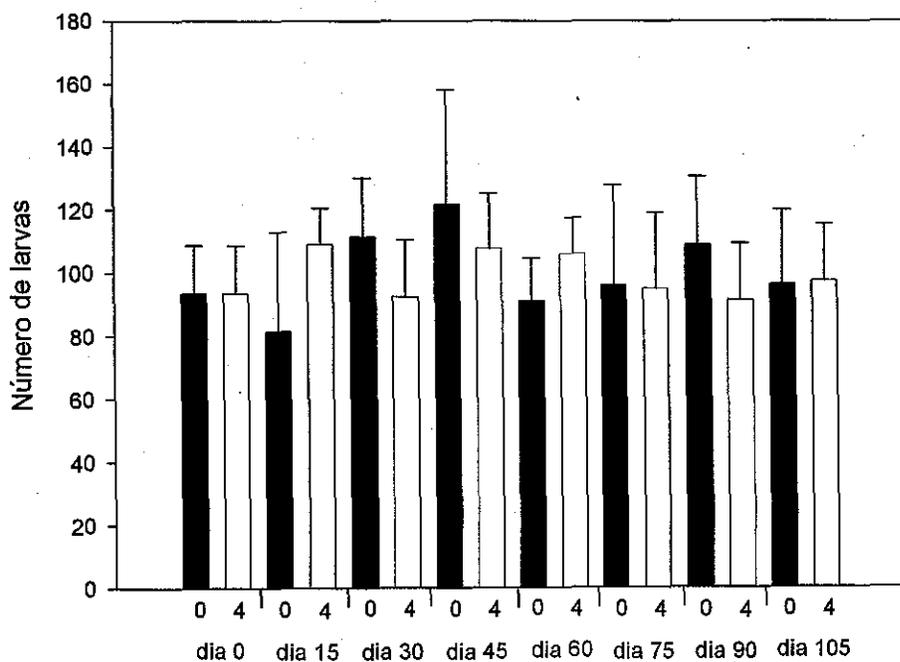


Figura 6.3.2.1. Número de larvas viables encontradas en carne de cerdo en refrigeración a 0°C y 4°C por digestión artificial, 0°C ($P = 0.609$); 4°C ($P = 0.784$)

6.3.3. Secado

El secado en estufa a temperaturas de 54°C y 60°C por 24 horas, afectó la viabilidad de las larvas, ya que se detectó que no había movimiento larvario. Los resultados obtenidos de los diafragmas de ratón indicaron que las larvas de *Trichinella spiralis* no fueron viables.

El día 0, antes de hacer el tratamiento del secado se obtuvo un conteo de 93 ± 15 larvas musculares viables. En el día 15, las larvas encontradas fueron no viables; a 54°C se cuantificaron 59 ± 12 larvas, y a 60°C, 67 ± 23 larvas. Para el día 30, se encontraron 62 ± 21 larvas a 54°C y 68 ± 27 a 60°C (Cuadro 6.3.3.1).

Cuadro 6.3.3.1. Viabilidad de *Trichinella spiralis* en carne de cerdo sometida a 54°C y 60°C por 24hrs.

Secado en estufa /24hrs. mantenidas en Refrigeración (4°C)	Número de larvas encontradas					
	Día 0		Día 15		Día 30	
	54°C	60°C	54°C	60°C	54°C	60°C
Muestra 1	90	90	48	75	55	37
Muestra 2	110	110	72	40	45	79
Muestra 3	80	80	58	85	87	88
Promedio	93	93	59	67	62	68
Desviación estándar	15	15	12	23	21	27
Viabilidad	Viables		No viables		No viables	

Al efectuarse un análisis de varianza entre el tratamiento de 54°C y 60°C por 24 horas y mantenido en refrigeración a 4°C, además de pruebas de *t*, no se encontró diferencia estadística ($P > 0.05$) entre tiempos y temperaturas (Figura 6.3.3.1).

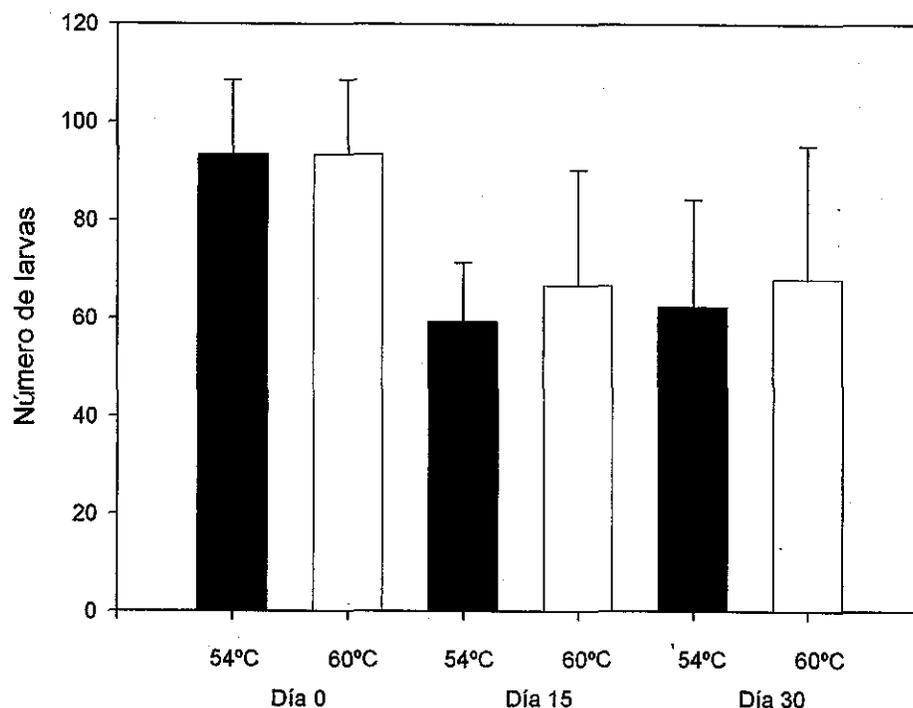


Figura 6.3.3.1. Número de larvas muertas encontradas en carne de cerdo al día 15 en secado por digestión artificial. 54°C (P = 0.089); 60°C (P = 0.334)

6.3.4. Adobado

La combinación de adobado y refrigeración a 4°C no afectaron la viabilidad de las larvas, debido a que al realizar la cuantificación de las mismas, por la técnica de digestión artificial, se observó movimiento larvario. Los resultados obtenidos de los diafragmas de ratón indicaron que las larvas de *Trichinella spiralis* aun eran viables. El día 0 se obtuvo un conteo de 93 ± 15 larvas musculares viables. En el día 15, las larvas encontradas fueron viables; en el adobo tipo 1 se cuantificó un promedio de 113 ± 39 y en el tipo 2 fue de 71 ± 9 larvas musculares. Para el día 30, en el tipo 1 se encontraron 112 ± 24 larvas y 87 ± 18 en el adobo tipo 2. Al día 45 se obtuvo promedio de larvas en el tipo 1 de 104 ± 15 y en el tipo 2, 91 ± 12 larvas musculares. Para el día 60, se encontraron 92 ± 15 larvas en el tipo 1 y 95 ± 9 en el tipo 2. Al día 75 se obtuvo un promedio de 97 ± 15 y en el tipo 2, 93 ± 16 larvas musculares. Para el día 90, en el adobo tipo 1 se encontraron 91 ± 12 larvas y 92 ± 11 en el tipo 2. Al día 105 se obtuvo un conteo de larvas musculares en el adobo tipo 1 un promedio de 93 ± 24 y 97 ± 16 en el tipo 2 mostrándose en el siguiente cuadro.

