

Estudio morfométrico de una población de *Acanthobothrium* (Oncheoproteocephallidea: Cestoda) de Bahía de Chamela, Jalisco, México. Morphometric study of a population of *Acanthobothrium* (Oncheoproteocephallidea: Cestoda) from Chamela Bay, Jalisco, Mexico.

X. Macias-Crespo ^a, E. S. Ramírez-Cruz ^{a, b}, G. Pulido-Flores ^a, S. Monks ^{a, *}

^aÁrea Académica de Biología, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184, Pachuca, Hidalgo, México.

^bUnidad Central de Laboratorios, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 42184, Pachuca, Hidalgo, México.

Resumen

Acanthobothrium cleofanus pertenece al género más diverso dentro de la clase Cestoda. Los ejemplares de esta especie presentan una longitud promedio de 15 mm, son anapolíticas, acraspedotas, posee más de 100 testículos por proglótido y sus ovarios son asimétricos, lo que la diferencia del resto de especies de *Acanthobothrium* es una hendidura en el margen posterior del pad apical que hay en cada botridio. Como parte de los trabajos de investigación que se desarrollan en el Laboratorio de Morfología Animal, el propósito del presente estudio es contribuir al conocimiento de la variación morfológica de *A. cleofanus* mediante el análisis morfométrico. Para los análisis morfométricos se analizaron 29 variables morfológicas de 39 especímenes de *A. cleofanus* con el método estadístico no paramétrico de análisis de componentes principales (ACP). Los resultados muestran una varianza acumulada de 41.69%, donde el primer componente explica el 23.19% y el segundo un 18.5%. Lo que indica que los ejemplares, aun siendo de la misma especie, presentan diferencias morfológicas entre sí, principalmente la longitud total del gusano y, las estructuras que conforman los proglótidos. También se destaca la importancia del uso de la morfometría, ya que nos permite conocer los niveles de semejanza entre especies para conocer si deben agruparse o no.

Palabras Clave: *Acanthobothrium*, Análisis de Componentes Principales, estructuras morfológicas, morfometría.

Abstract

Acanthobothrium cleofanus belongs to the most diverse genus within the cestode class and is in category 3 proposed by Ghoshroy & Caira (2001). This species is described as anapolytic, acraspedote, has more than 100 testes per proglottid, measures more than 15 mm, and its ovaries are asymmetrical, which differentiates it from the rest, with an indentation in the posterior margin of the apical pad in each bothridium. The objective of the present study is to contribute to the knowledge of the morphological variation of *A. cleofanus* using a statistical analysis. For the morphometric analyses, 29 morphological variables from 39 specimens of *A. cleofanus* were analyzed with the non-parametric statistical method of principal component analysis (PCA). The results show a cumulative variance of 41.69%; the first component explains 23.19%, and the second 18.5%. This indicates that the specimens, even being of the same species, present morphological differences between them, mainly the total length of the worm and the structures that make up the proglottids. The importance of the use of morphometry is also highlighted, since it allows us to know the significant levels of similarity between species to determine if they should be grouped or not.

Keywords *Acanthobothrium*, Principal Component Analysis, morphological structures, morphometric study

*Autor para la correspondencia: smonks@uaeh.edu.mx

Correo electrónico: ma351717@uaeh.edu.mx (Ximena Macias-Crespo), ra387700@uaeh.edu.mx (Edgar S. Ramírez-Cruz), gpulido@uaeh.edu.mx (Griselda Pulido-Flores), smonks@uaeh.edu.mx (Scott Monks)

Historial del manuscrito: recibido el 25/06/2025, última versión-revisada recibida el 02/07/2025, aceptado el 07/11/2025, en línea (postprint) desde el 10/12/2025, publicado el DD/MM/AAAA. DOI: <https://doi.org/10.29057/icbi.v14i27.15367>



1. Introducción

Los céstodos del género *Acanthobothrium* Blanchard, 1848 son uno de los más diversos dentro de la familia Onchobothriidae Braun, 1900; estos se han reportado como parásitos del intestino espiral de elasmobranquios, principalmente batoideos y tiburones (Adán-Torres et al., 2022; Campbell & Beveridge, 2002; Zaragoza-Tapia et al., 2020). Irigoitia et al. (2025) reportaron 214 especies nominales alrededor del mundo. El género *Acanthobothrium* se caracteriza por poseer un escólex con cuatro botridios, cada uno dividido horizontalmente en tres loculis; además, cuentan con un par de ganchos. Estos pueden llegar a tener formas completamente diferentes, incluso dentro del mismo género (Gardner, 2024; Southwell, 1925; Rodríguez-Ibarra, 2008).

