



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**MORFOMETRÍA DE *FASCIOLA SP.* (ADULTOS Y HUEVOS)
RECOLECTADAS DE DOS HOSPEDEROS RUMIANTES (BOVINOS
Y OVINOS).**

Tesis que para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

Samantha Vanessa Flores Ramírez

Asesores:

Dra. Nadia Florencia Ojeda Robertos

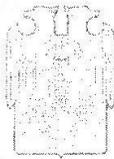
Dr. Roberto González Garduño

M.C. Pablo Medina Pérez

"Estudio en la Duda. Acción en la Fe"

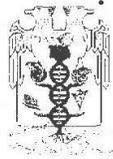
Villahermosa, Tabasco.

Julio, 2017



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA FEDELA ACCIÓN EN LA FE"



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE ESTUDIOS TERMINALES

Asunto: Autorización de Impresión de
Trabajo Recepcional bajo la
Modalidad de Tesis.

Fecha: 21 de junio de 2017.

LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON,
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y
TITULACIÓN DE LA UJAT.
P R E S E N T E.

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado(a), informo a usted, con base al artículo 86 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo **autoriza** al (la) **C. Samantha Vanessa Flores Ramírez**, con **matrícula 121C13049**, egresado(a) de la Licenciatura de **Medicina Veterinaria y Zootecnia**, de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, la **impresión de su trabajo recepcional** bajo la modalidad de **Tesis**, Titulado: **"Morfometría de *Fasciola sp* (Adultos y Huevos) recolectadas de dos hospedadores rumiantes (Bovinos y Ovinos)"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

DR. ROBERTO FLORES BELLO
DIRECTOR



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente Alumno.
Archivo
DR. RFB/MC.AMA



Km 25 de la carr. fed. 195, tramo Villahermosa-Teapa
Ra. La Huasteca, 2ª sección, 86298, Centro, Tabasco, México
Tel. (+52 993) 3581500-Ext. 6614
Correo electrónico: terminalesdaca@gmail.com

www.ujat.mx | www.facebook.com/ujat.mx | www.twitter.com/ujat | www.youtube.com/UJATmx

A quien corresponda:

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente la tesis de Licenciatura denominada, “**MORFOMETRÍA DE *FASCIOLA SP. (ADULTOS Y HUEVOS) RECOLECTADAS DE DOS HOSPEDEROS RUMIANTES (BOVINOS Y OVINOS)***” de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de la tesis antes, mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco a los 26 días del mes de Junio del año 2017.

Autorizo



Samantha Vanessa Flores Ramírez

DEDICATORIA

A Dios por darme las fuerzas y sabiduría necesaria para enfrentar de la mejor manera todas las adversidades que se presentaron en mi proceso académico.

A mi madre, por darme la vida.... por su amor incondicional, por lo que soy ahora, por mostrarme el camino, por ser un ejemplo de lucha constante.....no tengo palabras para agradecerle.

A mis adorados abuelos porque siempre creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, a nunca darme por vencida, dándome ánimos e impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera. ¡Solo dios sabe cuánto los amo!

A mis tíos, Erik, Paola y Gerardo, por sus valiosos consejos, por el apoyo incondicional, por impulsarme y motivarme a ser mejor cada día, ustedes fueron parte importante de esto.... ¡¡Gracias, porque no lo hubiera logrado sin ustedes!!

A mis hermanos..... Gracias!

A toda mi familia le agradezco su apoyo y cariño, porque este nuevo sueño es para ustedes.

A mis amigos por su amistad, por los consejos y apoyo en la realización de este trabajo de tesis y hacer que los días fueran más agradables, muchas gracias!

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y a la División Académica de Ciencias Agropecuarias, por haber dado las herramientas para seguir adelante en mis propósitos académicos.

A la Dra. Nadia Florencia Ojeda Robertos por su paciencia, enseñanzas, consejos y sobre todo por su valiosa amistad, además de brindarme toda su confianza, por motivarme para el desarrollo de esta tesis. La admiro y quiero mucho.

Al Dr. Roberto González Garduño por el asesoramiento y por haberme apoyado en todo momento para el proceso de desarrollo de este trabajo.

Al M. C. Pablo Medina Pérez por enseñarme el proceso de fijación, tinción y montaje de especímenes, así como sus enseñanzas, consejos y apoyo.

A los miembros de la comisión revisora, por sus valiosos consejos y correcciones que sirvieron para el enriquecimiento y correcta realización de este trabajo.

Al Laboratorio de Parasitología Animal del CICA, por haberme abierto sus puertas para la fijación, montaje y medición de los parásitos.

Al fondo PFI 2013-UJAT, por el financiamiento del proyecto clave UJAT-2013-IA-10, por la beca otorgada para la realización de este trabajo.

A los MVZ responsables de los rastros por las facilidades y el apoyo otorgado durante la colecta de especímenes.

A los estudiantes Miroshlava Aguirre Serrano, Maritza Avendaño Rodríguez y Lucy Jiménez Cabello por la ayuda prestada durante la fijación de los especímenes.

A todas las personas que influyeron directa e indirectamente para la realización de este trabajo.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar y comparar los parámetros morfométricos de adultos de *Fasciola* sp y de sus huevos, provenientes de dos hospederos rumiantes (bovinos y ovinos) infectados bajo condiciones naturales, para confirmar la presencia de la especie *Fasciola hepatica* en el estado de Tabasco. Se efectuaron dos trabajos descriptivos-observacionales, en el primero se determinaron las medidas del cuerpo, de las ventosas oral-ventral y de la faringe, para lo cual se utilizaron 210 trematodos adultos (n=97 bovinos y n=113 de ovinos). Los parásitos recolectados se montaron en Bálsamo de Canadá y se determinaron las medidas lineales (largo, ancho, perímetro y redondez), de superficie (área) y proporción de largo/ancho. El segundo trabajo, consistió en comparar la influencia del método de aplanamiento sobre las medidas lineales y de superficie del cuerpo de 98 parásitos adultos (n=25 de ovinos y n=73 de bovinos) y de sus huevos (n=179 de ovinos y n=522 de bovinos). Los parásitos se procesaron por medio de dos métodos, uno que utilizó la presión de dos placas de vidrio (aplanadas) y en el otro método los parásitos no fueron sometidos a la presión (no aplanadas). Se determinaron las medidas: largo, ancho, perímetro, área y redondez del cuerpo de los parásitos y de sus huevos. Adicionalmente se determinó la cantidad de huevos presente en cada espécimen y por especie animal. Los datos individuales de los parásitos por especie animal y por tipo de aplanamiento fueron agrupados y se obtuvieron las medias, desviación estándar y máximas y mínimas. Las variables evaluadas fueron analizadas por medio del programa Proc Univariate para verificar la normalidad. Para determinar las diferencias en las medias de los parámetros corporales por especie animal se utilizó la prueba de Duncan. Adicionalmente se utilizó un GLM para determinar diferencias de los parámetros entre especies, métodos y tamaños para lo cual se utilizó el programa SAS versión 9.0. Se obtuvo que los parásitos de origen ovino fueron más grandes que los de bovinos en las medidas largo, ancho, perímetro, área, redondez y proporción largo/ancho ($P < 0.05$). Sin embargo, independientemente de la especie, los parásitos adultos sometidos al proceso de

aplanamiento fueron menos anchos ($P>0.05$), con menor perímetro, área ($P>0.05$) y redondez que los no aplanados. Los huevos de parásitos no aplanados fueron más grandes que los huevos de parásitos fijados ($P>0.05$). Se confirmó la presencia de *Fasciola hepatica* en el Estado de Tabasco, mediante las medidas morfométricas de parásitos adultos de origen bovino y ovino.

Palabras clave: Morfometría, *Fasciola hepatica*, huevos, bovinos, ovinos.

México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	4
3.1 Objetivo General	4
3.2 Objetivos específicos	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Fasciolosis.....	5
4.2 Importancia Económica	5
4.3 Descripción del trematodo.....	6
4.4 Claves de identificación de las especies de <i>Fasciola</i>	6
4.5 Morfología de <i>Fasciola hepatica</i>	8
4.5.1. Fasciola adulta	8
4.5.2 Aparato sexual masculino	8
4.5.3 Aparato sexual femenino.....	9
4.5.4 Aparato digestivo.....	9
4.5.5 Aparato excretor.....	9
4.5.6 Huevos	10
4.6 Estadios larvarios	13
4.7 Ciclo biológico	14
4.8 Factores que afectan las medidas de <i>Fasciola hepatica</i>	16
5. MATERIALES Y MÉTODOS	18
5. 1 Ubicación del estudio	18
5.2 Visitas a los rastros	18
5.3. Recolecta de parásitos.....	18
5.4. Procedimiento del trabajo.....	19
5.5. Trabajo 1.....	19

5.5.1	Diseño del trabajo uno.....	19
5.5.2	Tinción y montaje de especímenes	20
5.5.3	Morfometría de las estructuras corporales y de órganos.....	21
5.6	Trabajo 2.....	23
5.6.1	Tratamientos del trabajo dos	23
5.6.2	Montaje de especímenes	24
5.6.3	Morfometría de los parásitos	24
5.6.4	Morfometría (tamaño y forma) de huevos.....	25
5.6.4.1	Montadas con bálsamo de Canadá.....	25
5.6.4.2	Fijadas en formol.....	25
5.6.5	Medición de huevos.....	26
5.6.5.1	Número de huevo en fasciolas conservadas en formol.....	26
5.7	Datos.....	27
5.7.1	Trabajo 1.....	27
5.7.1.1	Formulas	27
5.7.2	Trabajo 2.....	28
5.8	Análisis estadístico.....	29
6.	RESULTADOS	30
6.1	Trabajo 1.....	30
6.2	Trabajo 2.....	33
7.	DISCUSIÓN	38
8.	CONCLUSIONES	45
9.	LITERATURA CITADA	46
10.	ANEXOS	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Órganos reproductores masculinos.....	10
Figura 2. Órganos reproductores femeninos.....	11
Figura 3. Aparato digestivo de un trematodo adulto	12
Figura 4. (a) Huevo inmaduro; (b) Huevo con el miracidio.....	13
Figura 5. Ciclo de vida del trematodo <i>Fasciola hepatica</i>	16
Figura. 6. Medidas estandarizadas en fasciolas adultas.....	23
Figura. 7. Método de medición de fasciolas fijadas en formol.....	24
Figura. 8. Huevo de <i>Fasciola hepatica</i>	26

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

1. INTRODUCCIÓN

La *Fasciola hepatica* es un parásito zoonótico, trematodo perteneciente al Phylum Platyhelminthes de la Clase *Digenea* caracterizado por su forma lanceolada, con dos ventosas, una bucal y otra ventral, un ciclo biológico con dos generaciones en dos hospedadores, un molusco gasterópodo anfibio y un mamífero.

Es conocido también como un antiguo parásito de los ovinos (Rojo-Vázquez *et al.*, 2012) y bovinos, también porque representa un serio problema de salud, bienestar, producción y de reproducción en los animales rumiantes como los bovinos y ovinos.

Existen diferentes especies de *Fasciola* en el mundo, de las cuales las más estudiadas son la *Fasciola hepatica* y *F. gigantica*. La especie *Fasciola hepatica* se encuentra presente en Europa, África, Asia, América y Oceanía (Yakchali *et al.*, 2015); mientras que *Fasciola gigantica* se localiza en algunas partes de África y Asia (Anuracpreeda *et al.*, 2013), ambas especies tienen un ciclo de vida similar en el que intervienen hospedadores intermediarios y definitivos (Behm y Sangster, 1999).

Estas especies comparten además de características en su ciclo de vida, características morfológicas que son difíciles de diferenciar a simple vista, por lo que la caracterización de las especies de *Fasciola* es crucial porque su epidemiología es diferente (Wannasan *et al.*, 2014).

Afortunadamente, la clasificación y diferenciación de las especies puede ser efectuada por medio de dos tipos de estudios, los basados en la morfología de fasciolas adultas y por medio de técnicas más avanzadas como la biología molecular (Marcilla *et al.*, 2002), con PCR para detección de genes marcadores (Periago *et al.*, 2006, Wannasan *et al.*, 2014).

Los estudios morfológicos se basan en la medición de los atributos morfo-anatómicos del parásito adulto (Yakchali *et al.*, 2015). En el 2008, Periago y colaboradores mencionan que las medidas de ciertos parámetros tales como la

redondez del cuerpo, ancho y largo del cuerpo y distancia entre la ventosa oral y el extremo posterior del cuerpo son herramientas útiles para el estudio y diferenciación de la diversidad morfológica inter e intra específica en adultos de *Fasciola*. Por otro lado, la forma y el tamaño de los huevos sirve para el diagnóstico de la parasitosis, se sabe que cada especie de trematodo tiene una forma, ancho y largo característicos de sus huevos que se encuentran dentro de un rango específico y permite clasificarlos (WHO, 1991), también se han observado grandes variaciones en el tamaño de huevos de diferentes regiones (Tinar, 1984).

Para realizar la evaluación del impacto de una enfermedad en una zona geográfica, primero es necesario determinar su presencia, identificar y describir al agente causal, para realizar el diagnóstico oportuno, así como una correcta administración del tratamiento quimioterapéutico e implementar nuevas medidas de control dirigidas a la especie o especies.

Por otro lado, la fasciolosis dependiendo de la especie animal a la que afecte se caracteriza por producir mayor o menor grado de lesiones. En los ovinos, se caracteriza por ser más severa, debido al tamaño pequeño del hígado, así como por su incapacidad de adquirir inmunidad natural contra el parásito (Fortes, 2004), en cambio en los bovinos debido a que el hígado es de mayor tamaño, y contiene mayor tejido conectivo, hay mayor producción de fibrina que permite soportar infecciones altas (Leguía, 1988), por lo que la enfermedad es más agresiva en esta especie, de ahí la importancia de conocer y determinar las características del agente que afecta a ambas especies.

Los trabajos que existen actualmente describen la morfología y fisiología del parásito adulto en bovinos, así como sus diferentes etapas de desarrollo (Rangel *et al.*, 1999). En el último trabajo se midieron algunos parámetros que incluyen el desarrollo de órganos genitales, presencia y/o ausencia de huevos y el tamaño de glándulas vitelogenas, para clasificarlas dependiendo de su grado de madurez y desarrollo. También se han realizado estudios que describen con mayor detalle estructuras externas e internas del parásito (Panova, 2002; Periago *et al.*, 2006, Periago, *et al.*, 2008).

2. JUSTIFICACIÓN

La diferenciación de las especies de *Fasciola* es crucial debido a que la epidemiología es diferente (Periago *et al.*, 2006). La literatura ofrece datos contradictorios sobre las variaciones morfológicas de *Fasciola* provenientes de hígados de ovinos y bovinos. Se sugiere que las fasciolas provenientes de ovinos son más grandes que las de bovinos, pero no se han reportado datos concluyentes (Panaccio y Trudgett, 1999). En 1964, Dixon menciona que las fasciolas en los ovinos crecen más rápido, más uniformemente y alcanzan un mayor tamaño que las de bovinos.

En el Estado de Tabasco, no existen reportes de morfometría de parásitos adultos recolectados de ovinos y bovinos, por lo cual es de importancia conocer e identificar los géneros y/o especie o especies de *Fasciola* presentes en la región, así como las características morfométricas de sus huevos.

Experimentalmente, se ha mostrado que la especie del hospedero final (ovinos, bovinos, cerdos y burros) influyen decisivamente en el tamaño de los huevos de *Fasciola hepatica* incluso dentro de la misma área endémica (Valero *et al.*, 2001).

Por esto es necesario profundizar primero, en el conocimiento de las características morfométricas del agente a partir de dos hospederos rumiantes, para a futuro comprender mejor su epidemiología, así como los cuadros patológicos producidos en ambas especies animales, todo esto con el fin de que se puedan crear estrategias de control dirigidas al agente encontrado en la región.

Hasta el momento, la información encontrada en la literatura describe las características morfométricas de fasciolas provenientes de bovinos y su clasificación dependiendo del grado de madurez de sus órganos internos (Rangel *et al.*, 1999); sin embargo, aún no se han descrito estas características para fasciolas obtenidas de ovinos, por lo que es importante conocer y comparar las características y medidas morfológicas del parásito que afectan a las dos especies animales.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Determinar y comparar los parámetros morfométricos de adultos de *Fasciola* sp y de sus huevos, provenientes de dos hospederos rumiantes (bovinos y ovinos), para confirmar la presencia de la especie *Fasciola hepatica* en el estado de Tabasco.