Cuadro 6.3.4.1. Viabilidad de *Trichinella spiralis* en carne de cerdo adobada en refrigeración a 4°C

Adobo Refrigeración 4°C	Número de larvas encontradas															
	Día 0		Día 15		Día 30		Día 45		Día 60		Día 75		Día 90		Día 105	
	1*	**2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Muestra 1	90	90	147	68	93	71	88	96	76	87	83	76	103	101	68	98
Muestra 2	110	110	70	82	104	107	107	78	95	105	113	94	91	79	117	113
Muestra 3	80	80	122	63	140	83	119	101	107	93	97	109	79	98	95	81
Promedio	93	93	113	71	112	87	104	91	92	95	97	93	91	92	93	97
Desviación estándar	15	15	39	9	24	18	15	12	15	9	15	16	12	11	24	16
Viabilidad	Viables		Viables		Viables		Viables		Viables		Viables		Viables		Viables	

*Adobo tipo 1 ** Adobo tipo 2

Al efectuarse un análisis de varianza entre el adobo tipo 1 y tipo 2 utilizado y mantenido en 4°C además de pruebas de *t*, no se encontró diferencia estadística ($P > 0.05$) entre tiempos y temperaturas (Figura 6.3.4.1).

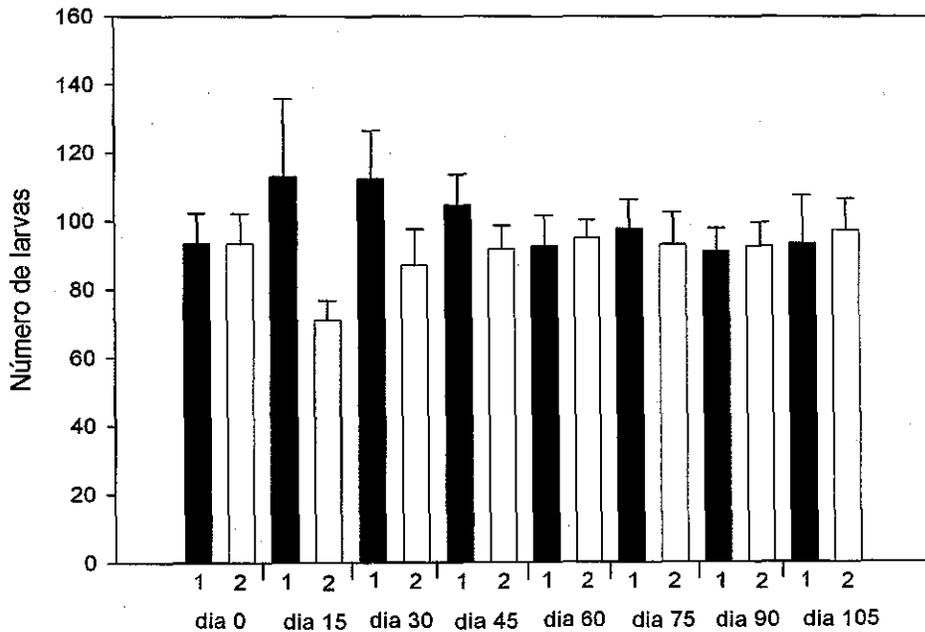


Figura 6.3.4.1. Número de larvas viables encontradas en carne de cerdo con dos tipos de adobo por digestión artificial. Adobo tipo 1 ($P = 0.814$); adobo tipo 2 ($P = 0.439$)

6.3.5. Salmuera

El curado en salmuera y la refrigeración a 0°C y 4°C no afectaron la viabilidad de las larvas. Se realizó la cuantificación tras la digestión artificial y la observación de movimiento larvario. Los resultados obtenidos de los diafragmas de ratón indicaron que las larvas de *Trichinella spiralis* fueron viables. El día 0, antes del tratamiento se obtuvo un conteo de 93 ± 15 larvas musculares viables. En el día 15, las larvas encontradas fueron viables; a 0°C se cuantificó un promedio de 84 ± 15 larvas, y a 4°C, 71 ± 19 larvas. Para el día 30, a 0°C se encontraron 87 ± 16 larvas y 78 ± 13 a 4°C. Al día 45 se obtuvo un promedio de larvas a 0°C de 90 ± 23 larvas, y a 4°C, 89 ± 12 larvas. Para el día 60, se encontraron 92 ± 16 larvas a 0°C y 96 ± 11 a 4°C. Al día 75 se obtuvo un conteo de larvas a 0°C de 84 ± 8 larvas, y a 4°C, 86 ± 10 larvas. Para el día 90, a 0°C se encontraron 92 ± 18 larvas y 94 ± 18 a 4°C. Al día 105 se obtuvo un conteo de larvas a 0°C un promedio de 85 ± 20 y a 4°C, 93 ± 10 larvas musculares mostrándose en la siguiente cuadro.

Cuadro 6.3.5.1. Viabilidad de *Trichinella spiralis* en carne de cerdo a sometida a curado en refrigeración a 0°C y 4°C

Curado Refrigeración	Número de larvas encontradas															
	Día 0		Día 15		Día 30		Día 45		Día 60		Día 75		Día 90		Día 105	
	0°C	4°C	0°C	4°C	0°C	4°C	0°C	4°C	0°C	4°C	0°C	4°C	0°C	4°C	0°C	4°C
Muestra 1	90	90	96	68	106	79	89	103	78	98	91	82	109	115	80	97
Muestra 2	110	110	66	53	74	64	114	85	110	85	75	98	96	78	69	81
Muestra 3	80	80	89	91	81	90	67	78	89	107	87	79	73	90	108	101
Promedio	93	93	84	71	87	78	90	89	92	96	84	86	92	94	85	93
Desviación Standard	15	15	15	19	16	13	23	12	16	11	8	10	18	18	20	10
Viabilidad	Viables		Viables		Viables		Viables		Viables		Viables		Viables		Viables	

Al efectuarse un análisis de varianza entre el tratamiento de curado a 0°C y 4°C además de pruebas de *t*, no se encontró diferencia estadística ($P > 0.05$) entre tiempos y temperaturas (Figura 6.3.5.1).

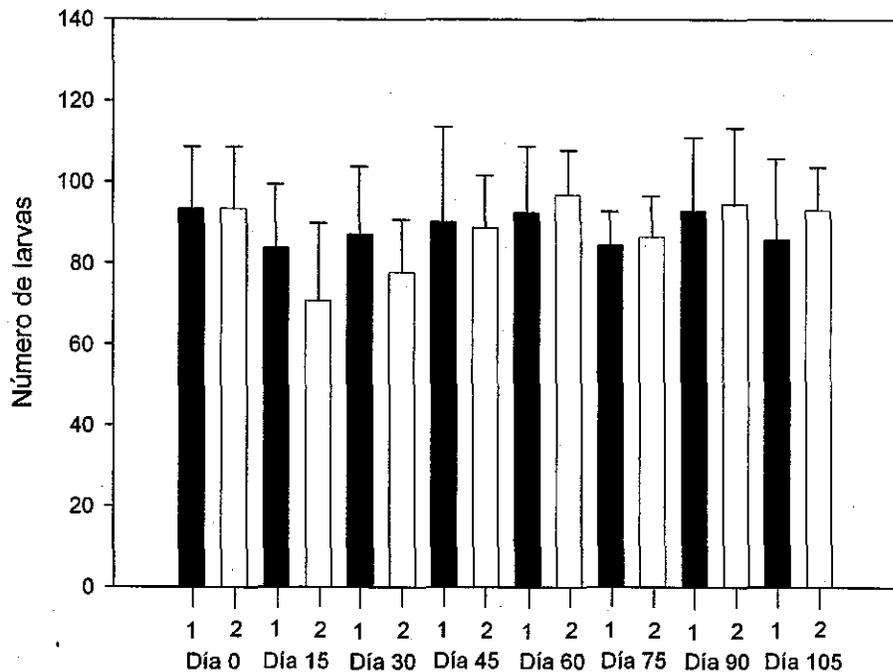


Figura 6.3.5.1. Número de larvas viables en carne de cerdo sometida a curado por digestión artificial, 1 Curado 0°C (P = 0.991); 2 Curado 4°C (P = 0.350)

6.3.6. Viabilidad

Para comprobar la viabilidad de las larvas musculares recuperados de cada tratamiento, se infectaron ratones machos de la cepa CD1 de 25 g con 100 ± 9 LM procedentes de las muestras de la carne de cerdo sometida a los diferentes tratamientos utilizados. A los 40 días de infección, los ratones fueron sacrificados y se obtuvo el diafragma y se efectuó la triquinoscopia para evaluar la presencia o ausencia de las larvas de *Trichinella spiralis* como resultado se decidió por establecer este criterio como viable o no viable (Cuadro 6.3.6.1). Las figuras 6.3.6.1, 6.3.6.2, 6.3.6.3 y 6.3.6.4 muestran fotografías de las larvas musculares recuperadas de diafragmas de los ratones infectados.