Por algún tiempo, el proceso para distinguir especies nuevas de *Acanthobothrium* de las especies ya existentes se volvió complicado, por lo que Ghoshroy & Caira (2001) desarrollaron un sistema de categorización, el cual fue actualizado por Fyler & Caira (2006) y Zaragoza-Tapia et al. (2020) (Tabla 1). Dicho método consiste en incluir a la especie de estudio en una de las diez categorías formales, basándose en la combinación de uno de los dos estados de los siguientes caracteres cualitativos: longitud total (≤ 15 mm vs. > 15 mm), número de proglótidos (≤ 50 vs. > 50), número de testículos (≤ 80 vs. > 80) y la simetría del ovario (lóbulos simétricos o asimétricos). Una vez que se concluye a cuál categoría pertenece, se hace una comparación con una especie que esté dentro de la misma clasificación (Caira & Jensen, 2017).

Tabla 1. Método de categorización para la clasificación de *Acanthobothrium*.

Categoría	Largo total	Núm. de proglótidos	Núm. de testículos	Simetría del ovario
1	S	F	F	S
2	S	F	F	A
3	L	M	M	A
4	L	M	M	S
5	L	M	F	S
6	L	M	F	A
7	L	F	F	A
8	S	M	F	S
9	L	F	F	S
10	S	M	M	S

S: ≤ 15 mm; L, > 15 mm.

F: ≤ 50 proglótidos; M > 50 proglótidos.

F: ≤ 80 testículos; M, > 80 testículos.

S: lóbulos simétricos; A, lóbulos asimétricos.

Acanthobothrium cleofanus se registró en el hospedero *Hypanus longus* (Garman, 1880) en la bahía de Chamela, Jalisco, México. De acuerdo con la clasificación propuesta por Ghoshroy & Caira (2001), se considera dentro de la categoría 3. Monks et al. (1996) la describieron como una especie anapólitica; posee más de 100 testículos por proglótide (Figura 1); los proglótidos maduros e inmaduros son más anchos que largos; el escólex posee botridios fusionados por la parte posterior; de igual forma, posee ganchos bifurcados y los lóbulos de los ovarios son asimétricos (Figura 1). Finalmente, *A. cleofanus* se diferencia del resto de especies de *Acanthobothrium* por tener una hendidura en el margen posterior de las almohadillas apicales de cada botridio (Figura 1).

Acanthobothrium cleofanus cuenta con registro en dos zonas de México; en Bahía de Chamela, Jalisco y San Blas, Nayarit, las cuales están separadas por aproximadamente 240 kilómetros y pertenecen a la misma región biogeográfica marina, además del resto de localidades que son parte del rango geográfico conocido de *H. longus* (Adán-Torres et al., 2022). El presente estudio tiene como objetivo evaluar la variación morfológica entre las infrapoblaciones de la especie *A. cleofanus*.

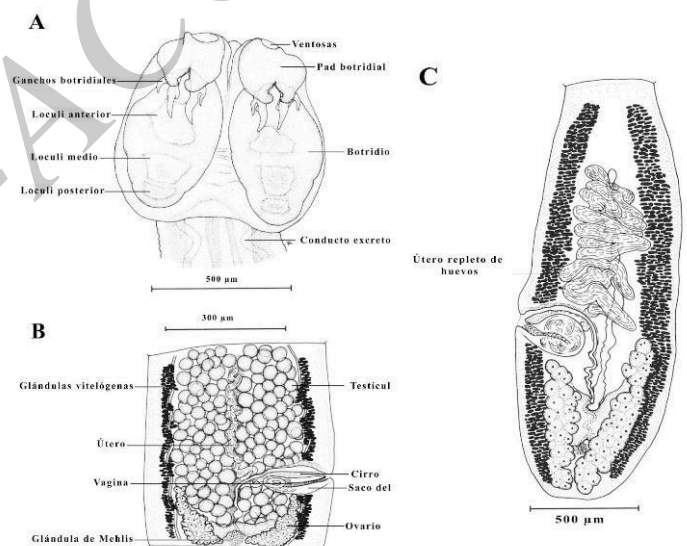


Figura 1. Estructuras de *Acanthobothrium cleofanus*. (A) Escólex. (B) Proglótido maduro. (C) Proglótido terminal (Tomado y modificado de Monks et al. 1996).