3.2 Objetivos específicos

1. Comparar medidas morfométricas de *Fasciola* sp provenientes de hígados de dos hospederos rumiantes (bovinos y ovinos) clasificadas por tamaños.
2. Comparar la influencia del aplanamiento sobre el tamaño de los especímenes adultos de fasciolas y en el tamaño (largo y ancho) y forma (perímetro, área y redondez) de los huevos, obtenida a partir de bovinos y ovinos.
3. Determinar el potencial biótico de producción de huevos de fasciolas adultas, provenientes en dos hospederos definitivos rumiantes.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Fasciolosis

La fasciolosis es una zoonosis causada por el trematodo *Fasciola hepatica*; afecta al ganado bovino, ovino, caprino, porcino, equino, otros animales herbívoros y accidentalmente al hombre.

Causa inflamación del hígado y de los conductos biliares, con frecuencia es de carácter crónico, ocasionando trastornos nutritivos, por el consumo de sangre, necrosis del tejido y la inoculación de bacterias entéricas en el parénquima hepático (Rojo-Vázquez y Ferre-Pérez, 1999; Carrada y Escamilla, 2005).

El establecimiento, persistencia e importancia de la fasciolosis en cualquier zona depende de variables, como presencia de hospedadores intermediarios, existencia de parásitos y condiciones climáticas y ecológicas favorables. Las necesidades climáticas y ecológicas para la conversión de los huevos en miracidios, para la infestación de los caracoles, para su reproducción, son las mismas (Cordero del Campillo y Vázquez Rojo, 2002; Carrada y Escamilla, 2005).

4.2 Importancia Económica

Las pérdidas económicas ocasionadas por *Fasciola hepatica* se deben a las alteraciones estructurales y metabólicas que produce en el hígado. También produce pérdidas directas por muertes y decomisos que son cuantiosos.

Para la industria cárnica las pérdidas se manifiestan en la reducción de los índices de crecimiento y conversión alimenticia así como a la disminución de la producción láctea y cárnica, causando también interferencias en la fertilidad y fecundidad y una mayor susceptibilidad frente a otras infecciones, lo que implica costosos gastos terapéuticos (Cordero del Campillo y Vázquez-Rojo, 2002).

En la República Mexicana en el año 2004 se tienen registros que de un total de 1'495,466 bovinos sacrificados, de los cuales 155, 730 hígados fueron

decomisados, lo que equivale a una pérdida económica de más de \$ 15'766,098 pesos (Castañeda, 2006).

4.3 Descripción del trematodo

Fasciola sp es un trematodo aplanado dorso-ventralmente, de cuerpo insegmentado, de forma foliácea. Sus órganos están en el parénquima por lo cual no tienen cavidades, poseen órganos de fijación llamadas ventosas, una boca, aparato digestivo y generalmente carecen de ano (Yamaguti, 1971). Tiene aparato reproductor femenino y masculino lo cual lo convierte en hermafrodita.

Tiene un ciclo de vida indirecto que se caracteriza por tener como hospederos intermediarios a moluscos Limneidos, en los que ocurre la multiplicación larvaria, y un vertebrado como hospedero definitivo (ovinos, bovinos, caprinos, cerdos, equinos, animales silvestres y ocasionalmente el ser humano), en el cual ocurre la reproducción sexual (Bloody *et al.*, 1986).

Actualmente existen varias especies de *Fasciola*: *F. hepatica* que posee una distribución cosmopolita, se reporta principalmente en zonas de clima templado, mientras que *F. gigantica* se reporta en regiones tropicales de África y Asia (Valero *et al.*, 2009); ambas especies están incluidas dentro de la familia Fasciolidae según Bowman (2011)

Mientras que *F. buski* y *F. magna* están presentes a lo largo de América del Norte (Bowman, 2011), Yamaguti en 1971 clasificó a *Fasciola magna* dentro del género *Fascioloides* por no poseer un cono cefálico.

4.4 Claves de identificación de las especies de *Fasciola*.

Para la familia Fasciolidae (*F. hepatica* y *F. gigantica*) las características que las diferencian de otras especies son que poseen un cuerpo foliado grande y delgado, con un cono cefálico, cutícula con espinas orientadas hacia atrás, una ventosa oral

sub-terminal, una pre-faringe corta, faringe bien desarrollada, esófago corto, ciegos intestinales largos, llegando al extremo posterior, provista con numerosas ramificaciones exteriores que son más cortas y finas (Yamaguti, 1971).

Además posee un acetábulo en la base del cono, casi tan grande como la ventosa oral, testículos profusamente ramificados, ocupando gran parte del campo vitelino post-ovárico. Cirrus posicionado anterodorsal al acetábulo.

El poro genital se encuentra en la bifurcación intestinal. Poseen un ovario ramificado ubicado anteriormente a los testículos. Receptáculo seminal ausente. Vitelaria desarrollada de una manera muy precisa que se extiende en campos laterales tanto dorsal y ventralmente a los ciegos por detrás de la base del cono cefálico y hacia la parte extrema posterior del cuerpo. Útero enrollado en forma de una roseta entre el acetábulo y ovario; huevos grandes y circulares en sección transversal. Vesícula excretora larga y delgada, con numerosas ramificaciones laterales que forman dorsal y ventralmente canales.

Mientras que para el género *Fascioloides* (*Fascioloides magna*) las características que la diferencian es que poseen un cuerpo muy largo, ancho y grueso, sin cono cefálico, Vitelaria confinada a la región ventral y hacia las ramificaciones cecales. Poseen una fila longitudinal de espinas prominentes que se extienden a lo largo de los márgenes ventro-laterales del cuerpo excepto por su parte anterior (Yamaguti, 1971).

Recientemente se ha determinado que las estructuras anatómicas más utilizadas como características taxonómicas para diferenciar entre las especies de *Fasciola* son el diámetro y tamaño de la ventosa oral, la faringe, ciegos, poro genital, ventosa ventral o acetábulo, útero, glándulas vitelogenas y testículos (Bowman, 2011).

4.5 Morfología de *Fasciola hepatica*

A continuación se describen las principales características generales de la fasciola adulta, así como de sus aparatos sexuales y digestivo. También se presentan las características generales de los huevos y los estadios larvarios del parásito.

4.5.1. Fasciola adulta

Es un trematodo grande de 2 a 3.5 cm de longitud por 1 a 1.5 cm de anchura, para la especie *Fasciola hepatica*. Es aplanado dorsoventralmente de color café claro y de aspecto foliáceo, se adelgaza hacia la parte distal y en la proximal es más ancho; en el polo anterior lleva el cono cefálico bien diferenciado, mide de 4 a 5 mm y remata en la ventosa oral de 1 mm de diámetro. Tiene otra ventosa ventral o acetábulo más grande, entre ambos sale el cirro del aparato genital masculino.

El tegumento es de color pardo, blando y carnoso, revestido por la cutícula gruesa con espesor de 10 a 17 μm , provista de salientes espinosas triangulares de 30 a 27 μm de longitud, orientadas hacia atrás; por debajo se dispone la musculatura subcuticular lisa y estratificada en tres capas: la externa circular (grosor 8 μm), la media longitudinal de 21.5 μm y la interna oblicua y discontinua, apoyadas sobre el mesénquima sincitial con células en forma de botella, uninucleadas, de aspecto espumoso-vacuolado.

La pared corporal no es inerte, mantiene la integridad del parásito y participa en las funciones de absorción, secreción y nutrición (Carrada y Escamilla, 2005).

4.5.2 Aparato sexual masculino

Ocupa la parte media del cuerpo; está formado por dos testículos ramificados, cada testículo se continua por un conducto espermático, que se une al canal deferente, llega a la vesícula seminal, luego pasa por la segunda vesícula glandular o vesícula prostática y se continua por el conducto eyaculador.

(Figura 1), ambos desembocan a la bolsa de cirro situada al lado del acetábulo (Carrada y Escamilla, 2005).

4.5.3 Aparato sexual femenino

Está formado por el ovario dendrítico pequeño con función ovulatoria, que se extiende un poco hacia la derecha y por detrás del acetábulo (Figura 2), el útero es corto y sinuoso, está confinado en el tercio anterior del trematodo, se encuentra enrollado en el ovario y la bolsa del cirro que es preacetabular, las glándulas o folículos vitelinos son extenso y llenan la mayor parte de las porciones laterales del cuerpo, las cuales se enlazan un poco por debajo de los testículos. Las glándulas vitelogenas se distribuyen profusamente sobre los campos laterales del cuerpo y confluyen en el extremo posterior (Chirino y Rangel, 2004).

4.5.4 Aparato digestivo

El aparato digestivo comienza en la boca y continúa con una corta prefaringe, y una faringe musculosa (Figura 3), el esófago corto se comunica con dos ciegos ramificados, extendidos hasta la porción posterior, no tiene ano.

4.5.5 Aparato excretor

El aparato excretor protonefridial está constituido por los solenocitos (sol) o “células en flama”, comunicados con los tubillos recolectores, que se abren a su vez en la vesícula excretora. La forma y posición de los solenocitos y de la vesícula excretora tienen valor taxonómico; tales variaciones morfo-funcionales enmarcan las relaciones filogenéticas entre los diversos trematodos (Carrada y Escamilla, 2005).

4.5.6 Huevos

Los huevos son operculados, elípticos, pardo amarillentos, miden en promedio 140 μm de largo por 75 μm de ancho (Figura 4), estos son parcialmente embrionados pues se expulsan en una mórula perfectamente identificable (Carrada y Escamilla, 2005).

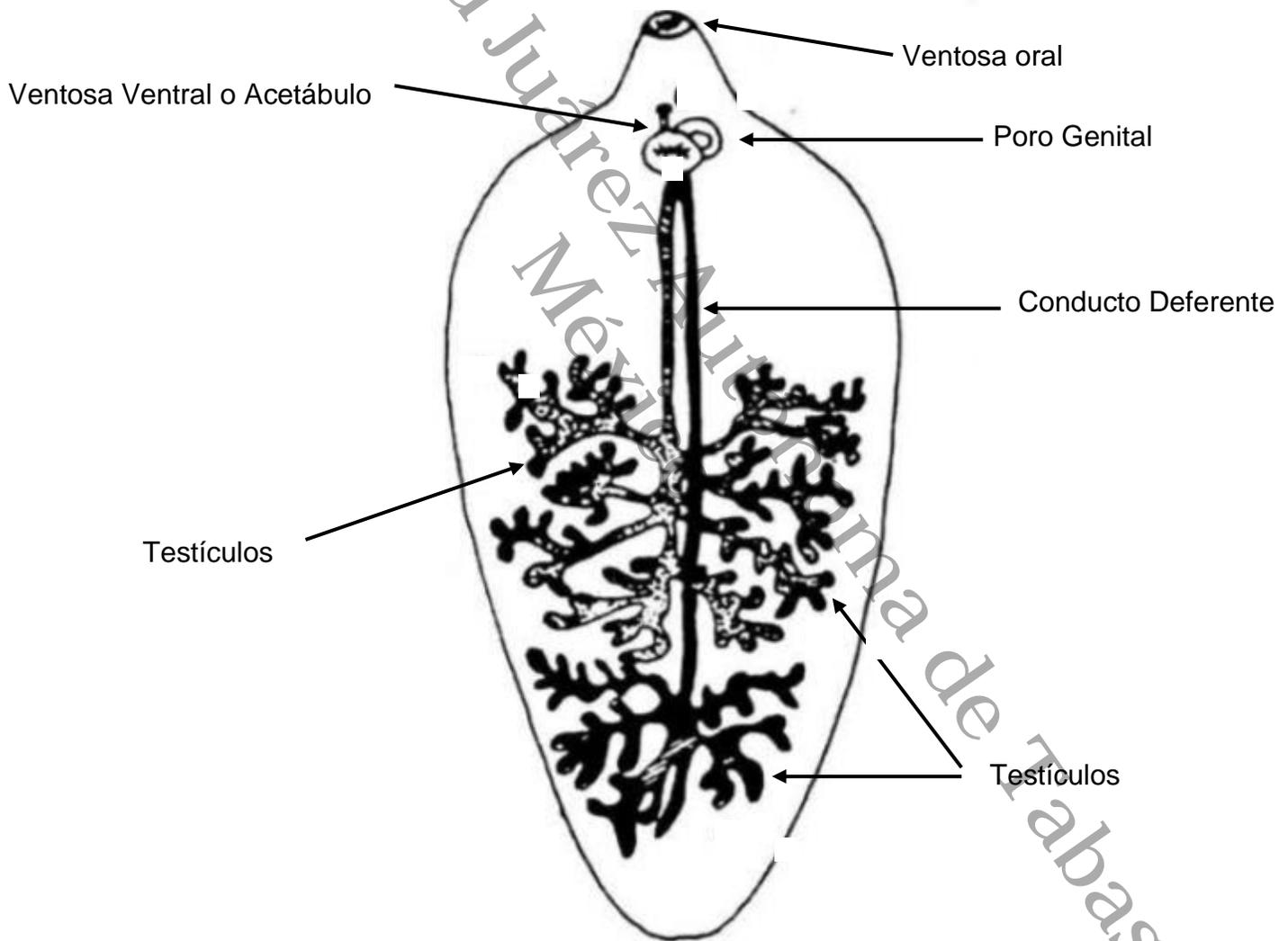


Figura 1. Órganos reproductores masculinos. (Tomado de Chirino y Rangel, 2004)

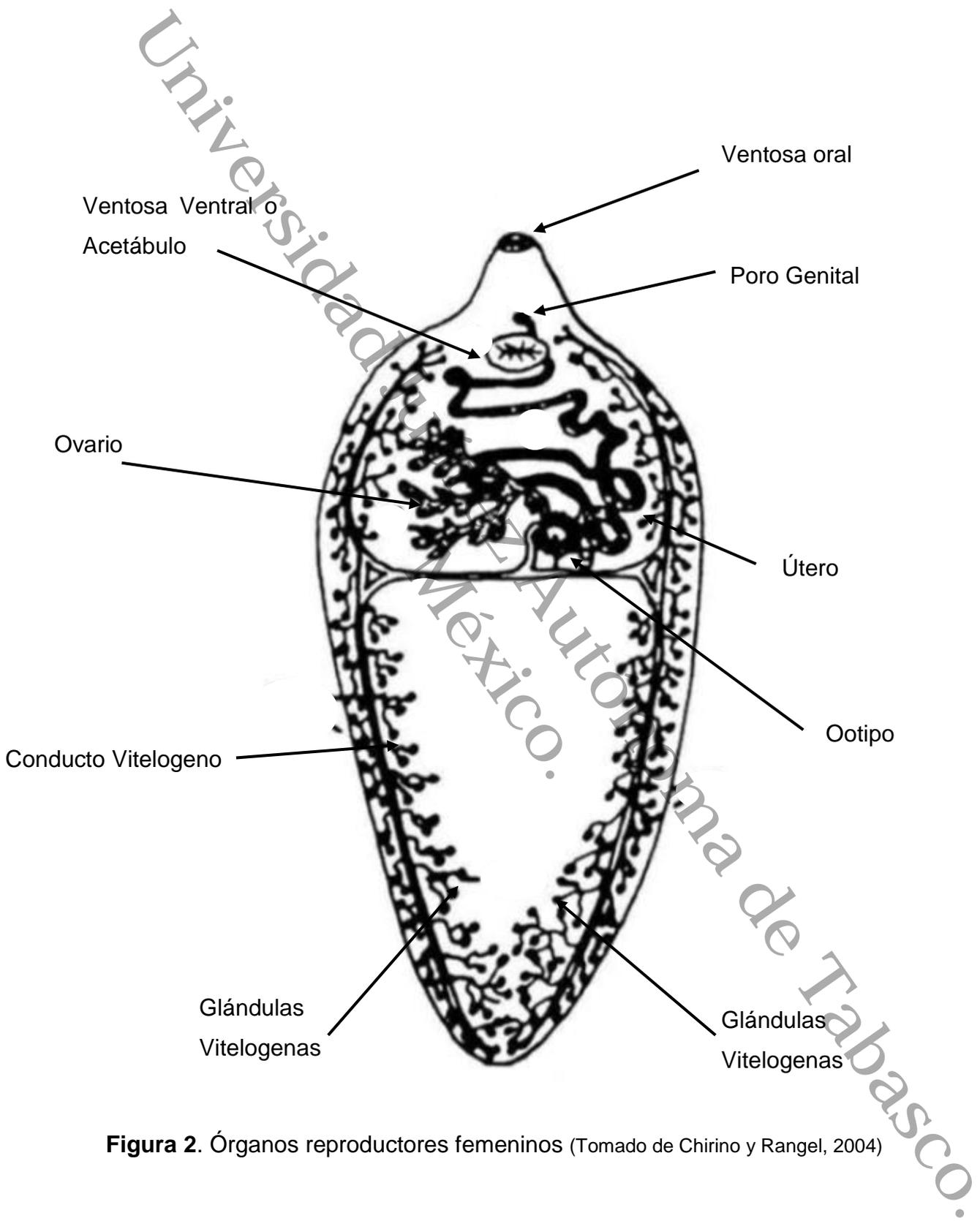


Figura 2. Órganos reproductores femeninos (Tomado de Chirino y Rangel, 2004)