Cuadro 6.3.6.1. Viabilidad de las larvas de *Trichinella spiralis* recuperadas en los diferentes tratamientos

Tratamiento	Larvas en diafragma de ratón	
	Si	No
Congelación -18°C		X
Congelación -20°C		X
Refrigeración 0°C	X	
Refrigeración 4°C	X	
Secado a 54°C		X
Secado a 60°C		X
Adobo tipo 1	X	
Adobo tipo 2	X	
Curado a 0°C	X	
Curado a 4°C	X	



Figura 6.3.6.1. Larvas de *Trichinella spiralis* obtenidas de diafragma de ratón, por compresión observadas al microscopio óptico de luz a 10X

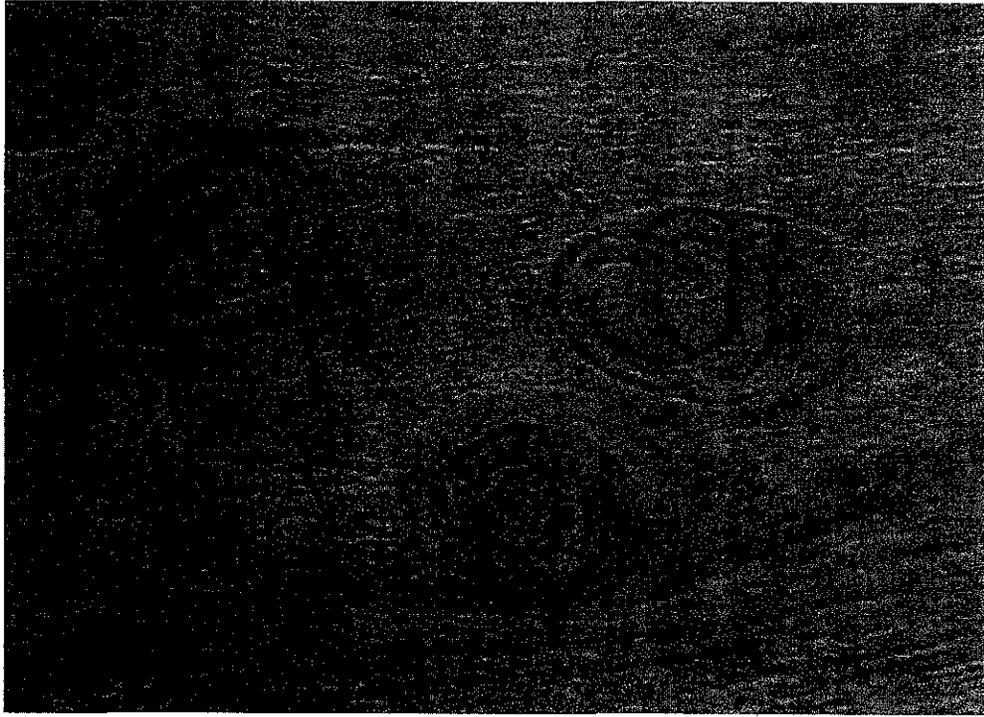


Figura 6.3.6.2. Larvas de *Trichinella spiralis* obtenidas de diafragma de ratón, por compresión observadas al microscopio óptico de luz a 40X

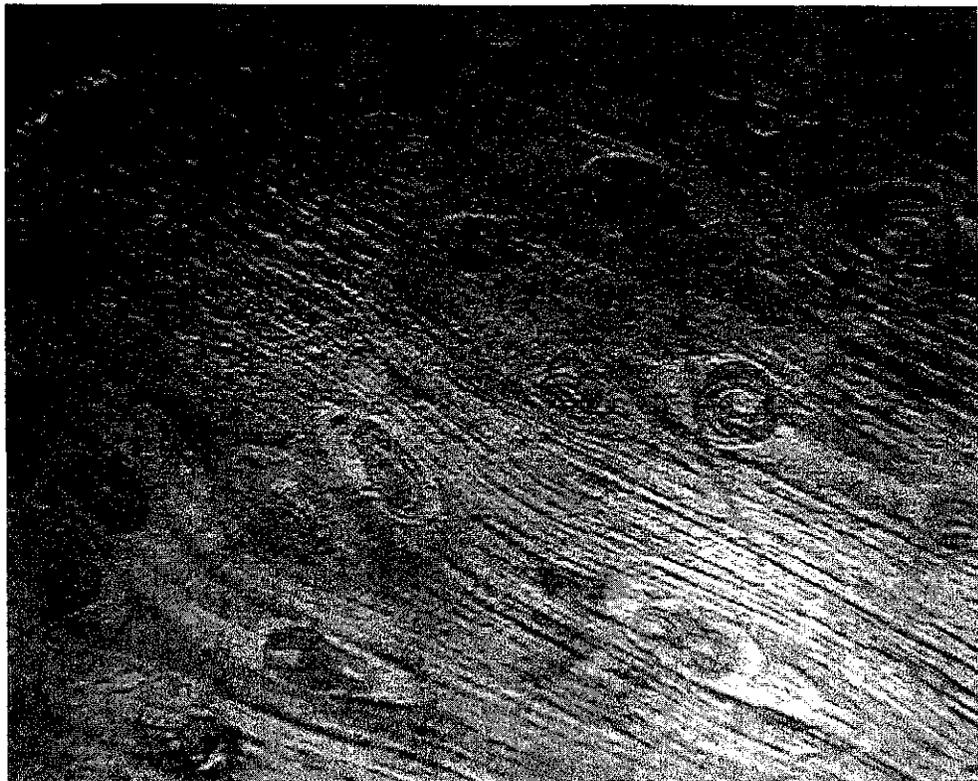


Figura 6.3.6.3. Larvas de *Trichinella spiralis* obtenidas de diafragma de ratón, por compresión observadas al microscopio óptico de luz a 10X.



Figura 6.3.6.4. Larvas de *Trichinella spiralis* obtenidas de diafragma de ratón, por compresión observadas al microscopio óptico de luz a 10X

7. DISCUSIÓN

El estudio de los parásitos en los alimentos implica la implementación de una serie de pasos que van desde el estudio de sus características hasta su manifestación epidemiológica y consecuencias a la salud pública.

7.1. REPRODUCCIÓN EXPERIMENTAL DE LA INFECCIÓN POR *Trichinella spiralis* EN RATAS

En esta etapa del estudio fue posible reproducir la infección experimental en ratas Wistar cuando se alimentaron con 5 g de carne con larvas de *Trichinella spiralis* cada una (aproximadamente 500 larvas por g). Estos resultados coinciden con Dunn (1983), quien afirma que solo se requiere la ingestión de una cantidad mínima de músculo para establecer una infección. Así mismo Vignau (2004) y Meza *et al.* (1996) produjeron la infección con ratas Wistar y Long Evans con 500 larvas de *Trichinella spiralis*. Cabe mencionar que en dosis más pequeñas es posible producir la enfermedad.