2. Material y métodos

Se analizaron especímenes previamente recolectados de la válvula espiral de *Hypanus longus* de la localidad de Bahía de Chamela, Jalisco, México (Figura 2), los especímenes ya se encontraban fijados y montados en la Colección de Helmintos (CHE) del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). La tinción de los ejemplares se realizó con Mayer's Carmalum y con Hematoxilina de Erlich, siguiendo los protocolos de Pritchard & Kruse (1982). Posteriormente, los especímenes se montaron en bálsamo de Canadá (Pritchard & Kruse, 1982). Las fotografías fueron capturadas utilizando un microscopio

digital serie VHX-7000 (Keyence International NV/SA, Mechelen, Bélgica) perteneciente a la Unidad Central de Laboratorios (UCL) de la UAEH. La identificación taxonómica se realizó con base en la revisión de literatura especializada (Adán-Torres et al., 2022; Dollfus, 1926; Campbell & Beveridge, 2002; Euzet, 1956; Monks et al. 1996; Rodríguez-Ibarra et al., 2023; 2024; Zaragoza-Tapia et al., 2020) y con comparación morfológica. Finalmente, los especímenes se depositaron en la Colección de Helmintos (CHE-P00152; CHE-P00153).



Figura 2. Ubicación geográfica de la localidad tipo de *Acanthobothrium cleofanus*.

2.1 Medición de ejemplares

Se midieron 39 ejemplares previamente identificados como *A. cleofanus* (Figura 3). Las medidas se obtuvieron usando un microscopio óptico con un objetivo micrométrico (Leica CME 1249521X). Se midieron 29 estructuras morfológicas que se distribuyen en el escólex y en el estróbilo, del cual se tomaron en cuenta el pedúnculo, los proglótidos inmaduros, maduros y terminales (Tabla 3).

Los proglótidos inmaduros se diferencian por ser anchos y por no tener estructuras bien desarrolladas, a excepción de la vagina y la bolsa del cirro. Los proglótidos maduros se distinguieron por ser más largos y por tener todas las estructuras desarrolladas y bien diferenciadas. Por último, los proglótidos terminales permiten apreciar el útero lleno de huevos, además de terminar con una curvatura en la región posterior. Los ocho pares de ganchos se midieron con la fórmula descrita por Dollfus (1926), Euzet (1956) y Monks et al. (1996).

2.2 Análisis de Componentes Principales (ACP).

Se analizó la base de datos realizada para evaluar las 29 variables morfológicas. Los datos se normalizaron con logaritmo base 10 y se realizó el análisis de componentes principales, el cual ordena y agrupa los caracteres morfométricos con el objetivo de reducir las variables (Palacio et al., 2020). El análisis se realizó en el software Paleontological Statistics (v.4.17c) (Hammer et al., 2001).

Los especímenes estudiados se identificaron como *A. cleofanus* (Figura 3) con base en la información disponible en la literatura y por el método de categorización, en el cual, estos especímenes se asignaron a la categoría 3. Los resultados del análisis de componentes principales (ACP) (Figura 4) muestran una varianza acumulada de 41.69% de los primeros dos componentes (Tabla 2). El primer componente explicó un 23.19% y el segundo un 18.5% (Tabla 2).

