



MORFOMETRÍA DE *Fasciola hepatica* COLECTADA EN HIGADOS DE DOS HOSPEDEROS DE LA ZONA CENTRAL DE TABASCO, MÉXICO†

[MORPHOMETRY OF *Fasciola hepatica* COLLECTED FROM LIVERS OF TWO HOSTS IN CENTRAL TABASCO, MEXICO]

N.F. Ojeda-Robertos¹, S.V. Flores-Ramírez¹, R.I. Rodríguez-Vivas²,
J.A. Peralta-Torres¹, A.J. Chay-Canul¹, C. Martínez Ortiz de Montellano³,
R. González-Garduño⁴ and E. Reyes-Novelo^{5*}

¹División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Vhsa-Teapa Km 25. CP 86290. Villahermosa, Tabasco, México. nojedard@ujat.mx; fors9308@gmail.com; japt83@hotmail.com; ajchc19@yahoo.com.mx.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Carretera Merida-Xmatkuil KM 13.5. CP. 97100. Mérida, Yucatán, México. rvivas@correo.uady.mx

³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Avenida Universidad Circuito interior s/n, Ciudad Universitaria. CP 04510. Ciudad de México, México. cintli@unam.mx

⁴URUSSE-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Teapa-Vicente Guerrero, km 7, CP 86800. Teapa, Tabasco, México. robgardu@hotmail.com

⁵Centro de Investigaciones Regionales "Dr Hideyo Noguchi", Universidad Autónoma de Yucatán. Avenida Itzaes 490 x 59. Colonia Centro. CP 97700. Mérida, Yucatán, México. enrique.reyes@correo.uady.mx

*Corresponding author

SUMMARY

Background. Fasciolosis is a zoonotic parasitic disease, which affects different ruminant and non-ruminant hosts from tropical and temperate regions around the world. There are reports that parasites of the genus *Fasciola*, particularly *F. hepatica*, show morphological variation according to the species of host animal in which it develops. **Objective.** To explore the morphometric variation of adults and eggs of *F. hepatica* collected in the liver of cattle and sheep in the central region of Tabasco, in the Mexican tropics. **Methodology.** A total of 207 adult parasites (96 from 11 cattle livers and 111 from seven sheep livers) were collected to determine their linear measurements, area, proportions of the body, suckers, and pharynx. Additionally, 384 eggs were measured (119 from sheep and 265 from cattle). Morphometric measurements were grouped by host for statistical comparisons. **Results.** The study found that the parasites of sheep hosts were, on average, larger than those found in bovine hosts. Preliminary findings showed that *F. hepatica* from bovine hosts produced, on average, more eggs than parasites from sheep hosts, even though the individuals were, on average, longer and wider than those collected from bovines. Morphometric measurements of the eggs from *F. hepatica* collected in the different hosts showed no differences. **Implications.** This type of variation could have implications on the host-parasite relationship that have an impact on animal health and parasitosis control. **Conclusion.** The present study shows the existence of variation in the size of *F. hepatica* adults and in the number of eggs they produce by naturally parasitizing two ruminant hosts in the same endemic area.

Keywords: *Fasciola*; Livestock; Parasite; Trematode; Morphometry.

RESUMEN

Antecedentes. La Fasciolosis es una enfermedad parasitaria zoonótica, que afecta a diferentes hospederos rumiantes y no rumiantes de regiones tropicales y templadas de todo el mundo. Existen reportes de que los parásitos del género *Fasciola*, particularmente *F. hepatica* varían morfológicamente de acuerdo con la especie de animal hospedador en el que se desarrolle. **Objetivo.** Explorar la variación morfométrica de adultos y huevos de *F. hepatica* colectadas en hígados de bovinos y ovinos de la zona central de Tabasco, en el trópico mexicano. **Metodología.** Se colectaron e incluyeron un total de 207 parásitos adultos (96 de 11 hígados de bovino y 111 de siete hígados de ovino) para determinar sus medidas lineales, área, proporciones del cuerpo, ventosas y faringe. Adicionalmente, para determinar la cantidad de huevos y sus medidas, se incluyeron un total de 384 huevos (119 de parásitos de ovino y 265 de parásitos de bovino). Las mediciones morfométricas fueron comparadas estadísticamente agrupándolas por hospedero.

† Submitted July 22, 2020 – Accepted March 8, 2021. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.
ISSN: 1870-0462.

Resultados. Se encontró que los parásitos de hospedadores ovinos fueron en promedio más grandes que los encontrados en hospedadores bovinos. Se observó de forma preliminar que *F. hepatica* de hospederos bovinos tuvieron, en promedio, mayor número de huevos que los parásitos de hospederos ovinos, a pesar de que los individuos fueron, en promedio, más largos y anchos que los colectados en bovinos. No se encontraron diferencias entre las medidas morfométricas de los huevos provenientes de *F. hepatica* colectadas en los diferentes hospederos. **Implicaciones.** Este tipo de variación podría tener implicaciones en la relación parásito-hospedero que repercutan en la salud de los animales y en el control de la parasitosis. **Conclusión.** El presente trabajo muestra la existencia de variación en el tamaño de los adultos de *F. hepatica* y la cantidad de huevos que producen al parasitar naturalmente a dos hospedadores rumiantes en una misma zona endémica.