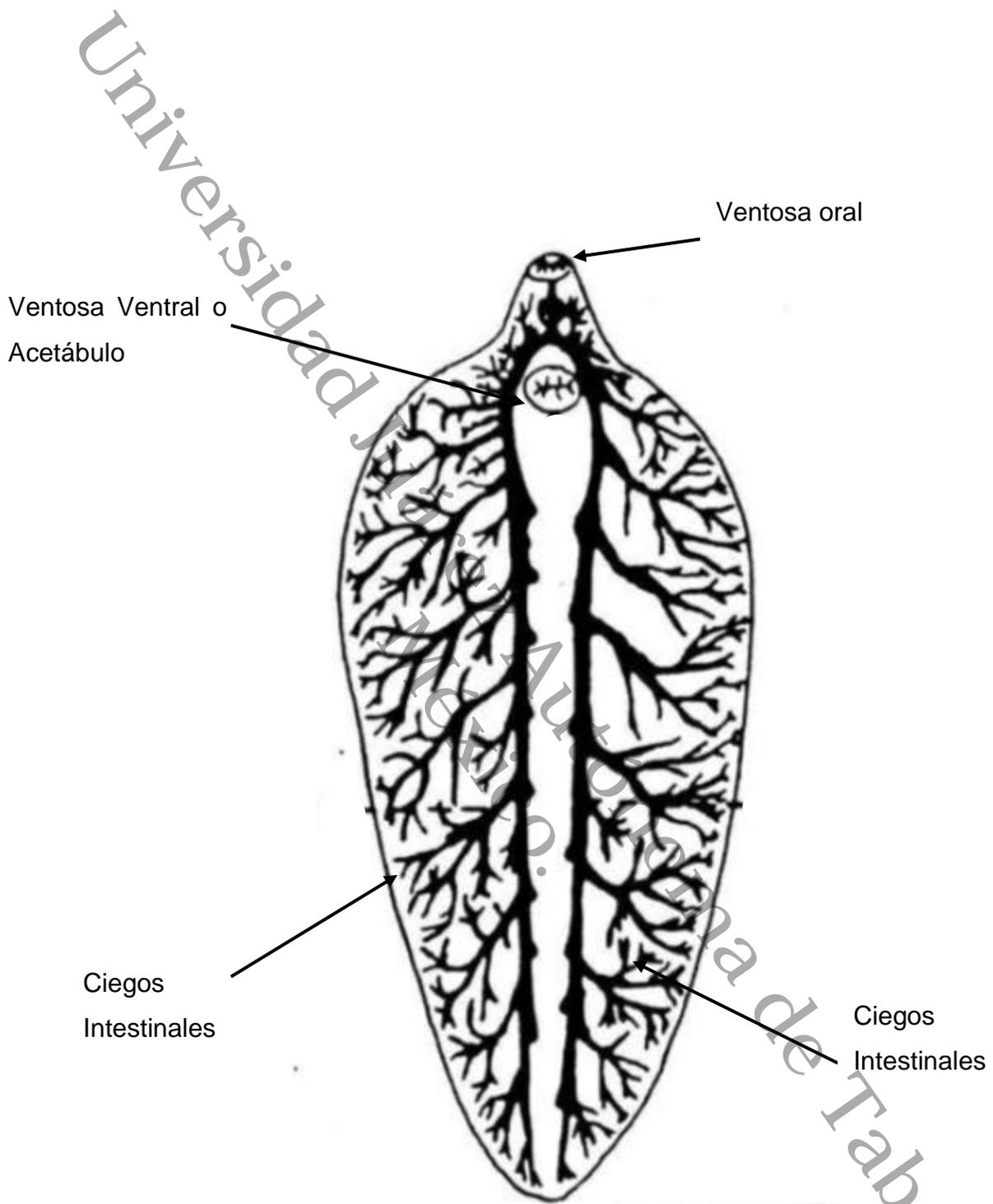


Figura 3. Aparato digestivo de un trematodo adulto (Tomado de Chirino y Rangel, 2004)

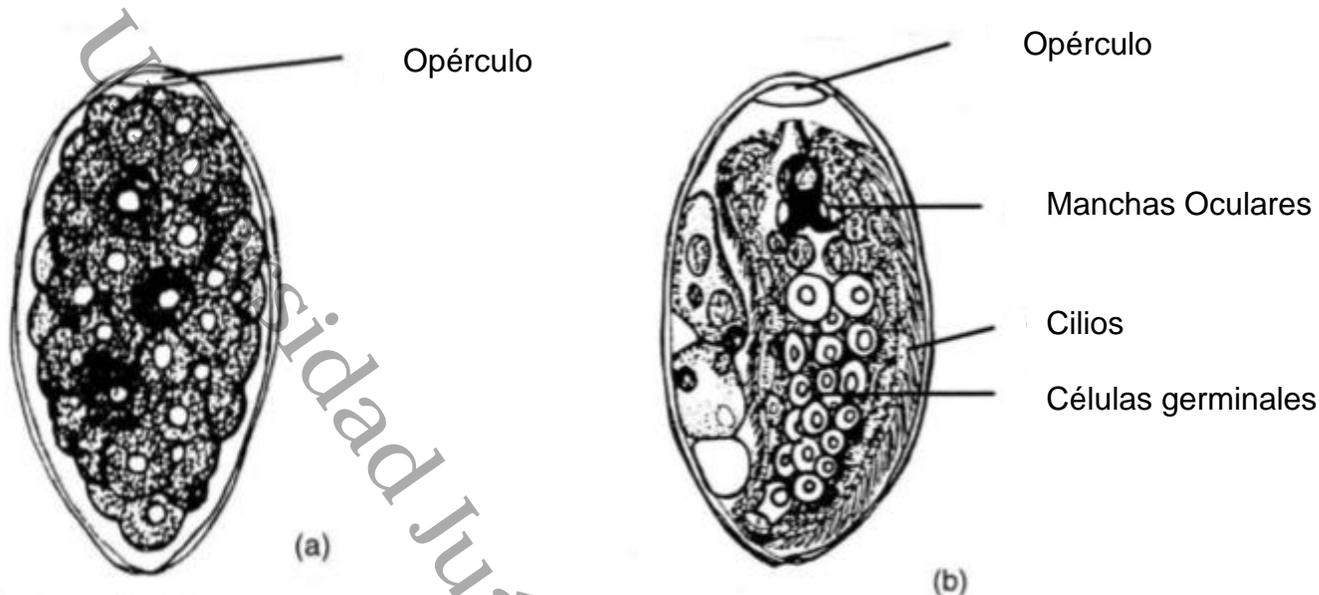


Figura 4. (a) Huevo inmaduro; (b) Huevo con el miracidio (Tomado de Chirino y Rangel 2004).

4.6 Estadios larvarios

El miracidio es una larva ciliada que recuerda al parásito adulto en su forma externa, mide en promedio 130 μm de largo por 30 μm de ancho y como una característica importante, detrás de la papila cefálica, se encuentran manchas oculares (Chirino y Rangel, 2004). El esporoquiste es ovalado, mide entre 500 y 600 μm , esta forma larvaria va a dar origen a la primera generación de redias.

Las redias semejan un saco alargado llena de unas estructuras que según sean madres o hijas, las primeras van a dar origen a las redias de segunda generación y las segundas originarán cercarías. Las redias miden de 0.03 a 0.05 mm de largo, dependiendo de la fase en que se encuentren.

La cercaría de *F. hepatica* es gimnocerca, semeja un renacuajo, la parte anterior, que corresponde a la porción cefálica, es casi esférica aunque en movimiento puede alargarse considerablemente; mide aproximadamente 250 μm de diámetro y la cola 700 μm .

La metacercaria no es más que la porción cefálica de la cercaria, pues al enquistarse pierde la cola y se redondea engrosándose considerablemente su cubierta a base de un polímero de quinonas, mide en promedio 200 μm de diámetro (Chirino y Rangel, 2004).

4.7 Ciclo biológico

Fasciola hepatica posee un ciclo complejo que incluye la presencia de dos hospederos obligatorios: el hospedero definitivo (rumiantes, otros animales y el ser humano), que alberga la forma adulta del parásito, y el hospedero intermediario (moluscos del género *Fossaria*, *Pseudosuccinea* y otros de la familia Lymnaeidae).

A lo largo del ciclo se presentan dos etapas de vida libre, una que es conocida como la etapa ovular, en la cual los huevos son eliminados con las heces del hospedero definitivo al medio ambiente y la otra cuando las cercarias son expulsadas por el caracol, y que posteriormente se enquistan sobre vegetales transformándose en metacercarias.

Los parásitos adultos se localizan en el hígado y vías biliares del hospedero. En este hábitat se alimentan de las paredes de los conductos biliares donde depositan huevos en cantidades limitadas, aproximadamente 300 huevos por día. Los huevos son arrastrados con la bilis y llegan al intestino, al ser eliminados con las heces del hospedero todavía no están maduros, maduran en el agua, lo cual ocurre entre nueve y quince días a temperatura óptima de 22 a 25 $^{\circ}\text{C}$. Una vez maduros presentan una larva ciliada, bien desarrollada que se denomina miracidio (Quiroz, 2005).

El miracidio por movimientos activos que se favorecen por la acción de la luz, así como por acción enzimática, desprenden el opérculo del huevo y salen a nadar libremente en busca del hospedero intermediario (caracoles pulmonados de agua dulce) a los cuales deberán encontrar en el término de unas ocho horas, e

invadirlos por la región del pie mediante acción histolítica y mecánica perforando sus células epiteliales y subepiteliales del caracol.

Cuando el miracidio penetra en caracol se convierten en esporoquistes, los cuales producen la primera generación de redias, tres semanas posteriores a la penetración. Al término de la cuarta semana, se forma la segunda generación de redias y a continuación aparecen las cercarias, que maduran en el agua después de abandonar al caracol en grandes cantidades.

Las cercarias nadan ayudadas por su cola, posteriormente se convierten en metacercarias, proceso que implica la pérdida de la cola y el engrosamiento de las paredes.

Las metacercarias se enquistan en diferentes plantas acuáticas, objetos sumergidos o suspendidas en la superficie del agua (Rojo-Vázquez y Ferre-Pérez, 1999). Los animales adquieren la infección al consumir vegetación acuática sobre todo si está húmeda, ya que la desecación mata fácilmente a las metacercarias (Rojo-Vázquez y Ferre-Pérez, 1999).

Las metacercarias se desenquistan en el duodeno liberando parásitos juveniles o adolescercarias, que mediante acción enzimática y movimientos reptantes avanzan por el peritoneo, atraviesan la capsula de Glisson y penetran al parénquima hepático.

Los parásitos juveniles se alimentan del parénquima hepático durante su migración, se fijan en los conductos biliares y crecen hasta su estado adulto, lo cual sucede en unos tres a cuatro meses después de la ingestión de metacercarias.

Los parásitos adultos comienzan a producir huevos que salen al exterior con la bilis, arrastrados con las heces, completándose así el ciclo biológico (figura 5).

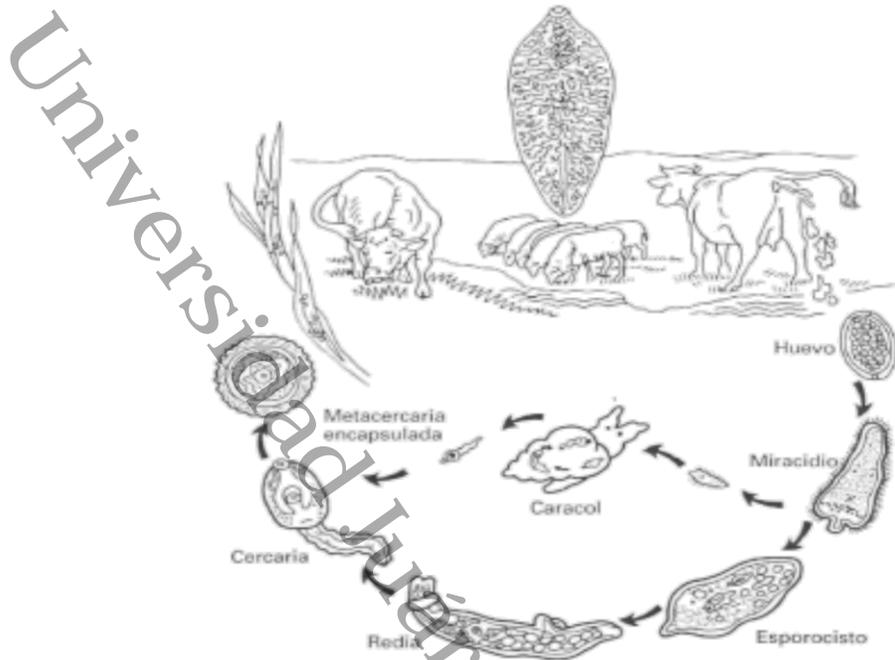


Figura 5.- Ciclo de vida del trematodo *Fasciola hepatica* (Tomado de Rojo-Vázquez y Ferre-Pérez, 1999).

4.8 Factores que afectan las medidas de *Fasciola hepatica*

Las medidas morfométricas del cuerpo y órganos de los trematodos pueden ser influenciados por la especie del hospedero (Fischthal *et al.*, 1980), la intensidad de la infección, la inhibición competitiva entre los trematodos, el grado de infección, la resistencia y reacción del hospedero (Thorpe 1965; Hayes *et al.*, 1974; Fischthal *et al.*, 1982).

Uno de los factores que pueden influir en el tamaño del parásito es la edad del hospedero; ya que hay parásitos que se desarrollan más fácilmente en animales jóvenes (Quiroz 2005).

La respuesta inmunitaria del hospedero frente a los parásitos está relacionada con el tamaño del parásito, encontrándose una respuesta inmunitaria variable entre los diferentes hospederos definitivos (Cordero del Campillo, y Vázquez-Rojo. 2002).

Diversos estudios experimentales demuestran que no se desarrolla inmunidad protectora en los ovinos para *Fasciola hepatica*, por el contrario los bovinos

presentan fibrosis hepática, lo cual facilita la resistencia a sucesivas reinfecciones, y da como resultado una reducción en la intensidad parasitaria, lo cual se ve manifestado como un retraso en el crecimiento de los vermes y como consecuencia de su entrada en los conductos biliares, dando como resultado menor tamaño en los trematodos adultos y reducción en la producción de huevos (Cordero del Campillo, y Vázquez-Rojo. 2002).

El desarrollo del adulto de *F. hepatica* es menor cuando la carga parasitaria se ve aumentada, es decir, cuando el número de trematodos adultos es elevado en el canal biliar común, lo cual, aumenta el tiempo requerido, por los trematodos juveniles, para alcanzar la madurez en los canales biliares y también, por ello, aumenta el tiempo para iniciar la puesta y emisión de huevos a través de las heces del hospedador (Boray, 1969; Ordoñez 2009)).

El efecto de hacinamiento (Crowding effect) o grado de infección, es un efecto que ha sido reportado en ganado vacuno y ovino, en el cual se describe el efecto del espacio y número de parásitos sobre el tamaño del tremátodo. Lo cual está relacionado supuestamente con la capacidad de consumo de alimento o la competencia que se establece entre los individuos por los nutrientes.

También existen dos teorías, una que menciona que posiblemente se inhiba la síntesis de ADN en algunos componentes secretados por los parásitos adultos, mientras que la segunda teoría menciona que puede haber una competencia entre parásitos por los carbohidratos incluidos en la dieta del hospedero, teniendo un efecto en el tamaño de los mismos (Roberts, 2000).

Se menciona también que una de las consecuencias del grado de hacinamiento es que presenta un gran impacto sobre la biología de la población parasitaria, impidiendo el crecimiento de la misma; estos efectos se ven reflejados sobre la supervivencia y reproducción de los parásitos individuales.