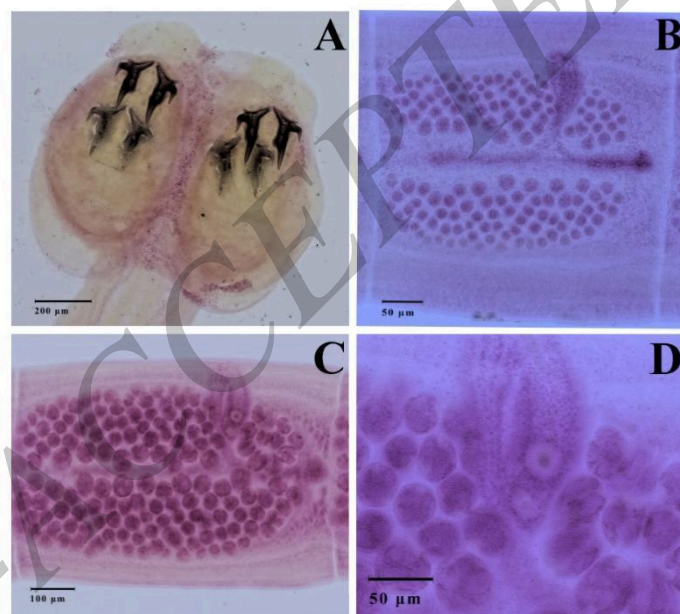


Figura 3. Fotografías de un espécimen de *Acanthobothrium cleofanus* (MX-9-25). (A) Escólex. (B) Proglótido inmaduro. (C) Proglótido maduro. (D) Bolsa del cirro (Elaboración propia).

Tabla 2. Varianza acumulada de los dos primeros componentes principales.

CP	Eigenvalor	% Varianza	Varianza acumulada
1	0.0255657	23.198	23.698
2	0.0203874	18.5	41.698

CP: Componentes principales
%: Porcentaje de varianza

Las variables morfológicas que más influyen en el primer componente fueron: longitud de las glándulas vitelógenas, longitud del anterior loculi y longitud del posterior loculi (Tabla 3). En el segundo componente, las variables morfológicas más informativas fueron: el número de testículos preporales, longitud total del gusano, número de testículos postporales, longitud de la bolsa del cirro, longitud de las glándulas vitelógenas, longitud del proglótido terminal, número total de testículos, número de testículos aporales y ancho de la bolsa del cirro (Tabla 3).

3. Resultados

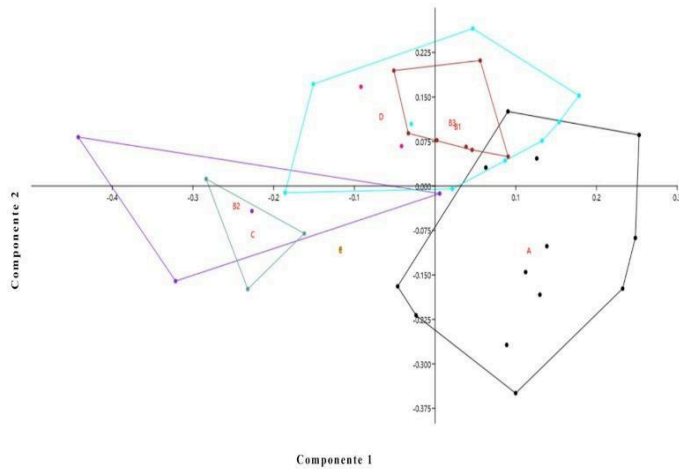


Figura 4. Resultados del análisis de componentes principales de una población de *Acanthobothrium cleofanus*.

Tabla 3. Variables morfológicas medidas de los especímenes de *Acanthobothrium cleofanus* de la localidad de Chamela, Jalisco. Los datos se presentan en el siguiente formato: mínimo, máximo, promedio, desviación estándar y el número de estructuras anatómicas medidas en cada espécimen. Los valores se presentan en micrómetros (μm).