Palabras clave: *Fasciola*; Ganadería; Parásito; Tremátodo; Morfometría.

INTRODUCCIÓN

La fasciolosis es una parasitosis de distribución mundial que afecta la salud animal y pública. Los principales hospederos son los rumiantes, tales como los bovinos, ovinos, caprinos y búfalos (Mehmood *et al.*, 2017). Esta enfermedad es causante de pérdidas económicas en la industria pecuaria mundial y aunque dichas pérdidas son difíciles de cuantificar (Beesley *et al.*, 2018), se estima que solo la fasciolosis bovina en México produce pérdidas anuales de 130.91 millones de dólares americanos (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2017).

En los bovinos, las pérdidas se presentan a causa de disminución en la producción de leche y carne, y por el aumento del tiempo para alcanzar el peso de sacrificio. En los ovinos las pérdidas se asocian principalmente a la muerte de los animales (Howell y Williams, 2020).

A nivel mundial se conocen dos especies del género *Fasciola* como las más importantes; *F. hepatica* (Linnaeus, 1758) de distribución mundial y *F. gigantica* (Cobbold, 1856) ubicada en regiones tropicales de África y Asia (Wannasan *et al.*, 2014; Yakchali *et al.*, 2015). La identificación de las especies del género *Fasciola* se ha basado principalmente en el uso de morfometría complementada con estudios de biología molecular.

Se sabe que en sitios en los que existe traslape en la distribución de las especies *F. hepatica* y *F. gigantica*, se puede presentar una “especie intermedia” lo cual ha sido documentado mediante estudios genéticos (Mas-Coma *et al.*, 2009; Sumruayphol, 2020), no obstante, en México no se tiene evidencia de que esto esté ocurriendo aunque se sabe de su variación morfométrica en regiones templadas (Valero *et al.*, 2018).

En este contexto, las características de un parásito están influenciadas en gran medida por las condiciones ambientales que les proporciona su hospedador (Hochberg *et al.*, 1992). En la literatura, se reportan variaciones morfológicas en parásitos, las cuales son inducidas al desarrollarse en diferentes especies hospedadoras, tales como el tamaño corporal, el crecimiento de estructuras corporales, la forma y

tamaño de apéndices y caracteres sexuales (George-Nascimento *et al.*, 2004).

En el trabajo de Valero *et al.*, (2002) documentaron que el tamaño corporal y de los huevos de *F. hepatica* cambian dependiendo del hospedero final en el que se desarrollen los adultos. Esto representa un reto importante para el control de esta parasitosis en el ganado bovino y ovino de una misma área endémica, ya que es posible que el parásito sufra cambios entre los hospedadores finales, y por tanto, se produzca un impacto diferente de la parasitosis en los animales productivos, lo anterior es de relevancia para los productores de bovinos y ovinos.

Durante diversos trabajos de campo, se han observado variaciones importantes en el tamaño de estos parásitos en ganado bovino y ovino de la región central de Tabasco. Dadas estas observaciones y que las características fenotípicas de *F. hepatica* en una misma región geográfica parasitando dos especies de hospederos ha sido poco estudiada (Piedrafita *et al.*, 2004), el objetivo del presente trabajo fue explorar la variación de las características morfométricas de adultos y huevos colectados en hígados decomisados de bovinos y ovinos en rastros de la región central de Tabasco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

Las colectas de los parásitos se efectuaron en un rastro privado dedicado al sacrificio de ovinos, ubicado en el municipio Centro (18° 04' 37" N, 92° 51' 48" W) y en dos rastros municipales dedicados al sacrificio de bovinos pertenecientes a los municipios de Jalapa (17° 38' 15" N, 92° 50' 06" W) y Teapa (17° 34' 17" N, 92° 57' 09" W), todos localizados en el Estado de Tabasco, México. El clima de la zona de estudio es cálido húmedo con una temperatura media anual de 24.9° C y precipitación pluvial anual de 3,711 mm (De Dios, 2001).

Obtención de parásitos en rastros

Las colectas de *Fasciola* fueron realizadas de forma no probabilística, dado que solo se permitió que se

revisaran hígados sospechosos de fasciolosis. Las visitas a los rastros se realizaron durante un periodo de seis meses entre el 2015 y el 2016, adecuando las colectas a la disponibilidad de acceso al rastro por parte de los administradores. Esto generó imposibilidad para estimar parámetros epidemiológicos de la parasitosis y para identificar individualmente las muestras de los animales parasitados, ya que después del sacrificio, se inspeccionaron los hígados y se disectaron con especial atención en conductos biliares. En total se revisaron 50 hígados de bovinos en Teapa, de los cuales 7 tuvieron parásitos, y 31 hígados de bovinos en Jalapa, encontrándose 4 parasitados. En cuanto a los ovinos, se revisaron 137 hígados, en los que se encontraron 7 parasitados. Los parásitos adultos se colectaron con pinces y pinzas de disección, lavados con solución salina al 0.9%, fijados en formalina al 10%, conservados y almacenados en recipientes de vidrio identificados por hospedero, hasta su procesamiento en el laboratorio.