Mientras que Torres (2008) menciona que el desarrollo de *Fasciola hepatica* puede estar afectado por la competencia inter-especifica que involucra la interacción entre los estadios de diferentes trematodos que infectan y se desarrollan en el mismo hospedero intermediario, estas interacciones pueden dar como resultado el retraso o aumento en el crecimiento de los parásitos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del estudio

Se visitaron tres rastros en total, dos rastros municipales destinados para el sacrificio de bovinos y un rastro particular de sacrificio exclusivo de ovinos. Los rastros de bovinos pertenecen a los municipios de Jalapa y Teapa y están ubicados en la región Sierra, al sur del estado de Tabasco ($18^{\circ}00'N$ y $93^{\circ}00'O$). El clima de la región es cálido húmedo, con una temperatura media anual del $24.97^{\circ}C$ y precipitación pluvial anual de 3,711 mm (De Dios, 2001).

El rastro ovino pertenece al municipio del Centro, ubicado en la zona centro del estado de Tabasco, con clima cálido-húmedo-seco ($18^{\circ}20' N$; $17^{\circ}43' S$; $92^{\circ}35' E$ y $93^{\circ}15' O$); con una temperatura de $27^{\circ}C$ y una precipitación pluvial de 1,882 mm anuales. (Comisión Nacional del Agua, 2016).

5.2 Visitas a los rastros

Para la recolecta de los parásitos se realizaron visitas, las cuales dependieron de la cantidad de animales que llegaron al rastro, de los positivos y de los parásitos recolectados en los hígados. Para la recolecta de los especímenes de bovinos, se realizaron visitas diarias durante un periodo de dos meses. En el rastro ovino, las visitas se efectuaron semanalmente durante un periodo de cuatro meses. En cada rastro, se recolectaron todos los especímenes de *Fasciola* presentes en el hígado en diferentes estadios de desarrollo.

5.3 Recolecta de parásitos

De forma breve, se realizó la inspección sistemática y detallada de los conductos biliares realizando cortes al parénquima hepático en busca de parásitos adultos. Los especímenes se recolectaron independientemente de su ubicación en el hígado, para lo cual se utilizaron pinceles y pinzas de disección. Posteriormente,

todas las fasciolas colectadas se lavaron con solución salina isotónica (0.9%), y se conservaron en recipientes con una solución de formol al 10 %. La solución de formol fue calentada previa a su uso, con el fin de evitar que se doblen.

Los especímenes recolectados fueron trasladados al laboratorio de Parasitología Animal, perteneciente al Centro de Investigación de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la UJAT.

5.4. Procedimiento del trabajo.

Se efectuaron dos trabajos descriptivos-observacionales, en el primero, se compararon las medidas lineales (largo, ancho, perímetro y redondez), de superficie (área) del cuerpo y órganos externos (ventosa oral y ventral), y órganos internos (faringe) y proporción de largo/ancho y de ventosas de los trematodos clasificados por tamaño y hospedero; el segundo trabajo, consistió en comparar las medidas lineales y de superficie del cuerpo de los parásitos y de sus huevos bajo influencia del proceso de aplanamiento, dependiendo del hospedero final.

5.5. Trabajo 1. Comparación de las medidas de *Fasciola sp* de ovinos y bovinos.

Este primer trabajo consistió en determinar y comparar algunas medidas morfométricas de fasciolas que fueron recolectadas de hígados de bovinos y ovinos, las cuales fueron previamente clasificadas por tamaño.

5.5.1 Diseño del trabajo uno

Del total de parásitos recolectados por especie ($n=829$ bovino, $n=168$ ovino), se seleccionaron las que estaban en buen estado y sin daños y/o rotas por la manipulación. Las fasciolas seleccionadas fueron sometidas al proceso de conservación y montaje con Bálsamo de Canadá. Después del montaje, se

seleccionaron los especímenes sin daños en el tegumento (íntegras), las que estuvieran bien teñidas (color marrón y cristalinas) y planas.

Después, de manera visual se clasificaron en tres categorías dependiendo del tamaño del parásito. Las categorías fueron chicas, medianas y grandes. El número de especímenes en cada categoría fue variable dependiendo del tamaño de las fasciolas (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Total de parásitos de origen bovino y ovino después del proceso de montaje.

Clasificación por tamaño (n)					
Hospedero	Lugar de recolecta	Grandes	Medianas	Chicas	Totales
Bovinos	Jalapa	41	14	18	73
	Teapa	25	17	19	61
Ovinos	Centro	113	0	0	113

5.5.2 Tinción y montaje de especímenes

En el laboratorio, los parásitos fueron sometidos a presión con placas de cristal y refrigerados durante 24 horas, se lavaron con solución salina y fueron colocados en cajas de Petri para ser deshidratados gradualmente con alcohol en diferentes concentraciones y teñidos con hematoxilina de Heidenhain, después se aclararon con el salicilato de metilo (Mehlhorn *et al.*, 1993).

Para realizar el montaje se colocó sobre el portaobjetos bálsamo del Canadá y sobre ella el trematodo en posición ventral, es decir, con la ventosa ventral o acetábulo de cara al cubreobjetos. Con un pincel mojado en xilol fueron eliminadas las posibles burbujitas que se hayan podido formar en el bálsamo antes de colocar el cubreobjetos sobre él (Panova, 2002).

Por último, se colocaron las preparaciones en la platina, a 20° C de temperatura de 4 a 24 horas hasta que estas estuvieran secas. Cuando el bálsamo se retrajo

por el calor de la platina, se añadió más pincelando con xilol en los bordes entre porta y cubreobjetos, añadiendo una gota de bálsamo de Canadá que entró en la preparación por capilaridad (Panova, 2002).

5.5.3 Morfometría de las estructuras corporales y de órganos

Después de la clasificación por tamaño y de la selección de los mejores especímenes, se inició el proceso de medición del cuerpo y de tres órganos de los trematodos.

Se obtuvo la medida del tamaño del cuerpo del parásito (largo, ancho), de los órganos externos se midieron las ventosas oral y ventral, y el órgano interno fue la faringe. La guía para ubicar las estructuras se encuentra en la figura 6 (descrita adelante)

Para la medición del cuerpo se utilizó una regla de 10 cm, debido al tamaño de los parásitos, por lo que fue necesario adaptar una regla de uso común para este fin. Para las estructuras internas, se empleó un microscopio binocular (marca Carl Zeiss modelo AxioStar) con un micrómetro ocular calibrado con la ayuda de una reglilla micrométrica. Se utilizó el objetivo de 40X con una equivalencia de 25 μ m para medir los otros órganos (ventosa oral, ventosa ventral y faringe). Para medir la distancia entre las ventosas, se usó el objetivo de 10X con una equivalencia de 100 μ m.

5.5.4 Medidas lineales, áreas y proporciones del cuerpo y órganos

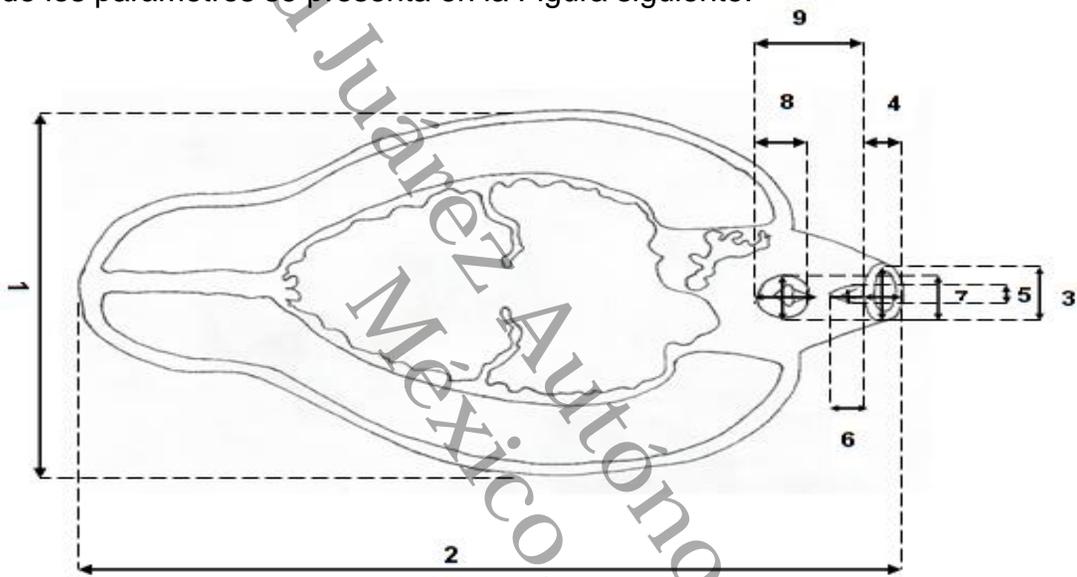
Se obtuvieron medidas del cuerpo y de los órganos externos (ventosas) e interno (faringe) de los parásitos. Los parámetros que se obtuvieron se clasificaron según lo propuesto por Valero *et al.* (1996) y Periago *et al.* (2006) y se presentan a continuación.

1) Medidas lineales (*mm*):

- a) Cuerpo: Anchura (AC) y longitud corporal (LC) perímetro corporal (PC) y redondez del cuerpo (RC).

- b) Órgano externo: Ancho y largo de la Ventosa oral (Vo) y Ventosa ventral (Vv); distancia entre la Ventosa oral-Ventosa ventral (Vv – Vo),
 - c) Órgano interno: largo y ancho de Faringe.
- 2) Áreas: Del cuerpo (ArC), de la ventosa oral (ArVo), ventosa ventral (ArVo) y faringe (ArF).
 - 3) Proporción: Largo/ancho del cuerpo (L/A) y de las Ventosas (Vv/Vo)

La ubicación de las estructuras morfométricas, así como la guía para medir cada uno de los parámetros se presenta en la Figura siguiente:



1. Ancho del cuerpo (AC); 2. Largo del cuerpo (LC); 3. Ancho de Ventosa Oral (AVo); 4. Largo de Ventosa Oral (LVo); 5. Ancho de Faringe (AF); 6. Largo de Faringe (LF); 7. Ancho de Ventosa Ventral (AVv); 8. Largo de Ventosa Ventral (LVv); 9. Distancia entre Ventosa Oral y Ventosa Ventral. (Vv- Vo).

Fig. 6. Medidas estandarizadas en fasciolas adultas modificado de Valero *et al.*, (1996).

Las medidas del cuerpo (largo, ancho, perímetro, área y redondez) de todos los parásitos se obtuvieron en centímetros (cm) y posteriormente se convirtieron a milímetros (mm), esto se obtuvo multiplicando los cm por su equivalencia en milímetros (10 mm). Los parámetros de los órganos (ventosas y faringe) fueron obtenidos en micrómetros (μm), que posteriormente se convirtieron en milímetros

(*mm*), multiplicando el valor obtenido del parámetro por la equivalencia del micrómetro (μm) en milímetros (0.001 *mm*).

5.6 Trabajo 2. Influencia del método de aplanamiento sobre las medidas de adultos y huevos

El trabajo consistió en determinar la influencia del método de aplanamiento en las medidas lineales (Largo, ancho, perímetro y redondez) y de superficie (área) del cuerpo, así como en la proporción de largo/ancho y de ventosas (oral y ventral) de trematodos adultos y de sus huevos, provenientes de dos hospederos bovinos y ovinos.

5.6.1 Grupos por procesamiento

Las fasciolas recolectadas fueron agrupadas y divididas en dos grupos, cada grupo fue sometido a un proceso diferente.

Los grupos fueron los siguientes:

- a) Fasciolas montadas en Bálsamo de Canadá, este método utilizó la presión para poder exponer los órganos del parásito, para determinar su posible influencia en el tamaño (largo y ancho). Se incluyeron en total 34 especímenes, de los cuales 27 fueron de bovino y 7 de ovino.
- b) Fasciolas conservadas únicamente en formol (control) sin haber sido sometidas a presión. Se incluyeron 64 Fasciolas, de las cuales 48 fueron de bovinos y 18 de ovinos.

Se incluyeron fasciolas de más 2 cm de largo (grandes), que no estuvieran dañadas o dobladas y que tuvieran huevos.

5.6.2 Montaje de especímenes

Para el montaje de los parásitos sometidos al método de montaje con el Bálsamo de Canadá, se siguió el procedimiento que se ha descrito anteriormente en la sección tinción y montaje de especímenes.

Por otra parte, los parásitos conservados en formol (sin bálsamo), fueron seleccionadas considerando que fueron mayores a 2 cm, que estuvieran integras y planas y que contuvieran huevos. Las fasciolas seleccionadas se colocaron sobre placas de cristal, con la ayuda de un pincel procurando no dañar o romper el parásito.

Se ubicó el espécimen en posición ventral, de tal manera que estuviera visible la ventosa ventral y oral, utilizando como referencia el cono cefálico al inicio de una regla de 10 cm, que sirvió para medir al parásito. (Figura 7)

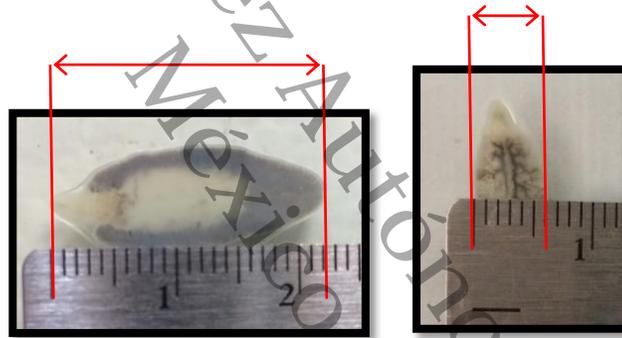


Fig. 7. Método de medición de largo y ancho en fasciolas conservadas en formol.

5.6.3 Morfometría de los parásitos

El tamaño de los parásitos se determinó mediante la medición del largo y ancho del cuerpo, y se realizó independientemente del método de conservación. Los parámetros que se obtuvieron fueron Anchura (AC) y longitud corporal (LC).

Las medidas de perímetro corporal (PC), área (AC) y redondez corporal (RC) y proporción de Largo/ ancho (L/A) se calcularon por medio de fórmulas descritas en la sección de sección de datos 5.7.1.1.

5.6.4 Morfometría (tamaño y forma) de huevos.

En ambos tipos de conservación se determinó el tamaño y forma de los huevos, en el caso de las fasciolas montadas en bálsamo la medición se realizó directamente sobre el parásito, y para las fasciolas conservadas en formol fue necesario liberarlos para luego proceder a la medición y de manera adicional se determinó el número de huevos por cada parásito.

5.6.4.1 Montadas con bálsamo de Canadá

De las fasciolas montadas con Bálsamo de Canadá, se localizó el útero ubicado en la región posterior del cuerpo, cerca de la ventosa ventral y se observaron los huevos bajo el microscopio. Luego se verificó la calidad de los huevos presentes y que estos cumplieran con las características de forma, integridad, y que presentaran células germinales (morulados), para poder ser medidos.

Se seleccionaron para la medición los huevos que fueron fáciles de observar. De cada Fasciola, se midieron 10 huevos que cumplieron con las características antes mencionadas.

5.6.4.2 Fijadas en formol

De los parásitos fijados en formol, primero se determinó el largo y ancho del cuerpo y posteriormente, se seleccionaron 18 fasciolas de ovinos y 46 de bovinos, para realizar el conteo de huevos contenidos en cada espécimen.

Después de la medición de los parásitos que midieran más de 2 cm de largo; se cortó bajo el estereoscopio (marca Zeiss modelo Stemi Dv4), el extremo posterior de la ventosa ventral con una hoja de bisturí no.20.

Esta porción fue manipulada y depositada con pinces en viales eppendorf de 2.5 ml, se agregó 0.5 ml de agua destilada y luego se maceró con la ayuda de un pistilo de jeringa de insulina, procurando desintegrar el tegumento en la solución para la liberación de los huevos.

Una vez liberados los huevos, se contaron y luego se midieron para lo cual, el contenido del vial fue homogenizado por 15 segundos con un vortex, y con una pipeta automática de 10 a 100 microlitros (μl), se obtuvieron 5 gotas de 10 μl . Cada gota fue depositada sobre un portaobjetos y observada bajo el microscopio con el objetivo de 5X para contabilizar el número de huevos.

5.6.5. Medición de huevos.

Para lo cual, se posicionó el micrómetro al inicio del opérculo de cada huevo hasta el extremo posterior, y se registró el largo. Para determinar el ancho de cada huevo en micrómetros (μm) se posicionó uno de los extremos del huevo al inicio del micrómetro. Las mediciones se realizaron con el microscopio Carl Zeiss modelo AxioStar, utilizando el objetivo 40X cuya equivalencia fue de 25 μm . Se utilizó como guía de medición la técnica descrita por Fiel *et al.*, (2011).