Estructura	μm
Longitud total del cuerpo	3235–5795 (4441 ± 806 , $n = 9$)
Número de proglótidos	97–150 (124 ± 15 , $n = 9$)
Ancho del escólex	731–1030 (919 ± 74 , $n = 38$)
Longitud del botridio	477–719 (636 ± 50 , $n = 39$)
Ancho del botridio	286–477 (417 ± 37 , $n = 39$)
Longitud del loculi anterior	127–235 (172 ± 26 , $n = 39$)
Longitud del loculi medial	70–140 (113 ± 17 , $n = 39$)
Longitud del loculi posterior	25–76 (54 ± 15 , $n = 39$)
Diámetro de la ventosa apical	108–159 (137 ± 11 , $n = 39$)
Diámetro del pad apical	232–331 (289 ± 22 , $n = 39$)
Longitud del mango del gancho externo (A)	95–117 (107 ± 5 , $n = 39$)
Longitud de la punta axial del gancho externo (B)	117–170 (145 ± 10 , $n = 39$)
Longitud de la punta abaxial del gancho externo (C)	47–69 (57 ± 6 , $n = 39$)
Longitud total del gancho externo (D)	198–258 (227 ± 13 , $n = 39$)
Longitud del mango del gancho externo (A)	88–117 (105 ± 7 , $n = 39$)
Longitud de la punta axial del gancho interno (B)	121–164 (146 ± 9 , $n = 39$)

Longitud de la punta abaxial del gancho interno (C)	38–72 (58 ± 9 , $n = 39$)
Longitud total del gancho interno (D)	192–263 (232 ± 14 , $n = 39$)
Longitud del pedúnculo	1145–3530 (1769 ± 507 , $n = 37$)
Longitud de la bolsa del cirro	134–337 (255 ± 48 , $n = 35$)
Ancho de la bolsa del cirro	127–235 (170 ± 26 , $n = 35$)
Número de testículos preporales	43–64 (55 ± 4 , $n = 37$)
Número de testículos postporales	9–18 (13 ± 2 , $n = 37$)
Número de testículos aporales	56–95 (72 ± 8 , $n = 37$)
Número total de testículos	114–172 (140 ± 12 , $n = 37$)
Longitud de la glándula vitelógena	13–32 (19 ± 5 , $n = 33$)
Ancho de la glándula vitelógena	35–69 (51 ± 10 , $n = 33$)
Longitud del proglótido terminal	1049–2226 (1704 ± 301 , $n = 29$)
Ancho del proglótido terminal	331–750 (539 ± 113 , $n = 28$)

4. Discusión

De acuerdo con el porcentaje de varianza acumulada obtenido en el análisis de componentes principales, se demuestra que existe variación morfológica intraespecífica entre los ejemplares de *A. cleofanus*. Esto se explica por la diferencia que hay entre el tamaño, forma y cantidad de algunas estructuras. Es decir, entre los especímenes encontramos estructuras con diferentes longitudes y/o anchos, como las glándulas vitelógenas, los tres loculi, la bolsa del cirro, y la longitud total de los especímenes, principalmente (Tabla 3). Por otro lado, la cantidad de testículos preporales, aporales y postporales siempre es diferente en cada individuo, incluso entre estas tres zonas es variable.

En la descripción de *A. cleofanus*, Monks et al. (1996), realizaron una comparación de diversas especies del género que poseen pares de ganchos asimétricos y concluyeron que la más similar es *Acanthobothrium terezae* Rêgo y Dias, 1974. Ambas especies son anapolíticas, acraspedotas, tienen una pared gruesa, la musculatura de los botridios está unida al pedúnculo, sus ganchos botridiales son robustos, ovarios foliosos en forma de U- a V- y glándulas vitelógenas distribuidas en bandas de folículos a lo largo de los proglótidos. Además, poseen un porcentaje parecido de testículos distribuidos en la zona aporal del proglótido.

También se buscaron los caracteres que difieren, para hacer esa distinción entre la que fue una nueva especie y una descrita formalmente. *Acanthobothrium cleofanus* posee ganchos internos y externos con una forma idéntica, pero con

tamaños diferentes, mientras que *A. terezae* posee ganchos diferentes en forma y tamaño. Finalmente, podemos diferenciar *A. cleofanus* del resto de especies por presentar una hendidura en el margen posterior de los pads apicales musculares de cada botridio.