Procesamiento de muestras

Se midieron 207 parásitos adultos (individuos con más de 2 cm de largo y con presencia de huevos en su interior), sin daños en el tegumento, de los cuales 96 fueron colectados en hígados de bovino y 111 en hígados de ovino. El procedimiento empleado se describe a continuación: los parásitos adultos fueron sometidos a presión ligera con placas de cristal y refrigerados por 24 h hasta ser teñidos con hematoxilina de Heidenhain de acuerdo a la metodología descrita por Mehlhorn *et al.* (1992), después de la tinción, fueron aclarados con salicilato de metilo y se realizó el montaje con bálsamo de Canadá (Oryanzín-Ruiz y González Acuña, 2020). Con los parásitos montados, se determinaron los ejemplares como *F. hepatica* a partir de su morfología.

Morfometría de los parásitos adultos

De cada espécimen se obtuvieron nueve medidas morfométricas: ancho corporal, longitud corporal, ancho de la ventosa oral, largo de la ventosa oral, ancho de la faringe, largo de la faringe, ancho de la ventosa ventral, largo de la ventosa ventral y distancia entre la ventosa oral y la ventosa ventral. Se usaron las guías de medición reportadas por Periago *et al.* (2006).

Para las medidas ancho y largo total, se utilizó una regla de 100 mm y las estructuras internas (ventosas y faringe) se midieron con un micrómetro ocular calibrado, en un microscopio binocular (Carl Zeiss modelo AxioStar) y objetivos 10X y 40X.

Perímetros, áreas y proporciones

Adicionalmente, con las medidas morfométricas, se calcularon el perímetro corporal, redondez del cuerpo,

área del cuerpo, área de la ventosa oral, área de la ventosa ventral, área de la faringe, proporción del largo entre el ancho del cuerpo y del área de la ventosa oral entre el área de la ventosa ventral de cada parásito dividiendo la medida de la ventosa oral entre la ventosa ventral (Mas-Coma *et al.*, 1984; Periago *et al.*, 2006).

Las medidas del perímetro corporal se obtuvieron mediante las siguientes fórmulas: Perímetro = $2\pi \sqrt{(R_1^2 + R_2^2)/2}$, donde, $\pi = 3.1416$; R_1 = radio mayor; R_2 = radio menor. Por otro lado, la redondez corporal se calculó mediante la fórmula $RC = P^2/4\pi A$, donde, P = perímetro, $\pi = 3.1416$ y A = área (Periago *et al.*, 2006). El área de las estructuras internas (ventosas oral y ventral) se calculó con la fórmula $\text{Área} = \pi (R_1) (R_2)$, donde $\pi = 3.1416$, R_1 es radio menor y R_2 es radio mayor.

Medidas morfométricas y número de huevos

Se eligieron al azar parásitos adultos de ovinos y bovinos disponibles en la muestra con el objetivo de determinar la cantidad de huevos presentes por individuo y las medidas morfométricas de sus huevos (largo, ancho, perímetro, área y redondez). Para determinar la cantidad de huevos por especie, se incluyeron un total de 64 especímenes adultos, de los cuales 18 provenían de ovinos y 46 de bovinos. Se incluyeron un total de 384 huevos, de los cuales 119 fueron de ovino y 265 de bovino.

Obtención, conteo y medición de huevos

Después de la selección de los parásitos adultos de aproximadamente 2 cm de largo, se midieron individualmente con una regla y se registraron las medidas de largo y ancho del cuerpo para obtener las medidas básicas de los parásitos seleccionados, procurando que sean de tamaños similares, para evitar que la variación en el tamaño de los huevos se relacione con el tamaño de la hembra.

Posteriormente y para obtener los huevos de cada parásito, se siguió la técnica descrita por Torres-Acosta *et al.* (2015), para lo cual se sujetó del cono superior para ubicar el extremo posterior de la ventosa ventral, se disectó la porción del tegumento con una hoja de bisturí número 20. Este proceso fue realizado cuidadosamente bajo un estereoscopio marca Carl Zeiss modelo Stemi Dv4®. El extremo del tegumento disectado se depositó y se maceró en 0.5 ml de agua destilada en viales de 2.5 ml. Una vez liberados los huevos en el agua destilada, se contaron y se midieron.

La suspensión de agua destilada conteniendo los huevos fue homogenizada durante 15 segundos con un vortex, y posteriormente se obtuvo una alícuota de 10 µl con una micropipeta de 10 a 100 µl. La gota fue

depositada sobre un portaobjetos y observada bajo el microscopio con el objetivo de 5X.

Se tomaron cinco alícuotas por cada espécimen, la cantidad total de huevos por alícuota se sumó y se dividió entre 10 μ l para obtener el promedio de huevos por alícuota, posteriormente se multiplicó por 500 μ l para obtener el total estimado de huevos por espécimen.

La cantidad de huevos que se midieron por especie de hospedero fue de al menos un huevo por alícuota, el cual se eligió al azar, para lo cual se usó un cubreobjetos y se utilizó como guía de medición la técnica descrita por Fiel *et al.* (2011).

Para determinar el largo del huevo, se posicionó el micrómetro al inicio del opérculo hasta el extremo posterior y para el ancho se posicionó en el extremo más ancho del huevo. Las mediciones se realizaron con el microscopio usando el objetivo 40X (equivalencia de 25 μ m). Adicionalmente se estimaron las medidas del perímetro, área y redondez, por medio de las fórmulas descritas por Perigo *et al.* (2006).