Fig. 8.- Huevo de *Fasciola hepática* medido con ocular calibrado, bajo el microscopio. (Imagen tomada de Fiel *et al.*, 2011)

5.6.5.1 Número de huevo en fasciolas conservadas en formol

Posteriormente se estimó la cantidad total de huevos de los parásitos conservados en formol; esto se realizó sumando la cantidad de huevos contenidos en cada gota, posteriormente se multiplico por la cantidad contenida en el vial (500 μl) y

luego dividirlo por el volumen total de las 5 gotas que fueron contadas ($50 \mu\text{l}$), para así obtener el total de huevos producidos por los parásitos.

Para obtener el número de huevos por especie se sumó la cantidad obtenidas de huevos contados por especie y se dividió entre la cantidad de parásitos encontrados (18 de ovinos y 45 bovinos).

5.7 DATOS

5.7.1 Trabajo 1.

Se obtuvieron las medidas de los parámetros morfométricos lineales: largo y ancho y de superficie: perímetro y redondez, área del cuerpo, así como largo, ancho y áreas de Ventosa oral, ventosa Ventral, faringe y distancia entre las ventosas.

Los datos de cada variable fueron capturados en una hoja de Excel para determinar las medidas por especie (bovino y ovino), por municipio (Jalapa y Teapa), y por tamaño (chico, mediano y grande). Para la reclasificación por tamaño se calculó la media general del largo de todas las fasciolas más dos desviaciones estándar y posteriormente se agruparon para realizar los análisis estadísticos.

Cuadro 2.- Total de parásitos usados en el experimento 1, después de su reclasificación.

Hospedero	Grandes	Medianas	Total
Bovinos	32	65	97
Ovinos	86	27	113

5.7.1.1 Formulas

El área de cada fasciola se calculó por medio de la formula $\text{Área} = \pi (R1) (R2)$, donde $\pi = 3.1416$, R1 es radio menor y R2 es radio mayor (Weisstein *et al.*, 2011).

El perímetro se obtuvo mediante la fórmula descrita por Abbott (2009) en la cual $\text{Perímetro} = 2\pi (\sqrt{R1^2 + R2^2})/2$, donde, $\pi = 3.1416$; $R1 =$ radio mayor; $R2 =$ radio menor.

Ambos indicadores son utilizados como un criterio de discriminación inter e intra especies (Periago *et al.*, 2008).

Para la redondez se utilizó la fórmula $RC = P^2/4\pi A$ propuesta por Periago *et al.*, (2008), donde $P =$ perímetro, $\pi = 3.1416$ y $A =$ área, este parámetro ha demostrado ser una buena herramienta para la diferenciación entre especies, ya que las medidas obtenidas no se superponen entre especies, además de ser un indicador que no varía con la edad (Periago *et al.*, 2008).

5.7.2 Trabajo 2

Los datos largo y ancho de las fasciolas fijadas y no fijadas por especie animal fueron capturados en la hoja de Excel (versión 2007) y adicionalmente se calculó el perímetro, área, redondez, utilizando las fórmulas descritas anteriormente.

Para obtener la forma de los huevos, y con los datos del largo y ancho, se calcularon las variables perímetro, área y redondez.

La cantidad de huevos de las fasciolas conservadas en formol y por especie animal (bovina y ovina) se utilizó para obtener un estimado de la cantidad de huevos en promedio.

Cuadro 3. Parásitos y huevos medios en ambos métodos de fijación.

	Fasciolas Adultas		Huevos	
	Fijadas	No fijadas	Fijadas	No fijadas
Ovino	7	18	60	119
Bovino	27	46	257	257

5.8 Análisis estadístico

Se obtuvieron los promedios, desviación estándar, valores mínimos y máximos de los parámetros de los parásitos clasificados por tamaño (medianas y grandes), y de los huevos por especie animal (ovino y bovino). Se verificó la normalidad de las variables por medio de Proc Univariate.

Para determinar las diferencias de los parámetros corporales de los parásitos por especie animal y por tamaño se utilizó la prueba de Duncan. Para determinar las diferencias por método de fijación se consideraron como fuentes de variación el método de procesamiento (con o sin presión) y su efecto sobre el tamaño de huevos y parásitos adultos por hospedero (ovino y bovino).

Los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa estadístico SAS versión 9.0 (1997).

6. RESULTADOS

6.1 Trabajo 1.

La comparación de los parámetros morfométricos de *Fasciola* sp. por especie animal (bovino y ovino) independientemente de su tamaño se muestran en el cuadro 4. Se obtuvo que los parásitos de origen ovino fueron más grandes que los de bovino en las medidas largo, ancho, perímetro, área, redondez y proporción largo/ancho. Se detectaron diferencias estadísticas significativas entre ellos ($P < 0.05$).

Cuadro 4.- Comparación de medias generales, desviación estándar, rangos mínimo y máximo de parámetros morfométricos del cuerpo de *Fasciolas*, clasificadas por especie de rumiantes.

MEDIDAS LINEALES (mm)	Bovinos	Ovinos
<i>n</i> =	97	113
Largo del cuerpo (LC)	17.92 ± 3.22 ^a (12 - 25)	21.44 ± 3.83 ^b (12 - 28)
Ancho del cuerpo (AC)	7.69 ± 1.84 ^a (3 - 18)	8.60 ± 1.62 ^b (6 - 13)
Perímetro corporal (AC)	25.61 ± 4.43 ^a (15 - 40)	30.04 ± 4.27 ^b (19 - 39)
Redondez del cuerpo (RC)	0.65 ± 0.49 ^a (0.05 - 3.91)	1.12 ± 0.55 ^b (0.19 - 3.04)
Área del Cuerpo (ArC)	110.43 ± 39.73 ^a (28.27 - 311.02)	145.25 ± 38.29 ^b (65.97 - 254.47)
Proporción Largo/Ancho (L/A)	2.41 ± 0.52 ^a (1.22 - 4)	2.57 ± 0.58 ^b (1.40 - 3.50)

^{abc} Literales diferentes en la misma línea son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Comparación de *Fasciola* sp de origen bovino vs ovinos por tamaño

Los parámetros morfométricos largo, ancho, perímetro, redondez y área del cuerpo de los parásitos que fueron clasificadas como grandes, muestran que los parásitos de hospederos ovinos, presentaron valores mayores para variables que los de bovinos. Se detectaron diferencias estadísticas en el largo de cuerpo ($P < 0.05$), la diferencia entre las medias de parásitos de origen ovino y bovino fue de 1.78 mm (Cuadro 5). La proporción de las medidas del cuerpo (Largo/Ancho) fue mayor en los ovinos con una diferencia de 0.18 mm, sin diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$).

Las medias de las ventosas oral y ventral, que incluyen los parámetros largo, ancho, área y distancia fueron mayores para los especímenes de origen bovino que para las de ovino. De las dos ventosas, la oral fue en la que se detectaron diferencias estadísticas significativas en largo, ancho y área ($P < 0.05$).

La distancia entre ambas ventosas fue más larga en las de origen bovino con una diferencia en 0.08 mm entre especies. (Cuadro 5).

La faringe de los parásitos de origen bovino también resultó más grande (largo, ancho y área) que la faringe de los especímenes de origen ovino, con diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

Las medias del cuerpo, ancho, perímetro, área y redondez de los parásitos de origen ovino fueron mayores que las de origen bovino, sin embargo, las de origen bovino fueron más largas por 0.31 mm que las colectadas de ovinos. La diferencia entre el ancho del cuerpo de ambas especies fue diferente estadísticamente ($P < 0.05$). En cuanto al perímetro corporal, la diferencia fue de 10.37 mm entre las medias de ambas especies. La proporción del cuerpo (L/A) en los parásitos de tamaño grande fue mayor en las de origen bovino y fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

En cuanto a las medidas de las ventosas oral y ventral, se obtuvo que el ancho y área de la ventosa oral, así como el largo, ancho y área de la ventosa ventral fue mayor en las de origen ovino que las de origen bovino. La ventosa oral fue más larga en los bovinos que en los ovinos (Cuadro 5). Encontrándose diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). La distancia entre ventosas fue más larga en la

de los bovinos que la de ovinos (0.05 mm) sin diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).

La faringe de los parásitos de origen ovino fue más larga, más ancha y con un área mayor que la de los parásitos de origen bovino, sin embargo, la diferencia entre las medias fue estadísticamente diferente para el ancho de la faringe ($P < 0.05$).

Cuadro 5. Comparación de medias, desviación estándar, rangos mínimos y máximo de parámetros morfométricos de *Fasciolas* de bovino y ovino clasificadas por tamaño (mm).

Medidas lineales (mm)	Grandes		Medianas	
	Bovinos	Ovinos	Bovino	ovino
<i>n</i>	32	86	65	27
Largo del cuerpo (LC)	21.41 ± 1.46 ^a (20 - 25)	23.19 ± 2.19 ^b (20 - 28)	16.2 ± 2.33 (12 - 19)	15.89 ± 2.29 (12 - 19)
Ancho del cuerpo (AC)	8.53 ± 1.98 ^a (6 - 18)	8.58 ± 1.48 ^a (6 - 12)	7.28 ± 1.72 ^a (3 - 11)	8.67 ± 2.06 ^b (6 - 13)
Perímetro corporal (AC)	29.94 ± 0.47 ^a (26 - 40)	31.77 ± 0.03 ^a (26 - 39)	14.19 ± 0.03 ^a (9 - 21)	24.56 ± 0.03 ^a (19 - 32)
Redondez del cuerpo (RC)	1.07 ± 0.58 ^a (0.50 - 3.91)	1.29 ± 0.48 ^a (0.50 - 3.04)	0.45 ± 0.25 ^a (0.05 - 1.16)	0.57 ± 0.36 ^a (0.19 - 1.56)
Largo ventosa oral (LVo)	0.70 ± 0.10 ^a (0.50 - 0.95)	0.65 ± 0.06 ^b (0.50 - 0.80)	0.70 ± 0.09 ^a (0.51 - 0.92)	0.67 ± 0.12 ^b (0.38 - 0.90)
Ancho ventosa oral (AVo)	0.75 ± 0.10 ^a (0.49 - 0.96)	0.71 ± 0.08 ^b (0.55 - 0.94)	0.69 ± 0.12 ^a (0.06 - 0.90)	0.76 ± 0.10 ^b (0.56 - 0.90)
Largo ventosa ventral (LVv)	1.01 ± 0.11 ^a (0.80 - 1.20)	0.97 ± 0.09 ^a (0.80 - 1.32)	0.91 ± 0.12 ^a (0.60 - 1.22)	1.01 ± 0.15 ^b (0.70 - 1.26)
Ancho ventosa Ventral (AVv)	1.0 ± 0.11 ^a (0.80 - 1.26)	0.97 ± 0.11 ^a (0.79 - 1.28)	0.90 ± 0.14 ^a (0.60 - 1.30)	0.97 ± 0.18 ^b (0.60 - 1.20)
Distancia entre ventosas (VV- VO)	1.88 ± 0.25 ^a (1.46 - 2.3)	1.80 ± 0.25 ^a (1.00 - 2.40)	1.51 ± 0.25 ^a (1 - 2.20)	1.46 ± 0.28 ^a (0.92 - 2.06)
Largo Faringe (LF)	0.71 ± 0.11 ^a (0.44 - 1)	0.62 ± 0.13 ^b (0.35 - 1)	0.65 ± 0.11 ^a (0.35 - 0.93)	0.73 ± 0.13 ^b (0.50 - 0.93)
Ancho Faringe (AF)	0.38 ± 0.05 ^a (0.25 - 0.46)	0.32 ± 0.05 ^b (0.25 - 0.50)	0.34 ± 0.06 ^a (0.23 - 0.56)	0.35 ± 0.06 ^a (0.23 - 0.44)
Áreas (mm²)				
Área del Cuerpo (ArC)	143.83 ± 3.64 ^a (94.25 - 311.02)	156.61 ± 31.75 ^a (94.24 - 254.47)	93.99 ± 2.69 ^a (28.27 - 164.15)	109.05 ± 35.09 ^a (65.97 - 193.99)
Área Ventosa Oral (ArVo)	0.41 ± 0.08 ^a (0.28 - 0.63)	0.36 ± 0.06 ^b (0.22 - 0.57)	0.37 ± 0.10 ^a (0.03 - 0.65)	0.41 ± 0.10 ^b (0.22 - 0.61)
Área de la Ventosa Ventral (ArVv)	0.79 ± 0.16 ^a (0.50 - 1.11)	0.75 ± 0.15 ^a (0.50 - 1.33)	0.66 ± 0.20 ^a (0.28 - 1.21)	0.78 ± 0.23 ^b (0.37 - 1.13)
Área de la Faringe (ArF)	0.21 ± 0.04 ^a (0.11 - 0.35)	0.16 ± 0.06 ^b (0.07 - 0.35)	0.18 ± 0.05 ^a (0.08 - 0.37)	0.20 ± 0.07 ^b (0.09 - 0.31)
Proporciones (mm)				
Largo/Ancho (L/A)	2.59 ± 0.42 ^a (1.22 - 3.57)	2.77 ± 0.43 ^a (1.67 - 3.50)	2.33 ± 0.55 ^a (1.36 - 4.00)	1.93 ± 0.55 ^b (1.40 - 3.17)
Ventosa ventral/ventosa oral (Vv/Vo)	0.53 ± 0.11 ^a (0.40 - 0.89)	0.49 ± 0.07 ^a (0.31 - 0.72)	0.57 ± 0.15 ^a (0.34 - 1.12)	0.55 ± 0.21 ^a (0.35 - 1.21)

^{abc} Literales diferentes en la misma línea son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

6.2 Trabajo 2.

Comparación por método (Aplanadas vs No aplanadas)

Los parásitos adultos no aplanados fueron más anchos ($P < 0.05$), con mayor perímetro, área ($P < 0.05$) y mayor redondez que los aplanados. Mientras que para el largo fueron iguales. La diferencia entre medias para el ancho fue de 1.05 mm.

Los huevos de parásitos no aplanados fueron más grandes que los huevos de parásitos fijados, con diferencias estadísticas significativas entre ellos ($P < 0.05$).

La diferencia entre las medias para largo fue de 11.08 μm , para ancho 1.91 μm y para perímetro 12.72 μm (Cuadro 6).

Comparación por especies (Bovinos vs Ovinos)

Los parásitos de origen ovino fueron más largos ($P < 0.05$) que los parásitos de bovinos, con una diferencia entre sus medias de 2.51 mm. Lo mismo sucedió con el perímetro ($P < 0.05$), área y redondez. Sin embargo los parásitos de origen bovino fueron más anchos que los parásitos de ovinos con 0.28 mm (Cuadro 6).

Los huevos de parásitos de origen ovino fueron más largos, más anchos y con un mayor perímetro y área, que los huevos de parásitos de origen bovino, con diferencias estadísticas significativas entre ellos. ($P < 0.05$). Los huevos de hospederos bovinos son más redondos ($P < 0.05$)

Cuadro 6.- Comparación de medias, desviación estándar, rangos mínimo y máximo de parásitos adultos y huevos, clasificados por método y por especie.