En este estudio se logró reproducir una infección masiva en ratas con peso promedio de 200 g en las que se contabilizaron cien mil larvas musculares (LM) y a estas se les administraron 500 LM, como menciona Euzéby (2001) quien establece que en una triquinosis masiva se pueden contabilizar hasta 1.500 e incluso 3.500 LM por gramo de músculo. Según Zimmerman, (1970) existen varios factores que influyen en la capacidad reproductiva de la triquina entre ellos: la cepa, viabilidad del parásito, susceptibilidad del huésped, y el tamaño de la dosis contagiosa. Por lo que el uso de las ratas Wistar es un buen modelo biológico para la reproducción de la infección por *Trichinella spiralis*, demostrando que el parásito posee una buena capacidad infectante para la rata.

7.2. REPRODUCCIÓN EXPERIMENTAL DE LA INFECCIÓN DE *Trichinella spiralis* EN CERDOS Y EVALUACIÓN DEL PROGRESO DE LA INFECCIÓN MEDIANTE DETERMINACIÓN DE ANTICUERPOS USANDO LA TÉCNICA DE ELISA.

Mediante la técnica de ELISA se detectaron anticuerpos de *Trichinella spiralis* en los sueros de los animales que se infectaron experimentalmente con el parásito de triquina.

Esto concuerda con Ribicich *et al.* (2000), cuyos resultados obtenidos de los sueros examinados muestran valores positivos. Datos similares se obtuvieron en nuestro estudio con los sueros de cerdos infectados con 5,000 larvas aproximadamente. Esta dosis fue suficiente como para obtener larvas en la carne de cerdo, así los sueros constituyen muestras positivas de infección a la enfermedad de triquinosis porcina.

La técnica de ELISA por su disponibilidad, su especificidad del 93.8% y su sensibilidad del 96.6%, constituye una valiosa herramienta en el diagnóstico de referencia de triquinosis porcina, por lo que debe ser considerada como un importante componente de un programa de control para erradicar la triquinosis porcina. La utilización de la técnica de ELISA proporciona un diagnóstico más certero de la triquinosis porcina ya que permite detectar animales con bajos niveles de anticuerpos en comparación con pruebas directas en carne como son la triquinoscopia y/o la digestión artificial. Gamble *et al.* (1983) mencionan que los métodos directos como triquinoscopia y digestión artificial en los que se demuestra la presencia de larvas en tejidos pueden ser costosos y laboriosos, además de que las infecciones tempranas pasan desapercibidas debido a que la sensibilidad de estas pruebas no son adecuadas y no son tan confiables en bajos niveles de infección a diferencia de la técnica de ELISA. Los niveles de anticuerpos según Vignau (2004) se mantienen durante más de 100 días *post-infección*, debido a que las larvas comienzan a ser infectivas entre los días 17 y 21. Esto concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio ya que se identificó la presencia de anticuerpos a partir del día 15 *post-infección*. Los niveles de anticuerpos se mantuvieron hasta el final del estudio (105 días).

7.3. VIABILIDAD DE *Trichinella spiralis* EN CARNE DE CERDO SOMETIDO A CONGELACIÓN, REFRIGERACIÓN, SECADO Y CURADO

El decomiso de una canal de cerdo con *Trichinella spiralis* representa un problema económico para el productor, lo cual ha motivado una serie de procedimientos a fin de que se pueda utilizar sin que haya peligro para el consumidor. Por tal motivo, se han desarrollado una serie de métodos para que las larvas del parásito mueran y que la carne pueda ser utilizada (Quiroz y Bañuelos, 1972).

En la presente investigación se tomaron directamente los músculos de la lengua, diafragma, maseteros y otros por ser las regiones que tienen mayor afinidad por las larvas de *Trichinella spiralis*, según los resultados a las investigaciones realizadas por Olsen *et al.* (1964); Zimmermann (1970), Kotula (1984) y Serrano (1999).

En el experimento realizado en este estudio se encontró que las larvas no sobrevivieron a temperatura de -18°C y -20°C a los 15 días posteriores al tratamiento, lo cual concuerda con lo mencionado por Meza *et al.* (1996), quienes encontraron que las larvas no sobreviven en piezas pequeñas de carne y también con Acha y Szyfres (2003) quienes afirman que el tratamiento térmico de congelación es un método de conservación de la carne aplicado en muchas ocasiones para la destrucción de larvas de *Trichinella spiralis*. Martínez *et al.* (1993) mencionan que la cepa mexicana de *Trichinella spiralis* sobrevive a la congelación hasta por tres días, conservando su infectividad. Mientras que el tratamiento de refrigeración a 4°C sólo disminuye la cantidad de larvas, esto coincide con lo encontrado por Chávez *et al.* (2005) y Meza *et al.* (1996). Esto posiblemente se debe a la cápsula que protege a la larva llamada "célula nodriza".

Por otra parte se observó que el adobo utilizado en la carne de cerdo no afectó la viabilidad de la larva, como ocurrió en el experimento de Quiroz y Landeros (1988), quienes realizaron un estudio sobre la valoración del tiempo de supervivencia de las larvas de *Trichinella spiralis* en chorizo de cerdo, mostrando evidencias de que estas sobreviven en el embutido. Estos autores encontraron larvas viables a los 15 y 30 días, por lo que se establece que el consumo de chorizo con menos de 15 días de maduración tiene un alto riesgo de producir una infección. A diferencia del experimento de Quiroz y Bañuelos (1972), quienes prepararon chorizo casero, gallego y andaluz con carne de rata infectada con *Trichinella spiralis*, después de 30 días de maduración, fueron administradas a ratas sanas, se sacrificaron a los 30 días, y los resultados indicaron que las larvas no eran viables. Sin embargo en este estudio el tratamiento con los dos adobos se observó a los 105 días que las larvas aun seguían viables. Por lo que se observa que los condimentos utilizados no tienen efecto destructivo en las larvas musculares contenidas en la carne.

La supervivencia de las larvas en este experimento demuestra que el curado con sal nitro no altera la viabilidad de los parásitos ni sus características físicas. Esto concuerda con lo

encontrado con Allen *et al.* (1962) quienes encontraron larvas en carne con diferentes concentraciones de sal común a los 39 días pero después de los 42 días ya no sobreviven. Sin embargo estudios realizados por Smith *et al.* (1989) demostraron que el curado en carne tiene un efecto destructivo de larvas. Lo que no ocurrió en este estudio ya que se demostró que el producto comercial utilizado no es recomendable para la destrucción de larvas de *Trichinella spiralis*.

Para el tratamiento de congelación, se sugiere que realizar un monitoreo a intervalos más cortos para establecer con precisión el día en que las larvas pierden viabilidad ya que a los 15 días no se observaron larvas viables.

El control de la triquinosis en cerdos debería realizarse a través de la prevención de la infección en los animales domésticos y silvestres mediante un eficaz programa de fauna nociva en unidades producción porcina. Es importante la educación en salud pública destacando el riesgo de consumir carne no propiamente cocida así como el establecer programas de control más eficaces para la triquinosis en México.

8. CONCLUSIONES

- 8.1. La viabilidad de las larvas de triquina pudo ser alterada por los tratamientos de secado y congelado.
- 8.2. Las larvas de triquina son capaces de resistir la refrigeración manteniéndose viables hasta por 105 días.
- 8.3. El secado en estufa a temperaturas de 54°C y 60°C por 24 horas, afectó la viabilidad de la larva y sus características físicas.
- 8.4. El adobo utilizado en la carne de cerdo no afectó la viabilidad de las larvas de *Trichinella spiralis*.
- 8.5. El curado con sal nitro al 3% no fue suficiente para inactivar a las larvas de *Trichinella spiralis*.