Análisis de datos

Dado el reducido número de animales que se encontraron parasitados durante el periodo de estudio, no fue posible incluir como fuente de variación a los individuos, por lo que los datos de *F. hepatica* se agruparon por hospedero para realizar comparaciones estadísticas entre las mediciones descritas con anterioridad. Todos los contrastes se analizaron mediante una prueba Z para muestras grandes o una prueba de Mann-Whitney cuando las muestras fueron pequeñas, debido a que los datos no cumplieron con el supuesto de normalidad. Los análisis se realizaron con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ mediante el paquete estadístico R Ver.3.3.2 (R Core Team, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comparación de los promedios de las medidas morfométricas mostró de forma general que los ejemplares de *F. hepatica* colectados en ovinos fueron más grandes, largos, anchos, con mayor redondez, perímetro, área corporal, largo y ancho de las ventosas ventrales ($P < 0.05$); mientras que el largo de las ventosas orales y el largo de la faringe fue mayor en los individuos colectados de bovinos ($P < 0.05$). No se observaron diferencias significativas entre el ancho de la ventosa oral, área de la ventosa oral y ventral y el largo de la faringe de los parásitos (Tabla 1).

El hecho de que *F. hepatica* muestre diferencia de medidas y tamaño de acuerdo con las especies de hospedador en la que se desarrolla (ovino o bovino), ha

sido documentado antes. Diversos autores han reportado este fenómeno y muestran que dichas diferencias son contradictorias ya que hay reportes de que los individuos de *F. hepatica* colectados en bovinos son más grandes que los colectados en ovinos y viceversa, puesto que se observan en infecciones naturales, lo cual complica entender las causas de dicha variación en experimentos de infección controlada (Valero *et al.*, 2001).

No obstante, los trabajos de este tipo realizados en especies criadas en una misma región y con infecciones naturales son escasos, por lo que es poco conocido el problema, y por ende los efectos diferenciados en la salud del hospedador, así como las implicaciones sobre el control de la parasitosis dado que aún no se tiene claridad en las razones causales que expliquen dicha variación.

En este contexto, el presente estudio muestra que los adultos colectados en hígado de ovinos fueron mayores, en largo, ancho, proporción, perímetro y área, en comparación con los adultos colectados en hígado de bovinos ($p < 0.05$), lo anterior coincide con lo reportado en Irán por Ghavami *et al.* (2009), quienes reportaron mayor tamaño en parásitos de origen ovino. Sin embargo, otros estudios, con infecciones naturales del altiplano de Bolivia (ovinos, bovinos y cerdos) reportaron mayores medidas corporales de *F. hepatica* colectadas en bovinos, seguidas de las colectadas en cerdos y finalmente las de ovinos. En ese mismo estudio, se hacen comparaciones entre hospedadores y se concluye que *F. hepatica* sigue un patrón de crecimiento el cual es dependiente del hospedero y puede variar en la misma área endémica (Valero *et al.*, 2001), lo cual concuerda con nuestras observaciones y registros.

Algunas de las hipótesis que se han planteado para explicar las diferencias en tamaño, se enfocan en la intensidad de la infección, la inhibición competitiva entre los trematodos, el grado de infestación o “crowding effect”, así como la resistencia y reacción del hospedero (Quiroz, 2005; Cordero del Campillo y Vázquez-Rojas, 2002). No obstante, Boray (1969), menciona que los bovinos tienen una mayor resistencia a la parasitosis por *F. hepatica* y eso podría ayudar a explicar que los parásitos en ovinos sean más grandes. Cualquiera de las razones anteriormente mencionadas, requieren evaluarse puntualmente de forma experimental.

Por otro lado, la redondez corporal y la proporción entre el ancho y largo del cuerpo, describen la forma del cuerpo del trematodo (Perigo *et al.*, 2008), e indican qué tan cercano a una forma circular se encuentra el espécimen. Para ser circular debe ser igual a 1, mientras más irregular sea el parásito, se obtendrá un valor mayor. En un estudio realizado en Egipto e

Irán se obtuvo que la redondez de *F. hepatica* era >1 (Periago *et al.*, 2008), lo cual fue similar a lo encontrado por Valero *et al.* (2018) al estudiar esta especie en muestras colectadas en bovinos de México.

En el presente estudio el promedio de redondez difirió entre especímenes de los dos hospederos, el promedio de redondez corporal de los parásitos provenientes de ovinos fue > 1 , por lo que, fueron más cercanos a la redondez que los especímenes de *F. hepatica* colectadas de los bovinos.

Los valores de proporción entre largo y ancho encontrados en este estudio son similares a los reportados por Itagaki *et al.* (2009) para ovinos y búfalos (Ahasan *et al.*, 2016); sin embargo, este indicador puede variar con la edad del parásito (Periago *et al.*, 2006) pues tienden a ser más grandes conforme alcanzan la madurez y tamaño adulto. En el caso del presente estudio, la proporción de los parásitos de ambos hospederos fue similar en ambas especies estudiadas.