Adán-Torres et al. (2022) realizaron un estudio para conocer la posición filogenética que incluyó *A. cleofanus*. Los ejemplares recolectados en San Blas, Nayarit, fueron asignados al género *Acanthobothrium* por presentar un escólex con cuatro botridios sésiles, cada uno con un par de ganchos bifurcados. Posteriormente, se comparó con la descripción original de *A. cleofanus* y se concluyeron que pertenecieron a esta misma especie. Además de *A. cleofanus*, hay dos especies registradas en México que pertenecen a la Categoría 3: *A. santarosaliense* Caira & Zahner, 2001 y *A. marquesi* Rodríguez-Ibarra, Pulido-Flores, Violante-Gonzales & Monks, 2018. La hipótesis filogenética de Adán-Torres et al. (2022) indica que es necesario incluir más especies, ya que solo se está considerando un 7.7% de las 207 especies descritas en la actualidad, para que sea posible conocer si se trata de un grupo monofilético o no.

La variación morfológica intraespecífica en cestodos no ha sido muy estudiada; aunque, se han realizado trabajos similares en especies de helmintos que pertenecen a la misma clase (Cestoda) (Hanzlová et al., 2005), en digeneos (Alemán-Muñoz et al., 2013) y en monogéneos (Quiroz-Larios et al., 2024). Hanzlová et al. (2005) realizó un análisis morfométrico de cuatro especies de *Eubothrium* Nybelin, 1922; una de ellas, *E. salvelini* Schrank, 1790, se ha reportado en su hospedero definitivo (*Salvelinus alpinus* Linnaeus, 1758) y en un hospedero accidental (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) que son morfológicamente similares, por lo que también se evaluó la variación morfológica intraespecífica. El análisis de funciones discriminantes mostró que existen diferencias, principalmente en el tamaño del escólex y las estructuras que lo conforman. Los diferentes resultados de este trabajo concluyen en que los caracteres del escólex (especialmente su tamaño y el tamaño del disco apical) son de gran importancia al momento de la identificación del género *Eubothrium*.

Alemán-Muñoz et al. (2013) evaluaron la variación morfológica de especímenes de la especie *Glypthelmins quieta* Stafford, 1905 con el uso de un análisis de componentes principales, el cual arrojó un alto grado de variación morfológica intraespecífica; estos especímenes presentan una diferencia significativa en el tamaño y posición de estructuras como la ventosa oral y acetábulo, así como estructuras que conforman el tubo digestivo y aparato reproductor. Para estos caracteres, su tamaño, forma y su ausencia o presencia, son importantes a la hora de identificar el género; sin embargo, al presentar variación morfológica, algunos autores consideran que no son válidos para hacerlo.

Quiroz-Larios et al. (2024) usaron un análisis morfológico y

morfométrico de 52 ejemplares de *Peruanocotyle pelágica* Chero, Cruces, Sáez & Luque, 2018 para evaluar el efecto de los procesos de preservación y fijación. El proceso de congelación altera la morfología y dificulta la identificación taxonómica de los helmintos parásitos. Quiroz-Larios et al. (2024) identificaron las estructuras con variación significativa fueron: el ancho del haptor, largo del testículo posterior derecho, largo del testículo anterior izquierdo, fondo de la cavidad bucal y ancho de la vesícula seminal. Estas diferencias separaron contundentemente a los ejemplares de *Peruanocotyle pelagica* que previamente fueron congelados de los que no fueron congelados.

Las poblaciones de parásitos, al igual que muchos otros organismos, responden a los cambios ambientales y, por lo tanto, pueden presentar patrones de variación morfológica y en su distribución. Tanto las características biológicas del hospedero (microambiente) como el ambiente externo del mismo (macroambiente) son los principales factores que provocan cambios profundos en las poblaciones de parásitos (Muñoz & Delorme, 2011). La morfometría es muy útil para evaluar el grado de similitud entre individuos, y en su momento, estos individuos podrán asignarse a una especie usando los valores morfométricos como sinapomorfias (Goloboff et al., 2022). Así mismo, los análisis morfométricos aportan conocimiento sobre la variación morfológica intraespecífica e interespecífica (Wiens, 2004). En el presente estudio, los análisis morfométricos se utilizaron para contribuir al conocimiento de la variación morfológica intraespecífica entre los individuos de *A. cleofanus*, parásitos de *Hypanus longus* de Jalisco, México.