COMPARACIÓN POR MÉTODO DE APLANAMIENTO					
	Largo	Ancho	Perímetro	Área (mm) ²	Redondez
Parásitos adultos (mm)					
Aplanadas n: 34	21.64 ± 2.69 ^a (15 - 27)	8.88 ± 2.04 ^a (6 - 18)	30.52 ± 3.83 ^a (25 - 40)	151.65 ± 43.28 ^a (84.54 - 311.02)	1.19 ± 0.70 ^a (0.44 - 3.91)
No Aplanadas n:64	21.48 ± 2.78 ^a (17 - 30)	9.93 ± 1.80 ^b (6 - 15)	31.40 ± 3.11 ^a (26 - 39)	167.04 ± 34.68 ^b (94.25 - 255.25)	1.35 ± 0.53 ^a (0.50 - 2.89)
Huevos (µm)					
Aplanados n:317	122.25 ± 10.02 ^a (75 - 152.50)	70.30 ± 10.01 ^a (50 - 97.50)	192.82 ± 13.94 ^a (145 - 228)	6748.42 ± 1090.83 ^a (4123.34 - 9626.04)	1.77 ± 0.29 ^a (1.07 - 2.65)
No Aplanados n: 384	133.33 ± 10.13 ^b (100 - 180)	72.21 ± 7.04 ^b (50 - 100)	205.54 ± 14.07 ^b (160 - 280)	7580.11 ± 1081.64 ^b (4712.39 - 14137.17)	1.86 ± 0.18 ^b (1.33 - 2.40)
COMPARACIÓN POR ESPECIE					
Parásitos adultos (mm)					
Ovinos n: 25	23.40 ± 3.37 ^a (17 - 30)	9.36 ± 1.03 ^a (7 - 12)	32.76 ± 3.44 ^a (27 - 39)	171.78 ± 29.62 ^a (109.96 - 233.26)	1.50 ± 0.54 ^a (0.63 - 2.65)
Bovino n: 73	20.89 ± 2.31 ^b (15 - 26)	9.64 ± 2.17 ^a (6 - 18)	30.53 ± 3.18 ^b (25 - 40)	158.25 ± 40.55 ^a (89.54 - 311.02)	1.22 ± 0.60 ^b (0.44 - 3.91)
Huevos (µm)					
Ovinos n: 179	130.21 ± 12.50 ^a (87.50 - 180)	75.90 ± 7.93 ^a (57.50 - 100)	206.21 ± 14.37 ^a (168 - 280)	7758.96 ± 1107.19 ^a (5057.96 - 14137.17)	1.73 ± 0.24 ^a (1.08 - 2.29)
Bovino n: 522	127.76 ± 11.05 ^b (75 - 160)	69.78 ± 8.21 ^b (50 - 92.50)	197.59 ± 15.09 ^b (145 - 240)	7013.71 ± 1118.66 ^b (4123.34 - 10602.88)	1.85 ± 0.24 ^b (1.07 - 2.65)

^{abc} Literales diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes (P<0.05).

INTERACCIONES ADULTOS

a) Comparaciones por método dentro de la especie

Al momento de hacer las comparaciones de los parásitos por especies dentro de los métodos de conservación (Aplanadas y no aplanadas), se encontró que los parásitos de hospederos bovinos fueron más pequeños cuando se sometieron al método de montaje. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre métodos ($P>0.05$). Por el contrario de los parásitos de origen ovino se vuelven más grandes y anchas cuando se someten por el mismo método de montaje (Cuadro 7).

Sin importar el método de montaje, los parásitos de origen ovino resultaron más grandes que las de origen bovino ($P<0.05$).

De forma adicional se contaron el número de huevos de parásitos de origen bovino y ovino; se determinó una media de 548 y 1870 huevos para ovinos y bovinos respectivamente (Cuadro 7).

b) Comparación por especie dentro de métodos

Método: Fijadas (No aplanadas)

Cuando se comparan los parásitos obtenidos a partir de dos especies (bovino y ovino) dentro del método sin fijación, tenemos que las fasciolas de origen ovinos presentaron mayores valores para largo, perímetro y redondez que los parásitos de hospederos bovinos, sin embargo los parásitos de bovinos fueron más anchos y con una área mayor que la de ovinos, a pesar de no encontrarse diferencias significativas entre ellos. ($P>0.05$)

Método: Montadas (Aplanadas)

Los parásitos de ovinos presentaron valores mayores para todos los parámetros (largo, ancho, perímetro, área y redondez) que los parásitos de hospederos bovinos, siendo el ancho la única medida en la cual no se presentaron diferencias significativas ($P>0.05$).

INTERACCIONES HUEVOS

a) Comparaciones por método dentro de la especie

Los huevos de los parásitos de hospederos ovinos, son más grandes en todos los parámetros, cuando no se someten al montaje, encontrándose diferencia significativa solo en el ancho ($P < 0.05$).

Los huevos de parásitos de hospederos bovinos de igual forma, presentan mayores valores cuando no se someten al proceso de montaje.

b) Comparación de huevos por especie dentro de métodos

Cuando se comparan los huevos de los parásitos obtenidos de cada hospedero (bovino y ovino) por cada método de conservación (Aplanados vs no aplanados) se tiene que los huevos de las fasciolas de origen ovino presentaron mayores valores para largo, ancho, perímetro y área en ambos métodos.

Mientras que en la redondez se presentan valores mayores en los hospederos bovinos.

Cuadro 7.- Promedios y desviación estándar de parámetros morfométricos de las interacciones de método y especie en parásito adultos y sus huevos.

FASCIOLAS NO APLANADAS (mm)						
Hospedero	Largo	Ancho	Perímetro	Área (mm ²)	Redondez	No. Huevos/Fasciola
Ovino <i>n:18</i>	22.50 ± 3.42 ^b (17 - 30)	9.33 ± 1.08 ^a (7 - 12)	31.83 ± 0.03 ^a (27 - 39)	164.41 ± 27.64 ^a (109.96 - 212.06)	1.36 ± 0.51 ^{abc} (0.63 - 2.53)	548.89 ± 469.09 ^a (130 - 1760)
Bovino <i>n:46</i>	21.07 ± 2.42 ^a (17 - 26)	10.15 ± 1.95 ^a (6 - 15)	31.22 ± 0.03 ^a (26 - 38)	167.77 ± 37.23 ^a (94.25 - 255.25)	1.35 ± 0.55 ^c (0.50 - 2.89)	1870.87 ± 1965.80 ^b (290 - 9350)
FASCIOLAS APLANDAS (mm)						
Ovinos <i>n: 7</i>	25.57 ± 1.90 ^c (22 - 27)	9.43 ± 0.98 ^a (8 - 11)	35 ± 0.02 ^b (31 - 38)	189.62 ± 26.75 ^a (155.51 - 233.26)	1.86 ± 0.48 ^a (1.17 - 2.65)	-----
Bovino <i>n: 27</i>	20.59 ± 2.15 ^a (15 - 25)	8.74 ± 2.23 ^a (6 - 18)	29.33 ± 0.03 ^c (25 - 40)	141.52 ± 41.04 ^b (89.54 - 311.02)	1.03 ± 6.54 ^b (0.44 - 3.91)	-----
HUEVOS NO APLANADOS (µm)						
Ovino <i>n:119</i>	133.87 ± 10.67 ^a (110.00 - 180.00)	75.29 ± 7.68 ^c (60.00 - 100.00)	209.16 ± 14.65 ^a (180.00 - 280.00)	7932.52 ± 1185.09 ^a (5654.87 - 14137.17)	1.79 ± 0.20 ^a (1.33 - 2.17)	-----
Bovino <i>n:265</i>	133.09 ± 9.90 ^a (100.00 - 160.00)	70.83 ± 6.28 ^b (50.00 - 90.00)	203.92 ± 13.53 ^a (160.00 - 240.00)	7421.86 ± 994.21 ^a (4721.86 - 10602.88)	1.89 ± 0.18 ^a (1.50 - 2.40)	-----
HUEVOS APLANADOS (µm)						
Ovinos <i>n: 60</i>	122.98 ± 12.80 ^a (87.50 - 152.50)	77.12 ± 8.33 ^c (57.50 - 97.50)	200.83 ± 11.91 ^a (167.50 - 222.50)	7414.74 ± 841.59 ^a (5057.96 - 9179.34)	1.62 ± 0.29 ^a (1.08 - 2.24)	-----
Bovino <i>n: 257</i>	122.09 ± 9.27 ^a (75.00 - 147.50)	68.72 ± 9.72 ^a (50.00 - 92.50)	191.05 ± 13.80 ^a (145.00 - 227.50)	6592.86 ± 1084.99 ^a (4123.34 - 9626.04)	1.81 ± 0.29 ^a (1.07 - 2.65)	-----

^{abc} Literales diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

7. DISCUSIÓN

El presente estudio muestra la información de algunas medidas morfométricas de tremátodos adultos de *Fasciola hepatica*, que fueron obtenidas a partir de dos hospederos rumiantes, bovinos y ovinos, además de que compara la influencia de un método de conservación en el cual los parásitos y sus huevos fueron sometidos a “presión”. La importancia del presente trabajo radica en que es el primero que presenta las medidas de parásitos recolectados de hospederos ovinos de Tabasco y confirma la presencia de *Fasciola hepatica* por sus medidas morfométricas.

A nivel mundial, la Fasciolosis afecta diferentes hospederos mamíferos, incluyendo a los rumiantes, como los bovinos, ovinos, caprinos (Valero *et al.*, 2012), búfalos (Phalee *et al.*, 2015) e incluso afecta al ser humano (Mas-Coma y Bargues 1997; Mas-Coma *et al.*, 2003, 2005; Mas-Coma, 2005;).

Las diferencias morfológicas de estas especies han sido estudiadas en diversos estudios realizados en todo el mundo (Periago *et al.*, 2008; Valero *et al.*, 2009; Wannasan *et al.*, 2014; Yakchali *et al.*, 2015). La clasificación y diferenciación de la especies se efectúan en dos tipos de estudios, los basados en la morfometría del parásito adulto y por medio de técnicas moleculares (Marcilla *et al.*, 2002; Periago *et al.*, 2006; Wannasan *et al.*, 2014).

Para la diferenciación morfométrica, existen medidas estándares para los adultos y huevos de ambas especies, lo que permite clasificarlas de acuerdo a las medidas propuestas por otros autores (Valero *et al.*, 2001; Periago *et al.*, 2006). Estas medidas son herramientas útiles para el estudio y diferenciación de la diversidad morfológica inter e intra específica en adultos de *Fasciola*.

La diferenciación por medio de microscopía tradicional, se lleva a cabo mediante la medición del cuerpo, de los órganos internos, y externos, así como de sus ubicaciones dentro del cuerpo del parásito adulto (Watanabe, 1962; Oshima *et al.*, 1968; Akahane *et al.*, 1970; Srimuzipo *et al.*, 2000).

Sin embargo, a pesar del número de medidas que se pueden obtener por microscopía, en la literatura, se utilizan únicamente cinco indicadores que sirven para describir, clasificar y diferenciar a un parásito. Esta clasificación se basa

principalmente, en el largo y ancho del cuerpo, la proporción (L/A), redondez corporal y la distancia entre la ventosa ventral y el extremo posterior del cuerpo (Periago *et al.*, 2006).

En el presente trabajo aunque se reportan 14 variables que están relacionadas con la forma y tamaño de los trematodos recolectados, la descripción se basará en cuatro variables principales: largo, ancho, proporción (L/A) y redondez. El parámetro distancia entre ventosa ventral y el extremo posterior del cuerpo, no pudo ser medido, debido a que no se contaba con el equipo de microscopia adecuado para realizar la medición, lo cual no demerita los datos y la calidad del presente trabajo.

En el país, se ha reportado la presencia de la especie *F. hepatica* de origen bovino en los estados de Tabasco, Veracruz, Guanajuato, Michoacán, Hidalgo, Tlaxcala, Baja California Norte, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Zacatecas (Sánchez *et al.*, 1976; Ibarra 1985; Soulsby 1987; Rangel y Martínez 1994; Quiroz 2005; Castañeda 2006). Sin embargo, no encontramos literatura que haga referencia a estudios de morfometría en los parásitos adultos y sus huevos.

La existencia de la especie *F. hepatica* en el estado de Tabasco, se reporta junto con la presencia de su hospedero intermediario en la mayor parte del Estado. Existe un trabajo en el que se describe la morfología y fisiología de parásitos adultos recolectados en la especie bovina (Rangel *et al.*, 1999). En los que estos son clasificados de acuerdo al desarrollo de sus órganos, sin realizar una descripción morfométrica de dichos especímenes.

Las medidas obtenidas en el presente trabajo para el largo, ancho, proporción y redondez de parásitos adultos de hospederos bovinos y ovinos se encuentran dentro de los rangos que han sido reportadas para *Fasciola hepatica* en el mundo lo cual coincide con lo reportado por Rangel y confirma la presencia de la especie hepatica en el estado (Rangel *et al.*, 1999).

Las medidas del presente trabajo, para largo, coinciden con las medidas reportadas para la especie hepatica en otros países como España y Francia (Periago *et al.*, 2006 y Ahasan *et al.*, 2016) y se encuentran dentro del rango que reportan para México, Bolivia, Egipto e Irán (Rangel *et al.*, 1999; Valero *et al.*,

2001). Las medidas del ancho se encuentran dentro del rango reportado para la especie en otras partes del mundo (Valero *et al.*, 2001; Periago *et al.*, 2006).

En cuanto a la redondez, los datos obtenidos no coinciden con lo reportado para *F. hepatica*, debido a que uno de los rangos (el mayor) se traslapa con los datos que se reportan para *F. gigantica* de Egipto e Irán (Periago *et al.*, 2008), y podemos mencionar que el valor de redondez obtenido es menor a lo que se reporta para *F. hepatica*. Existe un autor que menciona que reporta que la redondez corporal ha resultado ser una buena herramienta para la diferenciación de especies, ya que las medidas obtenidas no se superponen entre las especies y no varía con la edad del parásito (Periago *et al.*, 2016).

La proporción coincide con lo reportado para *Fasciola hepatica* (Valero *et al.*, 2001; Periago *et al.*, 2006; Ahasan *et al.*, 2016). Existe controversia con lo reportado para la proporción ya que existen autores que afirman que no es útil para hacer una correcta diferenciación entre especies ya que este valor puede variar con la edad del parásito (Periago *et al.*, 2016), sin embargo, difiere de lo que menciona otro autor ya que este parámetro ha sido considerado como uno de los indicios más útiles para realizar la diferenciación específica de ambas especies (Yakchali *et al.*, 2015).

En teoría, los parásitos *F. hepatica* crecen más rápido en ovinos que en bovinos y se supone que alcanzan medidas más uniformes, así como un mayor tamaño (Dixon, 1954). Para las medidas largo, ancho, redondez y proporción de los parásitos recolectados de ovinos, estas coinciden con lo reportado en la literatura para la especie *F. hepatica* en Bolivia, Perú y España (Valero *et al.*, 2001, 2012; Yakchali *et al.*, 2015).

Cuando se compara el tamaño de los parásitos por especie animal en el presente trabajo se obtiene que los de origen ovino resultaron más grandes que los de bovinos y cuando esto se contrasta con la literatura, se detecta que las medidas para la *F. hepatica* recuperadas de ovinos son iguales o similares a las de bovino (Valero *et al.*, 2012; Yakchali *et al.*, 2015). Es necesario mencionar que se

encontraron pocos trabajos en los que se reportan las medidas de parásitos recuperadas a partir de ovinos (Valero *et al.*, 2001, 2009; Hussein y Khalifa 2010). En cuanto a las medidas por especie del parásito (*F. hepatica* y *F. gigantica*), es posible detectar que estas se traslapan en ambas especies para largo y ancho; sin embargo, para redondez y proporción de largo/ancho los valores no se traslapan entre sí, tal situación dificulta la identificación de especies usando la morfometría, sin embargo, es posible mencionar que la especie que se encontró en el presente trabajo es compatible con *Fasciola hepatica* para ambos hospederos estudiados. Es conveniente mencionar que el tamaño de un parásito puede variar en la misma especie de hospedero, y es por eso que se establecen rangos mínimos y máximos. Aunque hay ocasiones que la variabilidad individual es grande (Ashrafi *et al.*, 2006).

La mayoría de estos estudios clasifican a los parásitos utilizando un sistema de cómputo que permite obtener los parámetros de los parásitos para posteriormente ser analizados en conjunto por medio de un Software de imagen (CIAS), ayudando a que la clasificación entre especies sea más exacta (Valero *et al.*, 2006; Ashrafi *et al.*, 2006).

Sin embargo, existen autores que mencionan que la morfometría en los parásitos tienen limitaciones ya que puede verse afectado por el método de montaje (Wannasan *et al.*, 2014). Los parásitos cuando son preparados o manejados pueden presentar variación en tamaño y forma, por lo que el método puede influenciar sus medidas y confundir la clasificación.

En el presente trabajo, las medidas de los parásitos adultos fijados y no fijados de origen bovino y ovino coinciden y se encuentran dentro de los valores reportados (largo, ancho, redondez y proporción) para la especie *F. hepatica* (cuadro 8 y 9), lo que nos lleva a establecer que no existió influencia del método de fijación en estos parásitos.

Al comparar el método de aplanamiento por especie se obtuvo que existieron diferencias entre especies de hospedero, resultando que las de origen ovino fueron más largas que las de bovino cuando se utilizó presión para fijarlas. Al respecto, el trabajo de Wannasan *et al.* (2014) menciona que es posible que se

afecte el tamaño de los parásitos debido a que se utiliza presión para estirar a los trematodos para medirlos lo cual puede afectar las medidas que se obtengan de ellos. En el presente trabajo las medidas de los parásitos no se afectaron por la técnica de fijación empleada.

Por otro lado, la importancia de conocer y determinar las medidas de los huevos, es que las medidas morfométricas de los huevos pueden variar y se pueden traslapar entre especies, aunque en realidad el tamaño del huevo y la forma no es evidencia suficiente para poder establecer diferencias entre la especies del parásito (*F. hepatica* y *F. gigantica*) (Periago *et al.*, 2006).