Tabla 1. Contrastes entre los promedios de mediciones del cuerpo, ventosas y faringe de *Fasciola hepatica* colectadas en hígados de ovinos y bovinos parasitados naturalmente en Tabasco, México.

| | Ovino (n=111) | Bovino (n=96) | | |
|--|------------------------|------------------|--------|---------|
| Medidas | Rango Promedio ± DE | | Z | Valor P |
| Cuerpo | | | | |
| Longitud (mm) | 12 – 28 | 12 – 25 | 7.512 | <0.001 |
| | 21.55 ± 3.75 | 17.91 ± 3.23 | | |
| Ancho (mm) | 6 – 13 | 3 – 11 | 4.62 | <0.001 |
| | 8.59 ± 1.62 | 7.56 ± 1.56 | | |
| Proporción largo/ancho | 1.4 – 3.5 | 1.2 – 4.0 | 2.157 | 0.031 |
| | 2.59 ± 0.57 | 2.42 ± 0.52 | | |
| Perímetro (mm) | 30.86 – 65.64 | 27.48 – 59.03 | 7.994 | <0.001 |
| | 51.73 ± 7.84 | 43.29 ± 7.34 | | |
| Área (mm²) | 65.97 – 254.47 | 28.27 – 188.5 | 7.483 | <0.001 |
| | 145.71 ± 38 | 108.23 ± 34.05 | | |
| Redondez | 1.06 – 1.89 | 1.05 – 2.13 | 2.143 | 0.032 |
| | 1.5 ± 0.23 | 1.43 ± 0.21 | | |
| Ventosa oral | | | | |
| Largo (mm) | 0.38 – 9 | 0.5 – 0.95 | -2.4 | 0.016 |
| | 0.65 ± 0.08 | 0.68 ± 0.09 | | |
| Ancho (mm) | 0.55 – 0.94 | 0.49 – 0.96 | 0.98 | 0.325 |
| | 0.73 ± 0.09 | 0.71 ± 0.1 | | |
| Área (mm²) | 0.22 – 0.62 | 0.22 – 0.65 | -0.843 | 0.399 |
| | 0.37 ± 0.08 | 0.38 ± 0.09 | | |
| Ventosa ventral | | | | |
| Largo (mm) | 0.7 – 1.32 | 0.6 – 1.22 | 2.127 | 0.033 |
| | 0.98 ± 0.11 | 0.94 ± 0.13 | | |
| Ancho (mm) | 0.6 – 1.28 | 0.6 – 1.3 | 1.877 | 0.06 |
| | 0.97 ± 0.13 | 0.93 ± 0.14 | | |
| Área (mm²) | 0.37 – 1.33 | 0.28 – 1.21 | 1.96 | 0.05 |
| | 0.75 ± 0.17 | 0.7 ± 0.19 | | |
| Proporción del área ventosa oral/ventral | 0.31 – 1.21 | 0.39 – 1.12 | -3.104 | 0.002 |
| | 0.51 ± 0.12 | 0.56 ± 0.12 | | |
| Distancia entre ventosas ventral y oral (mm) | 0.92 – 2.4 | 1 – 2.3 | 2.464 | 0.013 |
| | 1.73 ± 0.29 | 1.63 ± 0.3 | | |
| Faringe | | | | |
| Largo (mm) | 0.35–1 | 0.35–1 | -1.268 | 0.2 |
| | 0.65 ± 0.13 | 0.67 ± 0.13 | | |
| Ancho (mm) | 0.23–0.5 | 0.23–0.56 | -3.147 | 0.002 |
| | 0.3245 ± 0.054 | 0.3493 ± 0.059 | | |
| Área (mm²) | 0.07–0.35 | 0.08–0.37 | -2.171 | 0.03 |
| | 0.17 ± 0.06 | 0.19 ± 0.05 | | |

DE: desviación estándar, Z: estadístico de prueba.

Tabla 2. Rango, promedio y mediana del número de huevos por hembra y de mediciones corporales de *Fasciola hepatica* colectadas en higados de ovinos y bovinos parasitados naturalmente en Tabasco, México.

| Medidas | Ovino (n= 18) | Bovino (n=46) | U | Valor P |
|--------------------------------------|--|--|-------|---------|
| | Rango Promedio \pm DE Mediana | Rango Promedio \pm DE Mediana | | |
| Largo corporal (mm) | 17 – 30 22.5 \pm 3.42 22 | 17 – 26 21.07 \pm 2.42 21 | 317.5 | 0.148 |
| Ancho corporal (mm) | 7 – 12 9.33 \pm 1.08 9 | 6 – 15 10.15 \pm 1.95 10 | 276.5 | 0.035 |
| Número de Huevos por <i>Fasciola</i> | 130 – 1760 548.89 \pm 469.09 295 | 290 – 9350 1870. 87 \pm 1965.80 1175 | 135.5 | <0.001 |

DE: desviación estándar, U: valor de la prueba Mann-Whitney.

En cuanto a las medidas morfométricas y la cuantificación de los huevos estudiados, se obtuvo que el número promedio y la mediana de huevos extraídos de especímenes de bovinos fue mayor ($P<0.05$). En cuanto al largo del cuerpo de las fasciolas disectadas para la colecta y medición de huevos, no se observaron diferencias significativas, pero en el ancho si ($P<0.05$) (Tabla 2).