9. LITERATURA CITADA

- Abreu, L. M., (1996). Programa de Actualización Continua para Médicos Generales (PAC). Parasitología Medica Parte C. Libro 4. Editado por Biagi, F. F., Tay, Z. J., Álvarez, Ch. R., Gutiérrez, Q. M., Editorial INTERSISTEMAS S.A. de C.V. Primera edición. <http://www.drscope.com/privados/pac/generales/parasitologia/triquinosis.html>
- Acha N. P. y Szyfres B., (2003). Zoonosis y enfermedades trasmisibles comunes al hombre y a los animales. 3ra edición. Vol. III. Parasitosis. Organización Panamericana de la Salud. P. 325- 337.
- Aguilar, F. B. R., Bautista, G. C. R., Rojas, J., De Nova, E. M., Ixta, R. O. and Martínez, G. F., (2000). Experimental Swine Trichinellosis: Use of Dot-ELISA and Western Blot with Excretion/Secretion Antigens (ES) from Infective Larvae to Detect Anti-*Trichinella spiralis* Antibodies. Revista Latinoamericana de Microbiología. 42:57 - 62.
- Allen, R. W., and Goldberg, A., (1962). The Effect of Various Salt Concentrations on Encysted *Trichinella spiralis* Larvae. American Journal Veterinary Research, Vol. 23, (Suppl. 94):579 - 586.
- Álvarez, D. M. B., (2005). La triquinosis. Revista de Ciencias Naturales. No.2 Marzo. <http://www.ies.virgendesoterrano.edu.juntaextremadura.net>
- Ancelle, T., (1998). Historial de los brotes de triquinosis ligados al consumo de carne de caballo 1975-1998. Eurosurveillance monthly releases 1998. 3(Suppl. 8-9):86-89.
- Arriaga, C., Yopez, M. L., Morilla, A. and Ortega, P. M. G., (1993). Detection of circulating *Trichinella spiralis* muscle larva antigen in serum samples of experimentally and naturally infected swine. Trichinellosis, Proceeding of the Eighth International Conference on Trichinellosis, Oviato, Italy, September 7-10, 1993, Edited por Cambell, W., C., Pozio, E. and Bruschi, F., P.301 – 306.
- Bartoloni, A., Cancrini, G., Bartalesi, F., Nicoletti, A., Méndez, P. G., Rosado, J., Roselli, M., y Paradisi, F., (1999). Anticuerpos contra *Trichinella spiralis* en la población rural de la provincia Cordillera, Bolivia. Revista Panamericana Salud Pública. 5(Suppl. 2):97-99.
- Berumen, D. T. V., Muñoz, E. J. J., Moreno, G. M. A., (2002). Trichinellosis en perros callejeros de la ciudad de Zacatecas México. Comunicación, Parasitología Latinoamericana. 57:72-74.

- Bessonov, A. S., Cuperlovic, K., Gajadhar, A. A., Gamble, H. R., Knapen, F. van, Nöeckler, K., Schenone, H., Zhu, X., (2000). Métodos recomendados para el control de *Trichinella* en animales domésticos y silvestres destinados al consumo humana, preparado por el Comité de ICT (Comisión Internacional para Triquinelosis) para establecer Normas a seguir en el control de Triquinosis. <http://www.Med.unipi.it/ICTE.doc>
- Bruschi, F. and Murrell, K., (2002). New Aspects of human trichinellosis: the impact of new *Trichinella* species. *Postgraduate Medical Journal*. 78(Suppl. 915):15 -21.
- Capo, V. and Despommier, D. D., (1996). Clinical Aspects of Infection with *Trichinella spp.* *Clinical Microbiology Reviews*. 9(Suppl. 1): 47-54.
- Carradas, T., (1992). La parasitosis del hombre en la Republica Mexicana. Avances recientes y perspectivas. *Infectología*. 12(Suppl. 8): 417 - 517.
- Chávez, G. E. G., Saldívar, E. S. J., Reveles, H. R. G., Muñoz, E. J. J., Moreno, G. M. A., (2006). Trichinellosis una zoonosis vigente, *Revista electrónica de veterinaria REDVET*, <http://veterinaria.org/revidysd/redvet/n06606.html>
- Chávez, G. E. G., Saldívar, E. S. J., Reveles, H. R. G., Muñoz, E. J. J., Moreno, G. M. A., (2005). Determinación del efecto de la temperatura en la persistencia de *Trichinella spiralis*, *Revista digital de la Universidad Autónoma de Zacatecas, Nueva época*. Publicación cuatrimestral. <http://www.uaz.edu.mx/revistainvestigacion>
- Contreras, M., Sandoval, L., Salinas, P., Saavedra, T. y Schenone, H., (2001). Inmunodiagnóstico de la triquinosis humana. *Boletín Chileno de Parasitología*. 57(Suppl. 3-4): 47-53.
- Cook, G. C., (2001). Outbreak of trichinosis (trichiniasis) – contracted in London in 1879. P. 62.
- Cordero, D. M. J., Rojo, F. A., (2002). *Parasitología Veterinaria*. Tercera reimpresión. Editorial McGraw-Hill Interamericana. P. 496-506.
- Correa, D., Coballase, U. E., Solís, R. D., Huerta, G. B., Hernández, I. J.L. , (2006). Triquinelosis, Capítulo 50, *Aprendizaje de la parasitología basado en problemas*, Editado por Ana Flisser Steinbruch y Ruy Pérez Tamayo, Editores textos mexicanos. P.560 -570.

- Costamagna, S. R., (2000). Trichinellosis: A propósito de un peritaje judicial. VI Congreso Argentino de Protozoología y Enfermedades Parasitarias. Huerta Grande, 25 al 28 de Octubre 2000. 60(Suppl. 3):56-57.
- De-la-Rosa J. L., Aranda, J.G., Padilla, E., and Correa D., (1998). Prevalence and risk factor associated with serum antibodies against *Trichinella spiralis*. International Journal Parasitology. 28:317- 321.
- De-la-Rosa, J. L., Alcantara, P. and Correa, D., (1995). Investigation of Cross-Reactions against *Trichinella spiralis* Antigens by Enzyme- Linked Inmunosorbent Assay and Enzyme-Linked Immunoelctrotransfer Blot Assay in Patient with Various Diseases. Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology. 2(Suppl. 1):122-124.
- De-la-Rosa, J. L., y Gómez, G. A (2004). Parasitología Médica de las moléculas a la enfermedad. Editado por Becerril, F., Romero, C., Editorial Mc-GrawHill Interamericana. P. 219-225.
- De-la-Rosa, J. L., y Gómez, G. A., (2000). Búsqueda de anticuerpos contra *Trichinella spiralis* en roedores de libre desplazamiento capturados en un zoológico de la Ciudad de México. Boletín Chileno de Parasitología. 55(Suppl. 3-4).
- De-la-Rosa, J. L.; Moran, T. E., Medina, Y., Gómez-Priego. A., and Correa, D., (2001). Detection of circulating and fecal *Trichinella spiralis* antigens during experimental infection using monoclonal antibodies against the new born larvae. Parasite. 8:123-125.
- Desenclos, J.C., (1999). Triquinosis asociada al cerdo: ¿ha surgido un nuevo modo de transmisión?. Eurosurveill, 4(Suppl. 7):77.
- Diario Oficial de la Federación, (2004). Secretaría de Salud. NOM-194-SSA1-2004, P. 9-31. http://www.dof.gob.mx/2004/septiembre/dof_18-09-2004.pdf
- Dirección General de Epidemiología, (2006), Tomado de la red mundial <http://www.dgepi.salud.gob.mx/infoepi/index.htm> en anuarios de morbilidad
- Dunn, A. M., (1983). Helminología Veterinaria. Editorial Manual Moderno S.A. de C.V., México. P. 104-105, 331-334.
- Euzéby, J., (2001). Los parásitos de la carne, Epidemiología, Fisiopatología, Incidencias Zoonóticas. Editorial Acribia S.A., España. P. 173-227.
- Flores, T. M., Marchesini, C. J. R., Arteaga, T. G., y Martínez, S. J. A., (1996). Inmunodiagnóstico de triquinosis porcina experimental empleando antígenos de excreción y secreción. International Society for animal hygiene. Memorias X seminario