Entre los factores que afectan el tamaño del huevo, se encuentran los relacionados con el hospedero, al respecto, Valero *et al.* (2001) menciona que el hospedero final influye sobre el tamaño de los parásitos adultos y por consecuencia en el tamaño de sus huevos. Lo que a su vez puede estar relacionado con la inmunidad del hospedador. Respecto a la forma del huevo existen autores que mencionan que esta puede variar dependiendo del tratamiento que se haya administrado al hospedero (Valero *et al.*, 2009). Es importante mencionar que la mayoría de los trabajos se enfocan en los huevos de origen bovino por lo que la información en los ovinos es limitada.

En el presente trabajo y en cuanto al tamaño de los huevos de origen bovino y ovino, estos coinciden con los valores reportados en la literatura para *F. hepatica* (Valero *et al.*, 2001; Periago *et al.*, 2006; Hussein y Khalifa 2010) y se encontró que las dimensiones de los huevos de ambos orígenes (bovino y ovino) para largo, ancho y proporción se encuentran dentro del rango reportado por Periago *et al.* (2001) y Valero *et al.* (2009) (cuadros 10 y 11).

Sin embargo, el perímetro de los huevos de ambos hospederos (ovino y bovinos) que se obtuvo en el presente trabajo fue menor que lo que reporta la literatura en Bolivia, Estados Unidos, Egipto y España (Valero *et al.*, 2001; 2009; Periago *et al.*, 2006) y en cuanto al área, en el caso de los ovinos, esta fue mayor a la reportada para *F. hepatica* (Valero *et al.*, 2001; 2009).

Es importante mencionar que tanto el tamaño como la forma del huevo permiten realizar un diagnóstico parasitológico en los animales que son afectados por este

parásito. En el caso de los huevos del trematodo *Fasciola hepatica* se menciona que estos presentan la característica de ser elipsoidales (Quiroz, 2005; Valero *et al.*, 2009), sin embargo, no son los únicos que presentan esta forma siendo parecidos a los de los trematodos de la familia Paramphistomidae.

Respecto a la forma de los huevos de las especies de *Fasciola*, existen dos autores que han calculado una medida de proporción (largo/ancho) para clasificarlos en redondos o elípticos, sin embargo, estos difieren en las fórmulas que utilizaron, ya que uno incluye únicamente las medidas de largo entre ancho (Larroza y Olaechea, 2010) y el otro autor incluye el perímetro y el área en sus cálculos (Valero *et al.*, 2009). En el presente trabajo se utilizó la fórmula del último autor para determinar la forma de los huevos de los parásitos recolectados de origen bovino y ovino y se determinó que todos los huevos recolectados coinciden con el criterio propuesto por Larroza y Olaechea, (2010) y por Valero *et al.* (2009). El cual menciona que los huevos con un valor igual a uno ($=1$) son huevos redondos y un valor mayor (>1) a uno significa que son huevos elípticos.

Cuando los huevos son comparados entre especies de hospederos (bovino y ovino), se determinó que los de ovinos fueron más largos y anchos, pero en cuanto a la redondez se determinó que por 10 micrómetros fueron más redondos que los de bovino.

El tamaño del parásito es importante e influye directamente sobre su capacidad para producir progenie (potencial biótico), por ejemplo en nematodos de la especie *Trichostrongylus retortaeformis* el largo de la hembra adulta, está relacionada con su capacidad para producir huevos por el espacio que estos pueden ocupar en comparación con una hembra de menor tamaño (Bargues, 1987; Bargues *et al.*, 1985; Chilinsky *et al.*, 2009).

En el presente trabajo y con respecto a la producción de huevos en los parásitos adultos, se obtuvo que los trematodos provenientes de hospederos ovinos tuvieron menos huevos a pesar de ser más grandes y anchos que los parásitos de origen bovino, situación que no coincide con lo esperado.

Al respecto Valero *et al.* (2011) mencionan que el efecto de la relación entre el tamaño del útero del trematodo *Fasciola* y la producción de huevos, reportan una relación positiva entre el tamaño del parásito y la producción de huevos, por lo que se esperaría que los más grandes tengan mayor cantidad de huevos en su interior.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

8. CONCLUSIONES

Los estudios sobre la morfometría de fasciolas adultas y de sus huevos recolectados de dos hospederos rumiantes (bovinos y ovinos), nos ha permitido alcanzar una serie de conclusiones que se muestran a continuación:

- Los parásitos de origen ovino son más grandes que los de origen bovino cuando se hace la comparación por medio de morfometría. Ambos parásitos están dentro de los rangos reportados en la literatura para *Fasciola hepatica*.
- En cuanto a la influencia del método de aplanamiento sobre las medidas de tamaño de los parásitos adultos y de sus huevos, los resultados obtenidos indican que no hay efecto entre aplanados y no aplanados sin importar la especie animal. El tamaño de los huevos de fasciolas de origen ovino fue mayor que los de hospederos bovinos para ambos métodos.
- En lo que respecta al potencial biótico de producción de huevos de fasciolas adultas, se obtuvo que los parásitos de hospederos bovinos producían más huevos que los parásitos de hospederos ovinos, a pesar de que los parásitos de ovinos fueron más largas y anchas que las de bovinos.

9. LITERATURA CITADA

- Abbott, P. 2009. On the Perimeter of an ellipse. *Mathematica J.* 11:172-185
- Abrous, M., Comes, A., Gasniera, N., Rondelauda, D., Dreyfussa, G., Chauvin, A., Ménarda, A., Agoulon, A., Cabaret, J., 1998. Morphological variability in *Fasciola hepatica* eggs in ruminants, rodents and lagomorphs. *J. Helminthol.*, 7(4): 313-317.
- Akahane, H., Harada, Y., Oshima, T. 1970. Patterns of the variation of the common liver fluke (*Fasciola* sp.) in Japan. III. Comparative studies on the external form, size of egg and number of eggs in the uterus of fluke in cattle, goat and rabbit. *Japanese Journal of Parasitology.* 6:619-627,
- Anuracpreeda, P., Chawengkirtikul, R., Tinikul, Y., Poljaroen, J., Chotwiwatthanakun, C., Sobhon, P. 2013. Diagnosis of *Fasciola gigantica* infection using a monoclonal antibody-based sandwich ELISA for detection of circulating cathepsin B3 protease. *Acta Tropica*, 127: 38– 45.
- Ashrafi, K., Valero, M.A., Panova, M., Periago, M.V., Massoud, J. and Mas-Coma, S. 2006. Phenotypic analysis of adults of *Fasciola hepatica*, *Fasciola gigantica* and intermediate forms from the endemic region of Gilan, Iran. *Parasitology International*, 55: 249-260.
- Barguer, I. A. 1987. Population Regulation in trichostrongylids of ruminants. *International Journal for parasitology.* 17: 531-540.
- Barguer, I. A., Le Jambre, L. F., Georgi, J. R., Davies, H. I. 1985. Regulation of *Haemonchus contortus* populations in sheep exposed to continuous infection, *International Journal for parasitology.* 15: 529- 533.

- Behm, C. A., N. C. Sangster. 1999. Pathology, pathophysiology and clinical aspects. In: Fasciolosis (J. P. Dalton, Ed.). CABI Publishing, Wallingford, 185-224.
- Bloody, D. C., Henderson, J. A., Radostis, D.M., 1986. *Medicina Veterinaria*. 6ª edición. México. Interamericana. pp. 986 – 991.
- Boray, J. C. 1969. Experimental fasciolosis in Australia. *Adv. Parasit.* 7: 95-210.
- Bowman, D. D., 2011. *Georgis Parasitología para Veterinarios*. Elsevier España, S. L. Cap. 4. Helmintos. Pág. 118-121
- Carrada, B. T. y Escamilla, J. R., 2005. Fasciolosis: revisión clínico-epidemiológica actualizada. *Revista mexicana de Patología Clínica*, 52(2): 83-96.
- Castañeda, V. E., 2006. *Principales causas del decomiso de hígados de bovino, así como las pérdidas económicas en establecimientos tipo inspección federal de enero a diciembre de 2004, a nivel nacional y estatal*. Tesis de licenciatura de la UNAM: FMVZ México (D.F).
- Chirino, R. L. y Rangel, J., 2004. *Preparación de antígenos de Fasciola hepatica y su evaluación en ELISA*. Tesis de Licenciatura. FES Zaragoza. UNAM. México, D.F.
- Chylinski, C., Boad, B., Stear, M., & Cattadori, I. 2009. Effects of host characteristics and parasite on growth and fecundity of *Trichostrongylus retortaeformis* infections in rabbits. *Parasitology*, 136 (1): 117-123.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2016. <http://www.conagua.gob.mx>. Consultado el 07/03/2016.

Cordero del Campillo, M. y Vázquez-Rojo, F. A., 2002. *Parasitología Veterinaria*. España, Mc Graw-Hill. Pág.- 260-271.

De Dios, O.O., 2001. El medio ambiente tropical. En: *Ecofisiología de los bovinos en sistemas de producción del trópico húmedo*. Colección José N. Rovirosa. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. Pp: 17-39.

Dixon, K. E., 1964. The relative suitability of sheep and cattle as host for the liver fluke, *Fasciola hepatica*. L. *J. Helminthol.* 38: 203-212.

Fiel A. C., Stefan P. E., Ferreyra A. D. 2011 Diagnostico de las parasitosis más frecuentes en rumiantes: técnicas de diagnóstico e interpretación de resultados. Ed. Bayer. Pp.: 100-106.

Fischthal J. H. 1980. Some digenetic trematodes of marine fishes from Israel's mediterranean coast and their zoogeography, especially those from red sea Immigrant fishes. *Zoologica Scripta*, 9:11-23.

Fischthal J. H., Carson, D. O., Vaught, R. S. 1982. Comparative allometry of size of the digenetic trematode *Bucephalus gorgon* (Linton, 1905) Eckmann, 1932 (Bucephalidae) in two sites of infection in the marine fish *Seriola dumerili* (Risso). *J. Parasitol.* 68: 173-174.

Fortes, E., 2004. *Parasitologia Veterinária*. 4ª Ed. São Paulo: Ícone. 604 pp.

Hussein, A. N., Khalifa, M. A. 2010. Phenotypic description and prevalence of *Fasciola* species in Qena Governorate, Egypt with special reference to a new strain of *Fasciola hepatica*. *Journal of King Saud University*. 22:1-8.

Ibarra, V.D.F., 1985. Identificación y diagnóstico de fasciolosis. *Revista Cebu*, 11(9): 94-102.

- Larroza, M., Olaechea, F. 2010. Comparación de la morfología y la viabilidad de huevos de *Fasciola hepatica* en distintos hospedadores en la Patagonia. *Vet. Arg.* 18: 268.
- Leguía, G., 1988. Distomatosis hepática en el Perú: Epidemiología y Control. Ciba Geigy-Hoesch. Lima 42 pp.
- Lin R. Q., Dong, S. J., Nie, K. 2007. Sequence analysis of the first internal transcribed spacer of rDNA supports the existence of the intermediate *Fasciola* between *F. hepatica* and *F. gigantica* in Mainland China. *Parasitol Res.* 101:813-7.
- Marcilla, A., Bargues, M. D., Mas-Coma, S. 2002. A PCR-RFLP assay for the distinction between *Fasciola hepatica* and *F. gigantica*. *Mol. Cell. Probes* 16: 327-333.
- Mas-Coma S. 2005. Epidemiology of fascioliasis in human endemic areas. *J Helminthol.* 79:207-16.
- Mas-Coma, S y Bargues, M. D.1997. Human liver flukes: a review. *J. Parasitol.* 57:145-218.
- Mas-Coma, S., Bargues, M. D., Valero, M. A., Fuentes, M. A. 2003. Adaptation capacities of *fasciola hepatica* and their relationship whit human Fascioliasis form below sea level up to the very high altitude. *J Taxonomy Ecology and Evolution of Metazoan parasites.* 2: 81-123
- Mas-Coma, S.,Bargues, M. D., Valero, M. A. 2005. Fascioliasis and other plant-borne tremátodo zoonoses. *Int. J. Parasitol* 35: 125- 135.

- Mehlhorn, H., Duwel, D., Raether, W. 1993. *Manual de Parasitología Veterinaria*. Editorial Grass-Iatros. Colombia. 100-106, 190-196 pp.
- Mungube, E. O., Bauni, S. M., Tenhagen, B. A., Wamae, L. W., Nginyi, J. M., Mugambi, J. M. 2006. The prevalence and economic significance of *Fasciola gigantica* and *Stilesia hepatica* in slaughtered animals in the semi-arid coastal Kenya. *Tropical Animal Health Prod.*, 38: 475-483.
- Ordoñez M. D. 2009. *Fasciolosis crónica avanzada: Analisis del desarrollo del parasito adulto y de la ovoposición n el modelo experimental Wistar*. Tesis de Doctorado. Facultad de Farmacia. Valencia España.
- Oshima T, Akahane H, Shimazu T. 1968. Patterns of the variation of the common liver fluke (*Fasciola* sp.) in Japan. I. Variations in the sizes and shapes of the worms and eggs. *Jpn J Parasitol.*; 17: 97-105.
- Panaccio, M. y Trudgett, A. 1999. *Molecular biology*. In Dalton, J.P (Ed.), *Fasciolosis*. CAB International Wallingford. 449-664 pp.
- Panova, M. 2002. *Análisis morfométrico de los estadios de adulto y huevo de especies de Fasciola (Linnaeus, 1758) (Trematoda: Fasciolidae)*. Tesis Doctoral. Facultad de Farmacia, Universidad de Valencia. 241 pp.
- Periago, M. V., Valero, M. A., Panova, M., Mas-Coma, S. 2006. Phenotypic comparison of allopatric populations of *Fasciola hepatica* and *Fasciola gigantica* from European and African bovines using a computer image analysis system (CIAS). *Parasitol. Res.*, 99 (4):368-378.
- Periago, M. V., Valero, M. A., Sayed, M. El, Ashrafi, K., Wakeel, A. E. I., Mohammad, M. Y., Desquesne, M., Curtale, F., Mas-Coma, S. 2008. First phenotypic description of *Fasciola hepatica/Fasciola gigantica* intermediate

- forms from the human endemic area of the Nile Delta, Egypt. *Infection, Genetics and Evolution*, 8:51–58.
- Phalee, A., Wongsaward, C., Rojanapaibul, A., Chai, T. 2015. Experimental life History and characteristics of *Fasciola gigantica* (Digenea: Fasciolidae). *Korean J Parasitol.* 53 (1): 59-64.
- Quiroz, R. H. 2005. *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos*. Ed. Limusa-Noriega Editores, México, D. F. 870 pp.
- Raina, O. K., Jacob, S. S., Sankar, M., Bhattacharya, D., Bandyopadhyay, S., Varghese, A., Chamuah, J. K., Lalrinkima, H. 2013. Genetic characterization of *Fasciola gigantica* from different geographical regions of India by ribosomal DNA markers. *J Parasit Dis.*; doi: 10.1007/s12639.013.0276.7.
- Rangel, R. J. L. 1995b. *Estudio poblacional de la fasciolosis en el estado de Tabasco*. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- Rangel, R. L. J., Izquierdo, M. R. y Nogueira, B. G. 1999. Bovine fasciolosis in Tabasco, México. *Veterinary Parasitol.*, 81:119-127.
- Rangel, R. L. J., Martínez, D. E. 1994. Pérdidas económicas por decomiso de hígados y distribución geográfica de la fasciolosis bovina en el estado de Tabasco, México. *Veterinaria México*, 25: 327-331.
- Rettew, J. A., Huet-Hudson, Y. M., Marriot, I. 2008. Testosterone reduces macrophage expression in the mouse of toll-like receptor 4, a trigger for inflammations and innate immunity. *Biol. Reprod.* 78: 432-437.
- Roberts, L. S. 2000. The crowding effect. *J. Parasitol.*, 86: 209-211.