El tamaño del parásito influye directamente sobre su potencial biótico y capacidad para producir progenie, en los helmintos se ha descrito que las hembras adultas grandes tienen mayor capacidad para producir huevos por el espacio que estos ocupan en el útero (Barger, 1987; Poulin, 1997), y existe una relación positiva

entre el tamaño del parásito de origen bovino y la producción de huevos (Valero *et al.*, 2011). Sin embargo, en el presente estudio a pesar de que las hembras obtenidas de los ovinos fueron más largas y anchas, el promedio de huevos fue menor que en las hembras de origen bovino.

El máximo potencial de producción de huevos se da cuando el parásito alcanza la madurez sexual y *F. hepatica* es capaz de producir entre 20,000 y 50,000 huevos al día (Oleachea, 2007). En el presente estudio, la cantidad promedio que se obtuvo en ambos hospederos fue <2000 huevos en los bovinos y < 500 en ovinos, con un valor máximo de 1760 huevos, lo cual es congruente con lo reportado previamente.

Tabla 3. Contrastes entre medidas morfométricas de huevos de *Fasciola hepatica* colectadas de ovinos y bovinos parasitados naturalmente en Tabasco, México.

| Medidas | Ovino (n=119) | Bovino (n=265) | Z | Valor P |
|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------|---------|
| | Rango Promedio \pm DE | Rango Promedio \pm DE | | |
| Largo (μ m) | 110 – 180 133.9 \pm 10.67 | 100 – 160 133.1 \pm 9.9 | -0.67 | 0.503 |
| Ancho (μ m) | 60 – 100 75.29 \pm 7.68 | 50 – 90 70.83 \pm 6.28 | -5.55 | <0.001 |
| Perímetro (μ m) | 289.6 – 457.4 341.6 \pm 24.2 | 259.1 – 397.4 335.2 \pm 22.6 | -2.45 | 0.014 |
| Área (μ m ²) | 5655 – 14137 7933 \pm 1185.09 | 4712 – 10603 7422 \pm 994.21 | -4.1 | <0.001 |
| Redondez | 1.04 – 1.31 1.18 \pm 0.07 | 1.08 – 1.4 1.21 \pm 0.06 | 4.58 | <0.001 |

DE: desviación estándar, Z: estadístico de prueba.

Las mediciones realizadas a los huevos de *F. hepatica*, permitieron observar que solamente el largo del huevo no presentó diferencias significativas entre los parásitos provenientes de los dos hospederos. Los huevos provenientes de parásitos de ovinos fueron más anchos, con un mayor perímetro y área ($P < 0.05$); sin embargo, el promedio de redondez fue mayor en los especímenes colectados en bovinos ($P < 0.05$) (Tabla 3).

Al evaluar el tamaño de los huevos, las medidas de largo, ancho, perímetro y área en especímenes de ovinos y bovinos, coinciden con los valores reportados a nivel mundial para *F. hepatica*. Las medidas de largo y ancho de los huevos reportadas en la literatura van desde 130-150 μ de largo por 60-90 μ de ancho (Valero *et al.*, 2002); sin embargo, no se encontró literatura que hiciera alguna distinción en el tamaño de los huevos dependiendo del hospedero, sino que se relaciona principalmente con la especie de *Fasciola*.

Existen estudios que reportan que las medidas morfométricas de los huevos de *F. hepatica* pueden variar y se pueden traslapar entre especies, sin embargo, entre los factores que afectan el tamaño del huevo, se encuentra la especie de hospedero (Periago *et al.*, 2006) y su relación con el tamaño del parásito adulto (Valero *et al.*, 2002).

En el presente estudio se encontró que los huevos colectados coinciden con la forma elíptica reportada en la literatura mundial; la propuesta de Larroza y Olaechea (2010) y Valero *et al.* (2009), sugiere que los huevos con valor $=1$ son huevos redondos y >1 son huevos elípticos; sin embargo, los huevos provenientes de bovino fueron 10 μ m más elípticos que los de ovinos. En este contexto, se observó que a pesar de que los parásitos de ovinos fueron, en promedio, más grandes, el promedio de huevos por *Fasciola* colectadas en los bovinos fue mayor. Esto contrasta los reportes anteriormente mencionados, por tanto, una hipótesis que surge con los datos obtenidos en este trabajo sería que un cuerpo más grande no implicaría producir huevos más grandes, ni más numerosos.

Una limitación importante del presente reporte es el número de animales parasitados que fueron encontrados. Futuros estudios, deberán considerar un diseño experimental con un número de animales parasitados suficiente que permita entender la variación morfométrica de los individuos de *F. hepatica* entre los individuos parasitados de cada especie de hospedero y observar la concordancia con la genética poblacional de los parásitos ya que de acuerdo con Poulin (1997), los Tremátodos tienen diversas estrategias reproductivas para sobrevivir, entre las más importantes están las relacionadas con las características del hospedero en los parásitos adultos y cuando está activa la producción de huevos, y por otra parte las estrategias relacionadas con el ambiente en el

que eclosionan los huevos y sobreviven las formas inmaduras. En este contexto el estudio de la variación de adultos y la producción de los huevos de *F. hepatica* en dos hospederos (ovinos y bovinos), resulta interesante, dado que ambos hospederos habitan el mismo ambiente y por tanto se asume que la eclosión de los huevos y la sobrevivencia de las formas inmaduras de vida libre se da bajo condiciones ambientales similares, lo que permite observar la variación de las características físicas y las estrategias reproductivas del parásito asociadas al hospedero.