- educación e investigación en higiene animal, América y Europa: dos aproximaciones. México, D. F., 21-31 de octubre de 1996. P. 108- 106.
- Gamble, H. R., Anderson, W. R., Graham, C. E. and Murrel, K. D., (1983). Diagnosis of swine trichinosis by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) using an excretory-secretory antigen. *Veterinary Parasitology*. 13:349-361.
- Gamble, H. R., Rapić, D., Marinculić, A. and Murrel, K. D., (1988). Evaluation of excretory – secretory antigens for the serodiagnosis of swine trichinellosis. *Veterinary Parasitology*, 30:131-137.
- García, E., Mora, L., Torres, P., Jercic, M. and Mercado, R., (2005). First record of human trichinosis in Chile associated with consumption of wild boar (*sus scrofa*). *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*. 100(Suppl. 1):17-18.
- Hendrix, CH. M., (1999). *Diagnóstico Parasitológico Veterinario*. Segunda edición. Editorial Harcourt Brace de España S.A., P. 303-305.
- Jiménez, C. E., Caballero, G. M De L., Uribe, G. G., Trejo, H. E., Gay, J. F. R., (2005). Frecuencia de *Trichinella spiralis* en sangre y músculo de equinos sacrificados en dos diferentes mataderos uno de tipo industrial y otro de tipo rural en el Estado de México. *Vet. Méx.* 36(Suppl. 3): 269- 278.
- Kazacos, K. R. and Murrell, D., (1995). *Trichinellosis*, From the Department of Veterinary Pathobiology. Purdue University, West Lafayette, IN 47905 and the Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, MD 20705. <http://www.avma.org/noah/resouces/zoonosis/zntrichi.asp>
- Kotula, A. W., Murrell, K.D., Acosta-Stein, L. and Lamb, L., (1984). Distribution of *Trichinella spiralis* larvae in selected muscles and organs of experimentally infected swine. *Journal of Animal Science*, Vol.5 (Suppl. 1):94-98.
- Kotula, A. W.; Murrell, K. D.; Acosta-Stein, L.; Lamb, L.; Douglass, L., (1983). *Trichinella spiralis* effect of high temperature on infectivity in pork, *Experimental Parasitology* 56(1): 15-19
- Lawrie, R. A., (1998). *Ciencia de la carne*. Tercera edición. Editorial Acribia., España, P. 138.
- Libby, A. J., (1986). *Higiene de la carne*. Editorial CECSA. México P. 208-209.
- Martínez, A. R., Fernandez, B., Arribas, B. Bolas, F. (1993). Freezing resistance of spanish *T. isolates (T. sp. y T. b.)*. *Trichinellisis*, Proceeding of the Eighth International

- Conference on Trichinellosis, Oviato, Italy, September 7-10, 1993, Edited por Campbell, W., C., Pozio, E. and Bruschi, F., P.99 – 105.
- Martínez, B. I., Romero, C. R. Fernández, P.A.M., Vázquez, T. O., y Pérez D. J. M., (2000). Inmunoepidemiología de la triquinelosis en niños de la Ciudad de México. *Revista Mexicana Patología Clínica*. 47(Suppl. 3):156 - 161.
- Martínez, B. I., Vázquez, T. O., Romero, C. R., Gutiérrez, Q. M., García, Y. Y., Fernández, P. M. A. y Campos, R. T., (2001). Búsqueda de *Trichinella spiralis* en carne de cerdo que se expende en carnicerías del Distrito Federal. *Vet. Méx.*, Vol. 32 (Suppl.2):141-144.
- Martínez, B. M. (1986), Orden *Trichuroidea*. Manual de Parasitología Médica, Ediciones Científicas, La prensa mexicana, 2da. Edición. P.316-322.
- Martínez, F. A .R., (2002). Capítulo 27, Trichinosis. Editado por Cordero, D. M. J., Rojo, F. A., Parasitología Veterinaria. Tercera reimpresión. Editorial McGraw-Hill Interamericana. España. P. 496-506.
- Martínez, F. A. M., Nogal, R. J. J., y Fonseca, S. F., (2005). *Trichinella britovi* Ponzio *et. al.* 1992, la Triquina endémica en los climas templados del viejo mundo. *Revista electrónica de Veterinaria REDVET* Vol.6(Suppl. 5). Tomado de la red mundial <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050505.htm>
- Martínez, M. R., (1985). ¿Esta en aumento la triquinosis en México? ¿Podría esto ser una consecuencia inesperada de nuestro "desarrollo"? *Salud Pública de México*. 27:40-51.
- Martínez, R., (2006). Situación de la triquinosis en Chile, <http://www.epi.minsal.cl/epi/html/public/triquinosis.htm>
- Mazzoti, L., Chavira, C., (1943). Investigación de triquina en 600 diafragmas humanos de la ciudad de México., *Revista del instituto de salubridad y enfermedades tropicales, México*, Tomo IV, 4:343-161.
- Meza, E., García, E., Alvarado, M., Letechepia, M. y Moreno, A., (1996). Evaluation of the effectiveness of temperatura on the viability of *Trichinella spiralis* infective larvae, *Trichinellosis*, Proceedings of the Ninth International Conference on Trichinellosis, August 19-22, 1996, México city. CINVESTAV-IPN, P. 93-98.
- Montali, G., Cabral, M., and Plaza, H., (1997). Diagnóstico de *Trichinella spiralis* por el método de digestión artificial. FAO, Red de Helminología para América Latina y del

Caribe, Ministerio de Asuntos Agrarios, Provincia de Buenos Aires.
http://cniia.inta.gov.ar/helminto/digestenzi_12.htm

- Moreno, G. B., (1993). Higiene e inspección de carnes, Bases científicas y legales de los dictámenes de matadero. Capítulo 22; Las enfermedades parasitarias en la inspección de la carne. II. Triquinosis o triquinellosis, Editorial Díaz de Santos S.A., España. Vol. II, P. 279 - 296.
- Moreno, G. M., García, M. E. A., Reveles, H. R. G. y Muñoz, E. J. D., (2003). Características de *T. spiralis* en fase intestinal en modelo murino. Revista Virtual Visión Veterinaria. 3(Supl.1) <http://www.visionveterinaria.com> (06.09.2003)
- Murrell, K.D., Pozio, E. (2000). Trichinellosis: the zoonosis that won't go quietly, International Journal for Parasitology. 30:1339-1349.
- Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.
- Nöckler, K., Hamidi, A., Fries, R., Heidrich, J., Beck, R. and Marinculic, A., (2004). Influence of Methods for Trichinella Detection in Pigs from Endemic and Non-endemic European Region. Journal Veterinary Med. 51:297 – 301.
- Olsen, B. B., Vilella, J. B., and Gould, S. E., (1964). Distribution of *Trichinella spiralis* in muscles of experimentally infected swine. The journal of Parasitology Vol.50 (Suppl. 4):489 - 495.
- Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). (2002). Clasificación de las enfermedades. <http://www.oie.int/maladies/esclassification.htm>
- Ortega, P. M. G., Yépez, M. L. y Arriaga, C., (2001). Triquinellosis: Diagnóstico y Tratamiento. Memorias "Curso Internacional de Zoonosis Emergentes y Reemergentes" (Bacterias, Parásitos, Virus, Hongos y Priones), Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Nacional Autónoma de Zacatecas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. División de Educación Continua. 18 - 19 Jul de 2001.
- Ponzio, E., Sachini, D., Boni, P., Tammburrini, A., Alberici, F. y Paterlini, F., (1998). Brote de triquinosis humana asociado al consumo de carne de caballo en Italia. Euroserveillance monthly. 3:85-86.
- Pozio E, Kapel C, Gajadhar A, Boireau P, Dupouy-Camet J, Gamble H. (2006). Trichinella in pork: current knowledge on the suitability of freezing as a public