5. Conclusiones

A partir de los resultados estadísticos obtenidos en el presente estudio, se concluye que existe variación morfológica entre individuos de una población de *A. cleofanus*, pero la variación no es a nivel de especie, ya que, para conocer la variación de la especie, se requiere hacer un estudio sistemático y con un gran número de localidades. Por lo que, aún dentro de una misma especie de parásito, siempre existe variabilidad morfológica intraespecífica es considerable. Estas variaciones pueden estar influenciadas por factores del hospedero como la diferencia de tamaño, edad, sexo o su estado fisiológico. Por otro lado, los factores ambientales como la temperatura, salinidad y otros parámetros en el ambiente, además de la disponibilidad de alimento, impactan en el desarrollo y metabolismo del parásito. También, puede ocurrir por la plasticidad fenotípica, esto le permite ajustar y proporcionar estructuras para una mejor adaptación. Este tipo de estudios permite resaltar la importancia de aplicar herramientas morfométricas para mejorar la precisión en la identificación taxonómica y la comprensión de la diversidad intraespecífica. De igual forma, este enfoque permite establecer bases para

futuros estudios sistemáticos, ecológicos, biogeográficos y evolutivos en cestodos.

6. Agradecimientos

Agradecemos al Mtro. Vincent Romero Hernández (UAEH) por su apoyo en el uso del microscopio digital y la captura de fotografías.

7. Referencias

- Alemán-Muñoz, F., Pulido-Flores, G., Monks, S. y Falcón-Ordaz. (2013). Análisis morfométrico de *Glypthelmins quieta* (Stafford, 1900) Stafford, 1905 (Digenea: Macroderoididae) en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*, 8. DOI: 10.13140/2.1.2070.6886.
- Caira, J. N. & Zahner, S. D. (2001). Two new species of *Acanthobothrium* Beneden, 1849 (Tetraphyllidae: Onchobothriidae) from horn sharks in the Gulf of California, Mexico. *Systematic Parasitology*, 50(3), 219-229. DOI: 10.1023/A:1012241913722
- Caira, J. N., Jensen, K. & Ivanov, V. A. (2017). Onchoproteocephalidea II. Caira, Jensen, Waeschenbach, Olson & Littlewood, 2014. In *Planetary Biodiversity Inventory (2008– 2017): Tapeworms from Vertebrate Bowels of the Earth*. J. N. Caira & K. Jensen (eds.). University of Kansas, Natural History Museum, 25. Kansas, United States. Ch. 7, pp. 279-304.
- Campbell, R. A. & I. Beveridge. (2002). The genus *Acanthobothrium* (Cestoda: Tetraphyllidae: Onchobothriidae) parasitic Australian elasmobranch fishes. *Invertebrate Systematics*, 16, 273-344. DOI: 10.1071/IT01004
- Dollfus, R. (1926). Addendum à mon "Énumération des cestodes du plancton et des invertébrés marins". *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 7: 325-247. DOI: 10.1051/parasite/1923014363
- Euzet, L. (1956). Recherches sur les cestodes tetraphyllus des selaciens des cotes de France. [Tesis Doctora]. Faculte des Sciences de Montpellier, Francia.
- Fyler C. A. & Caira J. N. (2006). Five new species of *Acanthobothrium* (Tetraphallyllidea: Onchobothriidae) from the freshwater stingray *Himantura chaophraya* (Batoidea: Dasyatidae) in Malaysian Bronco. *The Journal of Parasitology*, 92, 105-125. DOI: 10.1645/GE-3522.1
- Gardner, S. L. (2024). Chapter 16 in *Concepts in Animal Parasitology, an introduction to cestodes (class Cestoda)*. Gardner, S. L. & S. A. Gardner, editors. Zea Books, Lincoln, Nebraska, United States. DOI: 10.32873/unl.de.ciap016
- Ghoshroy, K. A. & Caira, J. N. (2001). Four new species of *Acanthobothrium* (Cestoda: Tetraphyllidea) from the whiptail stingrays *Dasyastis brevis* in the Gulf of California, Mexico. *The Journal of Parasitology*, 87(2), 354-372. DOI: 10.1645/0022-3395(2001)087[0354:FNSOAC]2.0.CO;2
- Goloboff, P. A., Mattoni, C. I., & Quinteros, A. S. (2006). Continuous characters analyzed as such. *Cladistics*, 22(6), 589-601. DOI: 10.1111/j.1096-0031.2006.00122.x
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9.
- Hanzelová, V., Kuchta, R., Scholz, T. & Shinn, A. P. (2005). Morphometric analysis of four species of *Eubothrium* (Cestoda: Pseudophyllidae) parasites of salmonid fish: An interspecific and intraspecific comparison. *Parasitology International*, 54(3), 207-214. DOI: 10.1016/j.parint.2005.05.001
- Irigoitia, M. M., Franzese, S., Alarcos, A. J., Arredondo, N. J., & Timi, J. T. (2025). An unusual new species at risk, parasite of a critically endangered guitarfish, *Pseudobatos horkelii* (Elasmobranchii: Rhinobatidae): insights into the phylogeny of *Acanthobothrium* (Cestoda: Onchoproteocephalidea). *Zoologischer Anzeiger*, 318, 120-131. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jcz.2025.07.008>
- Monks, S., Brooks, D. R. & Pérez Ponce de León, G. (1996). A new species of *Acanthobothrium* van Beneden, 1849 (Eucestoda: Tetraphyllidae: Onchobothriidae) in *Dasyastis longus* Garman, 1880 (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Dasyatidae) from Chamela Bay, Jalisco, Mexico. *Journal of Parasitology*, 82(3), 484-488. DOI:10.2307/3284090
- Muñoz, G. & Delorme, N. (2011). Variaciones temporales de las comunidades de parásitos en peces intermareales de Chile central: hospedadores residentes vs temporales. *Revista de biología marina y oceanografía*, 46(3), 313-327. DOI: 10.4067/S0718-19572011000300003
- Palacio, F. X., Apodaca, M. J. & Crisci, J. V. (2020). Análisis multivariado para datos biológicos: teoría y su aplicación utilizando el lenguaje R. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Rodriguez-Ibarra, E. (2008). Estudio morfológico de una especie de *Acanthobothrium* van Beneden, 1849 (Cestoda: Tetraphyllidae: Onchobothriidae) de Campeche, México. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Quiroz-Larios, U. A., Monks, S., Pulido-Flores, G., & Violante-González, J. (2024). Efecto del proceso de preservación y fijación en *Peruanocotyle pelagica* (Monogenea: Monocotylidae). *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 12(2), 37-46. DOI: <https://doi.org/www.doi.org/10.47808/revistabioagro.v12i2.573>