CONCLUSIONES

El presente reporte aporta información preliminar sobre las características morfométricas básicas de *F. hepatica* de una zona endémica y trópic del sur de México. Los datos muestran variación en el promedio de varias mediciones morfométricas de los parásitos provenientes de dos hospedadores, y contrario a lo que se esperaba, los parásitos de origen ovino fueron más grandes que los de origen bovino, sin embargo, presentaron menor cantidad de huevos, lo anterior, es de importancia, ya que son las bases para ahondar en el estudio de la variación morfométrica de este parásito de relevancia para la salud animal y pública.

Agradecimientos

A la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, a través de programa de fortalecimiento a la investigación 2013, por el financiamiento del proyecto con clave **UJAT-2013-IA-10** y por el apoyo económico a SVFR. A Felipe Jiménez, Pablo Medina Pérez y a Sergio Carballo por las facilidades y apoyo otorgado durante las colectas de los especímenes en los rastros. A Miroshlava Aguirre Serrano, Maritza Avendaño Rodríguez y Lucy Jiménez Cabello por la asistencia durante el trabajo de campo y laboratorio.

Financiamiento. Programa de Fortalecimiento a la Investigación convocatoria 2013 proyecto **UJAT-2013-IA-10**.

Conflictos de interés. Los autores declaran que no existe conflicto de interés relacionado con la presente publicación.

Cumplimiento de estándares de ética. El presente artículo se realizó siguiendo el código de ética del Médico Veterinario Zootecnista de México publicado por la FedMVZ (2020). El estudio no incluyó manejo de animales.

Disponibilidad de datos. Los datos están disponibles para su consulta previa solicitud.

REFERENCIAS

- Ahasan, S. A., Valero, M. A., Chowdhury, E. H., Islam, M. T., Islam, M. R., Mondal, M. M. H., Peixoto R.V., Berinde L., Panova M., Mas-Coma, S., 2016. CIAS detection of *Fasciola hepatica*/*F. gigantica* intermediate forms in bovines from Bangladesh. *Acta Parasitologica*, 61(2), pp. 267-277. <https://doi.org/10.1515/ap-2016-0037>
- Barger, I. A. 1987. Population regulation in trichostrongylids of ruminants. *International Journal for Parasitology*, 17(2), pp. 531–540. doi:10.1016/0020-7519(87)90129-9
- Beesley, N.J., Caminade, C., Charlier, J., Flynn, R.J., Hodgkinson, J.E., Martinez-Moreno, A., Martinez-Valladares, M., Perez, J., Rinaldi, L., Williams, D.J.L., 2018. *Fasciola* and fasciolosis in ruminants in Europe: Identifying research needs. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65(1), pp.199–216. <https://doi.org/10.1111/tbed.12682>
- Boray, J., 1969. Experimental Fascioliasis in Australia. *Advances in Parasitology*, 7, pp. 95-209.
- Cordero del Campillo, M. y Vázquez-Rojo, F. A., 2002. *Parasitología Veterinaria*. España, Mc Graw-Hill. pp. 260-271.
- De Dios, O., 2001. El medio ambiente tropical. En: Ecofisiología de los bovinos en sistemas de producción del trópico húmedo. Colección José N. Rovirosa. Edit. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. pp.17-39.
- Fiel, C., Steffan, P., Ferreyra, P., 2010. Diagnóstico más frecuente de las parasitosis de los rumiantes: técnicas de laboratorio e interpretación de resultados. Edit. Tandil, Buenos Aires. Argentina: p. 131
- George-Nascimento, M., Lobos, A., Torrijos C., Khan, R., 2004. Species composition of assemblages of *Ceratomyxa* (Myxozoa), parasites of lings *Genypterus* (Ophidiidae) in the southeastern Pacific Ocean: an ecomorphometric approach. *Journal of Parasitology*, 90, pp.1352-1355. <https://doi.org/10.1645/GE-289R>
- Ghavami, M., Rahimi, P., Haniloo, A., Mosavinasab, S., 2009. Genotypic and Phenotypic Analysis of *Fasciola* Isolates. *Iran Journal of Parasitol*, 4(3) pp. 61-70.
- Hochberg, M., Michalakakis, D., Meeus.,1992. Parasitism as a constraint on the rate of life-history evolution. *Journal of Evolutionary Biology*. 5: pp. 491-504. <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.1992.5030491.x>
- Howell, A.K., Williams, D.J.L., 2020. The Epidemiology and Control of Liver Flukes in Cattle and Sheep. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 36(1), pp. 109–123. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.12.002>
- Itagaki, T., Sakaguchi, K., Terasaki, K., Sasaki, O., Yoshihara, S., & Van Dung, T. 2009. Occurrence of spermic diploid and aspermic triploid forms of *Fasciola* in Vietnam and their molecular characterization based on nuclear and mitochondrial DNA. *Parasitology International*, 58(1), 81-85. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2008.11.003>
- Larroza M, Olaechea F. 2010. Comparación de la morfología y la habilidad de huevos de *F. hepatica* en distintos hospedadores en Patagonia. *Veterinaria Argentina*, 27(268), p.10
- Mas-Coma, S., Montoliu, I., Valero, M.A. 1984. Méthodologie d'étude morphométrique de la variabilité intraspécifique chez les digènes de la famille Brachylaimidae Joyeux et Foley. *Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles*, 107(1): 185-195.
- Mas-Coma, S., Valero, M.A., Bargues, M.D., 2009. *Fasciola*, lymnaeids and human fascioliasis, with a global overview on disease transmission, epidemiology, evolutionary genetics, molecular epidemiology and control. *Advances in Parasitology*, 69, pp. 41-146. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(09\)69002-3](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(09)69002-3)
- Mehlhorn, H., Düwell, D., Raether, W., 1992. *Atlas de Parasitología Veterinaria*. GRASS, Madrid, Spain.
- Mehmood, K., Hui, Z., Ahmad, J., Rao, Z., Muhammad, I., Aneela, Z., Muhammad, H., Mujeeb, U., Muhammad, K., Yajing, W., Hafiz, I., Tariq, A., Riaz, H., Muhammad, T., Sadaqat, A., Aman, U., Jiakui, L., 2017. A review on epidemiology, global prevalence and economical losses of fasciolosis in ruminants. *Microbial Pathogenesis*. 109 253-262. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.06.006>
- Olaechea, F., 2007. *Fasciola hepatica* en ovinos en: Enfermedades parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América. Trematodos y Céstodos. Edit.