- Pozio, E., La Rosa G., Rossi, P., Murrel, K. D., (1992). Biological characterization of *Trichinella spiralis* isolates from various host species and geographical regions. *J. Parasitology*. 78: 647 – 653.
- Pozio, E., La Rosa G., Murrel, K. D., and Linchtenfels, J. R., (1992). Taxonomic Revision of the Genus *Trichinella*. *J. Parasitology*. 78: 654 - 659.
- Pozio, E., La Rosa, G., and Amati, M., (1993). Factors influencing the resistance of trichinella muscle larvae to freezing. *Trichinellosis, Proceeding of the Eighth International Conference on Trichinellosis, Oviato, Italy, September 7-10, 1993*, Edited por Campbell, W., C., Pozio, E. and Bruschi, F., P.173 – 175.
- Pozio, E., Paterlini, F., Pedarra, C., Sacchi, L., Bugarini, R., Goffredo, E. and Boni P., (1999). Predilection sites of *Trichinella spiralis* larvae in naturally infected horses. *Journal of Helminthology*. 73:233-237.
- Quiroz, R. H., Bañuelos, P., (1972). Viabilidad de *Trichinella spiralis* en el chorizo, *Veterinaria, México*, 3:3-4.
- Quiroz, R. H., Landeros, R. R., (1988). Valoración del tiempo de sobrevivencia de larvas de *Trichinella spiralis* en chorizo de cerdo. *Revista Mexicana de parasitología*. Vol. 1 (Supl. 1):22- 24.
- Ribicich, M., (2000). Fundamentos e importancia de la utilización de test de ELISA para el diagnóstico de Triquinelosis de Argentina. *Parasitología y Enfermedades Parasitarias*. <http://cniia.inta.gov.ar>
- Ribicich, M., Chávez, M., Carfagnini, J, Basso, N., Rosa, A. y Franco, A. (2004). Estudio de las alteraciones histopatológicas en cerdos infectados experimentalmente con *Trichinella spiralis*. *InVet.*, ISSN (papel): 1514-6634, ISSN (on line): 1668-3498. 6(Suppl. 1):61 - 69.
- Ribicich, M., Miguez, M., Franco, A. and Basso, N., (2000). Evaluation of ELISA test for the diagnosis of porcine trichinellosis, *The Pig Journal*. 46:24-34.
- Rodríguez, D., Vitale, E., Lozano, A., Krul, C., Anchieri, D., Castro, G. y Lozano, W., (1996). Estudio de la viabilidad de las larvas de *Trichinella spiralis* en el proceso de tratamiento de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios usados en la alimentación de cerdos, *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y los animales*. <http://www.iicasaninet.net>

- Serrano, F. J., Pérez, M. J. E., Reina, D., Navarrete, I. and Kapel, C. M. O., (1999), Influence of infection intensity on predilection sites in swine trichinellosis. *Journal of Helminthology*, 73:251-254.
- Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SIVE), (2003). El síndrome febril y su relación con la trichinellosis humana oculta. 20(Suppl. 50):1-3.
- Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología/ SSA, (2002). Casos de Triquinosis (B75) por fuente de notificación Estados Unidos Mexicanos 2002.
- Smith, H. J., Messier, S., and Tittiger, F., (1989). Destruction of *Trichinella spiralis* during the preparation of the "Dry Cured" pork products prosciutto, prosciuttini and genoa salami, *Canadian Journal of Veterinary Research*. 53:80 -83.
- Soulé, C., Dupouy-Camet, J., Ancelle, T., Bourée, P., Touratier, L., (1991). La Trichinellose, une zoonose en évolution. Ed. C.N.E.V.A. -O.I.E. 12, rue de Prony, Paris 17^e, P. 1 -3.
- Steffan, P. (2006). Trichinellosis en el cono sur de américa : situación actual y prospectiva de una zoonosis parasitaria ancestral. http://www.produccionbovina.com/sanidadintoxicaciones_metabolicas/parasitarias/parasito.htm
- Tay, Z. J., Sánchez, V. J., Ruiz, S. D., Calderón, R. L., García, Y. Y., Alonso, T., Martínez, CH. J. F., y Rivas, C., (2004). Estado actual de nuestros conocimientos sobre triquinellosis en la república mexicana. Reporte de nuevas localidades infectadas. *Rev. Fac. Med. UNAM*. 47(Suppl. 3):96 - 100.
- Tinoco-Velázquez. I., Gómez-Priego. A., Mendoza, R. y de-la-Rosa, J.-L., (2002). Searching for antibodies against *Trichinella spiralis* in the sera of patients with fever of unknown cause. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*. 96(Supl. 4):391 - 395.
- Urguhart, G. M., Armour, J., Duncan, J.L., Dunn, A.M., y Jernings, F.W., (2001). *Parasitología Veterinaria*. Editorial Acribia S.A., Segunda Edición. P. 110-112.
- Vacio, D. M., Muñoz, J., Saldivar, S. y Moreno, M., (2003). Diagnóstico de Trichinellosis en Cerdo. *Revista Virtual Visión Veterinaria*. 2(Supl. 11) <http://www.visionveterinaria.com>
- Valencia, V. C., Muñoz, A. H., y Torres, H. M., (2003). Triquinosis: Entre el temor y el deber de informar la fuente de infección. *Rev Chil Infct.* 20(Supl. 2):99 - 103.

- Van der Leek, M. L., Dame, J. B., Adams, C. L., Gillis, K. D., and Littell, R. C., (1992). Evaluation of an enzyme-linked immunosorbent assay for diagnosis of trichinellosis in swine. *American Journal of Veterinary Research*, Vol. 53. (Suppl.6):877 – 882.
- Vega, A. N. (1991). Zoonosis parasitarias, Memorias de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México, Marzo de 1991. P. 191-199.
- Velasco, C.O., (1991). Zoonosis parasitarias, Memorias de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México, Marzo de 1991. P.200-201.
- Venturiello, S. M., Ben, G. J. M., Constantino, S. N., Malmassari, S. L., Nuñez, G. G., Venerini, R. L. y Traversa, M. J., (1998). Diagnosis of porcine trichinellosis: parasitological and immunoserological test in pigs from endemic areas of Argentina. *Veterinary Parasitology*. 74:215- 228.
- Vignau, L. M., (2004). Triquinosis, Cátedra de Parasitología y Enfermedades Parasitarias. *Revista Ciencia hoy en línea*. 14(Suppl. 82).
<http://www.cienciahoy.retina.ar/hoy/82/triquinosis.htm>
- Vignau, M. L., (2003). Análisis comparativo entre la triquinoscopia y la digestión artificial en infecciones experimentales con pocas larvas. *Analecta Veterinaria*. 23(Suppl. 1):24 - 27.
- Vignau, M. L., Del Valle, G. M., Risso, M. A., and Eiras, D. F., (1997), Comparison between Two Methods for Diagnosis of Trichinellosis: Trichinoscopy and Artificial Digestion. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*. 92 (Suppl. 5):585 – 587.
- Webster, P., Maddox-Hyttel, C., Nöckler, K., Malakauskas, A., Van der Giessen, J., Pozio, E., Boireau, P. and Kapel, CMO., (2006). Meat Inspection for *Trichinella* in Pork, Horsemeat and game within the EU: Available Thecnology and its Present Implementation, *Euro Surveill* 2006;11(1):50-5.
<http://www.eurosurveillance.org/em/v11n01/1101-228.asp>
- Wee, S. H., Lee, CH. G., Joo, H. D. and Kang Y. B., (2001). Enzyme-linked immunosorbent assay for detection of *Trichinella spiralis* antibodies and the surveillance of selected pig breeding farms of Korea. *The Korean Journal of Parasitology*. 39 (Suppl. 3):261-264.
- Zimmermann, W. J., (1970). Reproductive Potential and Muscle distribution of *Trichinella spiralis* in Swine. *J.A.V.M.A.*, 156 (Suppl.6):770-774.