- Rodriguez-Ibarra, E., Violante-Gonzalez, J. & Monks, S. (2023). Two new species of *Acanthobothrium* Blanchard, 1848 (Cestoda, Onchoproteocephalidea) from *Urobatis jamaicensis* (Cuvier, 1816) (Elasmobranchii, Batoidea, Myliobatiformes) of the Mexican Caribbean. *ZooKeys*, 1169, 175-201. DOI: 10.3897/zookeys.1169.101968
- Rodriguez-Ibarra, E., Adán-Torres, B., Ruiz-Escobar, F., y Torres-Carrera, G. (2024). A new species of *Acanthobothrium* (Cestoda: Onchoproteocephalidea), parasite of the giant electric ray *Narcine entemedor* Jordan and Starks, 1895 (Batoidea: Torpediniformes) from Mexico. *Journal of Parasitology*, 110(5), 521-533. DOI: 10.1645/24-17
- Southwell, T. (1925). *A monograph on the Tetraphyllidea: with notes on related Cestodes*. (Liverpool University Press: UK). *Memoirs of the Liverpool School of Tropical Medicine (New Series)*, 2, 1-368.
- Wiens, J. J. (2004). The role of morphological data in phylogeny reconstruction. *Systematic Biology*, 53(4), 653-661. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10635150490472959>
- Zaragoza-Tapia, F. J., Pulido-Flores, G., Gardner, S. L. & Monks, S. (2020). Host relationships and geographic distribution of species of *Acanthobothrium* Blanchard, 1848 (Onchoproteocephalidea, Onchobothriidae) in elasmobranchs: a metadata análisis. *ZooKeys*, 940, 1-48. DOI: 10.3897/zookeys.940.46352