- Suarez VH, Olaechea F, Rossanigo CE y Romero JR. Edit INTA. 17 pp.
- Oyarzún-Ruiz, P. González-Acuña, D. 2020. Colecta, preparación e identificación de parásitos. *Parasitología Latinoamericana*, 69 (1), 12-29.
- 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). *Parasitology Research*, 99 (4) pp.368-378. <https://doi.org/10.1007/s00436-006-0174-3>
- 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, pp.51-58. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2007.10.001>
- Piedrafita, D., Raadsma, H.W., Prowse, R., Spithill, T.W. 2004. Immunology of the host-parasite relationship in fasciolosis (*Fasciola hepatica* and *Fasciola gigantica*). *Canadian Journal of Zoology*, 82, pp. 233-250. <https://doi.org/10.1139/z03-216>
- Poulin R. 1997. Egg production in adult trematodes: Adaptation or constraint? *Parasitology*, 11, pp.195-204. <https://doi.org/10.1017/S0031182096008372>
- Quiroz, R. H. 2005. *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos*. Ed. Limusa-Noriega Editores, México, D. F. 870 pp.
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rodríguez-Vivas, R.I., Grisi, L., Pérez de León, A.A., Silva Villela, H., Torres-Acosta, J.F., Frago Sánchez, H., Romero Salas, R., Rosario Cruz, R., Saldierna, F., García Carrasco, D., 2017. Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico. Review. *Revista Mexicana Ciencia Pecuaria*. 8(1) pp. 61-74. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4305>
- Sumruayphol, S., Siribat, P., Dujardin, J., Dujardin, S., Komalamisra, C., Thaenkhram, U., 2020. *Fasciola gigantica*, *F. hepatica* and *Fasciola* intermediate forms: geometric morphometrics and an artificial neural network to help morphological identification. *Peer Journal*, 8: e8597. <https://doi.org/10.7717/peerj.8597>
- Torres-Acosta, J.F.J., Vargas Magaña, J.J., Chan Pérez, J.I, Aguilar Caballero, A, Alonso Diaz, M.A., Ojeda Robertos, N.F., 2015. Recuperación de helmintos a la necropsia. En: *Técnicas para el diagnóstico de parásitos con importancia en salud pública y veterinaria*. Roger Iván Rodríguez Vivas Editor. Asociacion Mexicana de Parasitología Veterinaria. 197-198 p.
- Valero, M. A., Panova, M., Comes, A. M., Fons, R. y Mas-Coma, S., 2002. Patterns in size and shedding of *Fasciola hepatica* eggs by naturally and experimentally infected murid rodents. *Journal of Parasitology*, 88(2), pp. 308-313. [https://doi.org/10.1645/0022-3395\(2002\)088\[0308:PISASO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1645/0022-3395(2002)088[0308:PISASO]2.0.CO;2)
- 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*. *Acta tropica*, 111(2), pp. 150-159. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2009.04.005>
- Valero, M.A., Darce, N. A., Panova, M., Mas-Coma, S., 2001. Relationships between host species and morphometric patterns in *Fasciola hepatica* adults and eggs from the Northern Bolivian Altiplano hyperendemic region. *Veterinary Parasitology*, 102 (1-2), pp. 85-100. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(01\)00499-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(01)00499-X)
- Valero, M.A., Panova, M., Pérez-Crespo, I., Khoubbane, M., Mas-Coma, S., 2011. Correlation between egg-shedding and uterus development in *Fasciola hepatica* human and animal isolates: applied implications. *Veterinary parasitology*, 183(1-2), pp. 79-86. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.07.003>
- Valero, M.A., Bargues, M.D., Calderón, L., Artigas, P., Mas-Coma, S., 2018. First phenotypic and genotypic description of *Fasciola hepatica* infecting highland cattle in the state of Mexico, Mexico. *Infection, Genetics and Evolution*, 64. pp.231-240. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2018.06.032>
- 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, pp. 64-70.

- <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2014.09.006>
- 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 Journal of Parasitology*, 10 (1) pp. 46-53.