- Rojo-Vázquez, F. A. y Ferre-Pérez, I. 1999. Parasitosis hepáticas: Fasciolosis. En: *Parasitología Veterinaria*. Eds. Cordero del Campillo M. y Rojo Vázquez, F.A. Mc Graw Hill. Interamericana de España, Madrid. Pág. 260-272.
- Rojo-Vázquez, F. A., Meana, A., Valcárcel, F., Martínez-Valladares, M. 2012. Update on trematode infections in sheep. *Veterinary Parasitol*, 189: 15-38.
- Sánchez, A. A., Herrera, R. D., Barrios, D. Z. 1976. Incidencia de Fasciolosis decomisado de ganado Holstein nativo de la región sacrificado en el rastro municipal de Tulancingo Hgo. *Tec Pec México*, 30:110-115.
- Shafiei, R., Sarkari, B., Sadjjadi, M. Si, Mowlavi, R. G., Moshfe. 2014. Molecular and morphological characterization of *Fasciola* spp. Isolated from different host species in a newly emerging focus of human fasciolosis in Iran. *Veterinary Medicine International.*, 2014: 1-10.
- Shotak, A. W & Scott, M. E. 1993. Detection of density dependent growth and fecundity of heminths in natural infections. *J. Parasitol.*, 106: 527- 539.
- Soulsby, E. J. L. 1988. *Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos*. 7ª ed. Nueva Editorial Interamericana, México, D.F.
- Srimuzipo, P., Komalamisra, C., Choochote, W., Jitpakdi, A., Vanichthanakorn, P., Keha, P., Riyong, D., Sukontasan, K., Komalamisra, N., Sukontasan, K., Tippawangkosol, P. 2000. Comparative morphometry, morphology for egg and adult surface topography under light and scanning electron microscopies, and metaphase karyotype among three size-races of *Fasciola gigantica* in Thailand. *Journal Trop. Med.* 31: 366- 73
- Thorpe E. 1965. Liver damage and the host-parasite relationship in experimental fasciolosis in the albino rat. *Res. 8Vet. Sci.* 6: 489-509.

- Tinar, R. 1984. Yumurta boyutlarına göre *Fasciola gigantica* ile *fasciola hepatica* ninayirimi uzerinde arastrimalar. *Vet. Fakul. Ankara Univ.* 31:217-229.
- Torres, C. P. 2008. Susceptibilidad de caracoles del genero *Lymnaea* a la infección por *Fasciola hepatica* determinada por PCR. Tesis de Maestria UNAM.
- Urquhart G, Armour J, Duncan J, Jenmings F. 2001. Parasitología Veterinaria. 2 ed. Zaragoza: Acribia. 355p
- Valero, M. A., Marcos, M. D., Mas-Coma, S. 1996. A mathematical model for ontogeny of *Fasciola hepatica* in the definitive host. *Res. Rev. Parasitol.* 56: 13-20
- Valero, M. A., Panova, M., Comes, A. M., Fons, R., Mas-Coma, S. 2001b. Relationships between host species and morphometric patterns in *Fasciola hepatica* adults and eggs from the Northern Bolivian Altiplano hyperendemic region. *Vet. Parasitol.*,102: 85-100.
- Valero, M. A., Perez-Crespo, I., Khoubbane, M., Panova, M., Ortiz, P., Marco, V., Espinoza, JR., Mas-Coma, S. 2012. *Fasciola hepatica* phenotypic characterization in Andean human endemic área: Valley versus altiplane patterns analysed in liver flukes from sheep Camajarca and Manataro, Peru. *Infection Genetics and Evolution.* 12 :403-410
- Valero, M. A., Perez-Crespo, I., Periago, M. V., Khoubbane, M., Mas-Coma, S. 2009. Fluke egg characteristics for the diagnosis of human and animal fascioliasis by *Fasciola hepatica* and *F. gigantica*. *Act. Trop.*, 111: 150-159.

- Wannasan, A., Khositharattanakool, P., Chaiwong, P., Piangjai, S., Uparanukraw, P., Morakote, N. 2014. Identification of *Fasciola* species based on mitochondrial and nuclear DNA reveals the co-existence of intermediate *Fasciola hepatica* and *Fasciola gigantica* in Thailand. *Experimental Parasitology*, 146: 64-70.
- Watanabe, S. 1962. Fascioliasis of ruminants in Japan. *Bull. Off. Int. Epizoot.* 58:313-322.
- Weissten, E. W. From Math Word. A worfram web Resource. Disponilbe en <http://mathword.wolfram.com/Elipse.html/>
- WHO. 1991. *Basic laboratory methods in medical parasitology*. World Health Organization, Geneva, Switzerland. 114 pp
- Yakchali, M., Malekzadeh-Viayeh, R., Imani-Baran, A., Mardani, K. 2015. Morphological and molecular discrimination of *Fasciola* species isolated from domestic ruminants of Urmina City, Iran. *Iran J Parasitol*, 10 (1): 46-53.
- Yamaguti, S. 1971. *Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates. vol. I y II*, Keigaku, Tokyo, Japan. 1070 pp.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

10. ANEXOS

Cuadro 8.- Medidas morfométricas reportadas a nivel mundial por diversos autores para parásitos adultos provenientes de hospederos bovinos (mm).

	<i>F. hepatica</i>	<i>F. gigantea</i>	País	Autor
Largo	20.78 (16.50 - 25.40)	-----	México	Rangel <i>et al.</i> , (1999)
	19.07 (8.92 - 28.74)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	17.41 (11.64 - 22.93)	39.72 (28.82 - 53.30)	España, Francia y África Occidental	Periago <i>et al.</i> , (2006)
	20.45 (12.22 - 29.00)			
	19.57 (11.74 - 28.71)	39.51 (30.70 - 35.91)	Bolivia y África Occidental	Ashrafi <i>et al.</i> , (2006)
	23.73 (15.48 - 28.71)	44.65 (35.25 - 48.71)	Egipto e Irán	Periago <i>et al.</i> , (2008)
	21.76 (11.47 - 30.02)	39.45 (29.97 - 62.39)		
	-----	40.70 (36 - 47)	Tailandia	Wanassan <i>et al.</i> , (2014)
	30.29 (20.19 - 53.58)		Asia del sur,	
	17.41(11.64 - 22.93)	39.72 (28.82 - 52.30)	España, Francia y África occidental	Ahasan <i>et al.</i> , (2016)
20.45 (12.11 - 29.00)				
17.92 (12 - 25)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)	
Ancho	9.75 (16.50 - 25.40)	-----	Tabasco, México	Rangel <i>et al.</i> , (1999)
	8.39 (3.16 - 12.95)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	10.02 (6.41 - 13.88)	8.45 (6.03 - 11.84)	España, Francia y África Occidental	Periago <i>et al.</i> , (2006)
	10.71 (4.88 - 14.07)			
	8.63 (5.37 - 12.90)	8.87 (6.45 - 11.38)	Bolivia y África Occidental	Ashrafi <i>et al.</i> , (2006)
	10.54 (8.21 - 14.27)	10.36 (8.23 - 13.60)	Egipto e Irán	Periago <i>et al.</i> , (2008)
	9.75 (6.41 - 13.91)	6.92 (5.15 - 9.80)		
	-----	11.00 (8.20 - 14.00)	Tailandia	Wanassan <i>et al.</i> , (2014)
	10.32 (6.98 - 15.39)		Asia del sur, España, Francia y África occidental	Ahasan <i>et al.</i> , (2016)
	10.02 (6.41 - 13.88)	8.45 (6.03 - 11.84)		
10.71 (4.88 - 14.07)				
7.69 (3 - 18)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)	
Redondez Corporal	1.23 (1.06 - 1.58)	2.47 (1.71 - 3.65)	España, Francia y África Occidental	Periago <i>et al.</i> , (2006)
	1.25 (1.10 - 1.55)			
	1.37 (1.15 - 1.58)	2.10 (1.76 - 2.52)	Egipto e Irán	Periago <i>et al.</i> , (2008)
	1.37 (1.15 - 1.59)	2.61 (1.93 - 4.02)		
	1.69 (1.39 - 2.25)			
	1.23 (1.06 - 1.58)	2.47 (1.71 - 3.65)	Asia del sur, España, Francia y África occidental	Ahasan <i>et al.</i> , (2016)
	1.25 (1.10 - 1.55)			
0.65 (0.05 - 3.91)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)	
Largo/Ancho	2.30 (1.40 - 3.48)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	1.74 (1.29 - 2.77)	4.70 (3.40 - 6.77)	España, Francia y África Occidental	Periago <i>et al.</i> , (2006)
	1.91 (1.33 - 2.80)			
	2.28 (1.58 - 3.08)	4.48 (3.20 - 5.86)	Bolivia y África Occidental	Ashrafi <i>et al.</i> , (2006)
	2.27 (1.65 - 2.76)	4.37 (3.43 - 5.50)	Egipto e Irán	Periago <i>et al.</i> , (2008)
	2.24 (1.57 - 2.79)	5.54 (3.81 - 8.41)		
	-----	3.76 (2.89 - 5.12)	Tailandia	Wanassan <i>et al.</i> , (2014)
	2.69 (1.83 - 4.78)		Asia del sur, España, Francia y África occidental	Ahasan <i>et al.</i> , (2016)
	1.74 (1.29 - 2.77)	4.70 (3.40 - 6.77)		
	1.91 (1.33 - 2.80)			
2.41 (1.22 - 4)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)	

*Datos sin publicar.

Cuadro 9.- Medidas morfométricas reportadas a nivel mundial por diversos autores para parásitos adultos provenientes de hospederos ovinos (mm).

	<i>F. hepatica</i>	<i>F. gigantea</i>	País	Autor
Largo	16.10 (4.90 – 31.11)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	18.86 (13.48 – 30.97)			
	19.70 (13.41 – 27.75)	-----	Perú, Bolivia y España	Valero <i>et al.</i> , (2012)
	18.08 (9.64 – 31.04)			
	20.82 (14.21 – 31.17)			
	21.10	34.10	Irán	Yakhchali <i>et al.</i> , (2015)
21.44 (12 – 28)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)	
Ancho			Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	10.25 (5.06 – 14.23)			
	10.88 (7.60 – 13.93)	-----	Perú, Bolivia y España	Valero <i>et al.</i> , (2012)
	8.26 (4.23 – 13.41)			
	9.75 (7.49 – 12.76)			
	12.00	9.00	Irán	Yakhchali <i>et al.</i> , (2015)
8.60 (6 -13)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)	
Redondez Corporal	1.25 (1.09 – 1.94)			
	1.26 (1.13 – 1.48)	-----	Perú, Bolivia y España	Valero <i>et al.</i> , (2012)
	1.53 (1.11 – 2.12)			
	1.46 (1.31 – 1.76)			
1.12 (0.19 -3.04)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)	
Largo/Ancho	2.33 (1.33 – 4.17)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	1.86 (1.31 – 3.73)			
	1.83 (1.30 – 2.46)	-----	Perú, Bolivia y España	Valero <i>et al.</i> , (2012)
	2.22 (1.41 – 3.74)			
	2.14 (1.70 – 2.89)			
	1.46	3.77	Irán	Yakhchali <i>et al.</i> , (2015)
2.57 (1.40 – 3.50)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)	

*Datos sin publicar.

Cuadro 10.- Medidas morfométricas reportadas a nivel mundial por diversos autores para huevos de parásitos adultos provenientes de hospederos bovinos (μm).

	<i>F. hepatica</i>	<i>F. gigantica</i>	País	Autor
Largo	132.01 (105.29)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	129.80 (107.30 – 152.70)	156.80 (129.61 – 204.51)	España, Francia y África occidental	Periago <i>et al.</i> , (2006)
	126.13 (100.22 – 155.62)			
	132.0 (105.30 -01055.90)	149.04 (130.30 -175.00)	E. U, Bolivia, Egipto, África occidental y Asia	Valero <i>et al.</i> , (2009)
	140.20 (116.30 – 156.80)	169.90 (156.20 – 182.80)		
	146.70 (120.60 – 163.90)	156.80 (129.60 – 204.50)		
	142.70 (126 – 168)	151.20 (140 -182)	Egipto	Hussein y Khalifa (2010)
127.76 (75 – 160)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)	
Ancho	72.59 (65.51 – 81.42)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	69.59 (52.44 – 89.11)	89.45 (61.63 – 112.56)	España Francia y África occidental	Periago <i>et al.</i> , (2006)
	72.32 (54.99 – 87.72)			
	71.14 (61.70 – 82.50)	94.60 (74.00 -123.60)	E. U, Bolivia Egipto África Occidental y Asia	Valero <i>et al.</i> , (2009)
	89.40 (72.20 – 98.10)	104.10 (90.60 – 114.90)		
	80.30 (69.20 -93.80)	89.40 (61.60 – 112.50)		
	79.80 (70 – 98)	76.90 (70 – 98)	Egipto	Hussein y Khalifa (2010)
69.78 (50 – 92.50)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)	
Área	7170.17 (5286.50 – 9676.81)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	6983.80 (5137.25 – 9183.46)	11144.09 (7846.34 – 15890.70)	España Francia y África occidental	Periago <i>et al.</i> , (2006)
	7032.82 (4655.60 – 9240.25)			
	8883.40 (7191.20 – 11315.00)	10996.00 (7843.60 – 15603.40)	E. U, Bolivia Egipto, África Occidental y Asia	Valero <i>et al.</i> , (2009)
	7170.20 (5286.50 – 9676.80)	13487.40 (11217.40 – 15518.20)		
	9093.70 (7191.20 – 11315.00)	11144.10 (7846.30 – 15890.70)		
	7013.71 (4123.34 – 10602.88)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)
Perímetro	339.98 (270.64 – 422.56)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , 2001
	319.29 (270.45 – 360.07)	390.14 (335.52 – 471.84)	España Francia y África occidental	Periago <i>et al.</i> , (2006)
	315.94 (252.08 – 376.80)			
	340.00 (270.60 – 422.90)	408.90 (358.90 – 465.70)	E. U, Bolivia, Egipto, África Occidental y Asia	Valero <i>et al.</i> , (2009)
	373.00 (337.60 – 415.40)	454.10 (405.20 – 487.30)		
	380.90 (317.40 – 419.80)	390.10 (335.50 – 471.80)		
	197.59 (145 – 240)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)
Largo/Ancho	1.81 (1.48 – 2.15)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	1.88 (1.46 – 2.54)	1.77 (1.32 – 2.64)	España Francia y África occidental	Periago <i>et al.</i> , (2006)
	1.75 (1.39 – 1.46)			
	1.80 (1.60- 2.30)	1.80 (1.60 – 2.10)	E. U, Bolivia, Egipto, África Occidental y Asia	Valero <i>et al.</i> , (2009)
	1.70 (1.30 – 2.00)	1.60 (1.30 – 2.00)		
	1.80 (1.60 – 2.10)	1.60 (1.40 – 1.90)		
Redondez	1.17 (1.05 – 1.33)	1.09 (1.00 – 1.34)	España Francia y África occidental	Periago <i>et al.</i> , (2006)
	1.14 (1.03 – 1.27)			
	1.20 (1.10 – 1.40)	1.20 (1.10 – 1.40)	Egipto, África y Asia	Valero <i>et al.</i> , (2009)
		1.10 (1.00 – 1.30)		
	1.20 (1.10 – 1.30)	1.20 (1.10 – 1.30)		
1.85 (1.07 – 2.65)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)	

*Datos sin publicar.

Cuadro 11.- Medidas morfométricas reportadas a nivel mundial por diversos autores para huevos de parásitos adultos provenientes de hospederos ovinos (μm).

	<i>F. hepatica</i>	<i>F. gigantea</i>	País	Autor
Largo	130.80(114.77 – 151.16)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	130.80 (114.80 -151.10)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2009)
	-----	144.40 (112 -182)	Egipto	Hussein y Khallifa (2010)
	130.21 (87.50 – 180)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)
Ancho	72.59 (65.51 – 81.42)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	72.60(65.56-81.40)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> ,(2009)
	-----	80.10 (56 - 98)	Egipto	Hussein y Khallifa (2010)
	75.90 (57.50 – 100)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)
Área	7238.00(5998.17-8608.54)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	7238.00(5998.20-8608.50)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2009)
	7758.96 (5057.96 – 14137.17)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)
Perímetro	327.63(294.22-368.19)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	327.60(294.20-368.20)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2009)
	206. 21 (168 – 280)	-----	Tabasco, México	* Flores, (2017)
Largo/Ancho	1.81(1.48-2.15)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2001)
	1.80(1.50-2.10)	-----	Bolivia	Valero <i>et al.</i> , (2009)

*Datos sin publicar.

Morfometría de Fasciola SP. (adultos y huevos) recolectadas de dos hospederos rumiantes (bovinos y ovinos)

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	tdx.cat Internet	83 palabras — 1%
2	idoc.pub Internet	65 palabras — 1%
3	www.researchgate.net Internet	62 palabras — 1%
4	www.buenastareas.com Internet	27 palabras — < 1%
5	repositorio.unamba.edu.pe Internet	25 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS

< 20 PALABRAS