10. ANEXOS

10.1. ANEXO I. TÉCNICA DE DIGESTIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE TRIQUINA EN MÚSCULO

Las muestras de carne obtenidas son digeridas artificialmente y el sedimento del líquido de digestión es observado bajo microscopio estereoscópico para observar la presencia o ausencia del parásito.

1. Materiales y equipos

- Microscopio estereoscópico (con superficie plana para observación).
- Cajas de Petri, cuyo fondo tenga cuadrícula (divisiones de 1 cm²).
- Molino de carne, con perforaciones de 2 mm (o equipo similar, por ejemplo Moulinex ®).
- Líquido para digestión:
 - { 2,000 ml de agua destilada a 40°C.
 - { 16 ml de HCl al 25%.
 - { 10 g de pepsina (30,000 unidades/g)
- Termómetro (rango 1-100°C con exactitud ± 0.5°C).
- Agitador magnético con placa térmica (con magneto de 5 cm: longitud recubierto de teflón).
- Recipiente de vidrio refractario de 2-3 litros de capacidad (vaso de precipitado).
- Papel aluminio.
- Malla con cuadrícula de 18 mm.
- Pera de decantación
- Tubos de centrifuga de 50 ml.

2. Muestra

De la canal completa se toman 2 muestras del animal, cada una de 0.5 g de los pilares diafragmáticos. Para canales no porcinos se adiciona una muestra de porción axilar. En

porciones de canal se obtiene una muestra de 2 g en trozos de carne posteriormente se conforma una muestra compuesta de 3 tomas, cada una de 0.5 g.

3. Procedimiento

- Se reúnen varias muestras para conformar una compuesta de hasta de 100 g.
- La muestra se muele y mezcla perfectamente. Se vacía a un vaso de precipitado.
- Se adiciona y se mezcla:
 - 10 g. de pepsina (se espolvorea)
 - 2,000 ml de agua destilada a 46-48°C.
 - 16 ml de HCl al 25%.
- Se coloca un magneto en el centro del recipiente y éste sobre el agitador magnético precalentado.
- El contenido del vaso debe tener una temperatura de 44-46°C, evitando cambios bruscos, y se deja agitar durante 30 minutos.
- Se vacía el contenido del vaso a través de un tamiz y embutido en la pera de decantación y se deja sedimentar durante 30 minutos.
- Se toman 40 ml del fondo y se vacían en un tubo de centrifuga y deja reposar durante 10 minutos. Después se toman con cuidado 30 ml de la superficie por los bordes y se eliminan.
- Para observación se vacían los 10 ml restantes del sedimento del tubo en la caja de Petri. Con 10 ml de agua pura se enjuaga el tubo de centrífuga y se vacía en la caja de Petri.
- Cuando el líquido es muy turbio se reparte en porciones equitativas en otras cajas.
- El contenido de la caja se observa con un microscopio estereoscópico a 20 ó 40 aumentos de ser necesario, cuidadosamente durante al menos 8 minutos.
- Normalmente se procesan en grupo 100 muestras (100 g), como máximo se pueden adicionar 15 muestras más (15 g) por proceso.

4. Evaluación

Se reporta solo presencia o ausencia del parásito.

En caso de encontrar triquina (o porciones de las mismas) se repite el procedimiento. Tomando muestras compuestas en grupos de 10 animales cada una y procediendo con la técnica.

Si se encontraran triquinas o elementos sospechosos de triquina se procede nuevamente a muestrear las canales, esta vez se toman 50 g de cada animal. Se procede a la digestión y los resultados se consideran definitivos.

10.2. ANEXO II REGISTROS DE CASOS DE TRIQUINOSIS EN MÉXICO POR PARTE DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE EPIDEMIOLOGÍA / SSA

Registros de casos de Triquinosis en México por parte de la Dirección General de Epidemiología / SSA, tomado de la red mundial: www.dgep.gob.mx

Incidencia de Triquinosis (B75) por grupos de edad en los Estados Unidos Mexicanos 2002

ESTADO	GRUPOS DE EDAD											
	<1	1-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-44	45-49	50-59	60-64	65 Y +	TOTAL
Baja California Sur	0	3.24	2.45	0	2.36	0	2.18	0	0	0	0	1.44
Chiapas	0	0.25	0	0	0	0.25	0.09	0.60	0.44	0	0	0.12
Guerrero	0	0	0	0.25	0.27	0.63	0.12	0.76	0.53	0	0	0.21
Jalisco	0	0	0	0.27	0.14	0	0	0	0	0	0	0.05
Nuevo León	0	0	0	0	0	0	0	0.52	0	0	0	0.03
Sinaloa	0	0	0	0	0	0.41	0.13	0	0	0	0	0.08
Tabasco	0	0	0	0.43	0	0	0	2.37	0.92	0	0	0.25
Veracruz	0	0	0.39	0.25	0.13	0	0.14	0	0	0	0	0.13
Total Global	0	0.02	0.04	0.05	0.04	0.04	0.03	0.11	0.05	0	0.02	0.04

*Tasa de 100 000 habitantes

Fuente: Sistema Único de Información para la vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología /SSA

Casos de Triquinosis (B75) por mes en los Estados Unidos Mexicanos 2001

ESTADO	MESES										
	Tasa*	Ene	Feb	Abr	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	TOTAL
Aguascalientes	0.30	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
Chiapas	0.24	0	0	1	1	0	4	2	2	0	10
Chihuahua	1.09	0	0	0	0	0	0	0	34	0	34
Durango	0.32	0	1	1	0	0	3	0	0	0	5
Guanajuato	0.06	0	0	1	0	0	0	2	0	0	3
Hidalgo	0.13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Jalisco	0.11	0	0	2	1	0	1	0	3	0	7
México	0.01	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Puebla	0.11	0	0	0	0	0	3	0	0	3	6
San Luis Potosí	0.12	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3
Sinaloa	0.04	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Tlaxcala	0.10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total Global	0.08	3	1	5	2	3	12	7	41	3	77

*Tasa de 100 000 habitantes

Fuente: Sistema Único de Información para la vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología /SSA

Casos de Triquinosis (B75) por grupos de edad en los Estados Unidos Mexicanos 2001

ESTADO	GRUPOS DE EDAD											TOTAL
	< 1	1-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-44	45-49	50-59	60-64	65 Y +	
Aguascalientes	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
Chiapas	0	0	4	2	1	1	0	0	2	0	0	10
Chihuahua	5	14	3	2	1	1	5	1	1	1	0	34
Durango	0	0	1	0	0	0	0	3	1	0	0	5
Guanajuato	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	3
Hidalgo	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	3
Jalisco	0	0	3	2	0	2	0	0	0	0	0	7
México	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Puebla	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	6
San Luís Potosí	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
Sinaloa	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Tlaxcala	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Total Global	5	14	12	8	3	9	15	5	5	1	0	77

Fuente: Sistema Único de Información para la vigilancia Epidemiológica/Dirección General de Epidemiología /SSA