

Descripción morfológica del tracto digestivo de *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844) y comparación por estadios y sexos Morphological description of the digestive tract of *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844) and comparison by size and sex

Limber José Alcívar-Mendoza ^{1,2,3}, Yanis Cruz-Quintana ^{3*}, Ana María Santana-Piñeros ³, Leonela Griselda Muñoz-Chumo ³.

¹ Maestría de Investigación en Acuicultura, Facultad de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Bahía de Caráquez, Manabí, Ecuador.

² Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez, carrera de Tecnología Superior en Acuicultura. Jaramijó EC130222, Ecuador.

³ Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Acuicultura y Ciencias del Mar. Carrera de Acuicultura. Grupo de Investigación en Sanidad Acuicola, Inocuidad y Salud Ambiental. Bahía de Caráquez, Manabí EC130104, Ecuador.

Correspondencia: Yanis Cruz-Quintana  **E-mail:** yanis.cruz@utm.edu.ec

Artículo original | Original article

Palabras clave

Eleotridae,
sistema digestivo,
histología,
índice intestinal.

RESUMEN | El estudio del tracto digestivo de especies de la familia Eleotridae ha sido poco abordado a pesar de su importancia para entender la fisiología de los peces, su nutrición, asociaciones tróficas y aplicación en acuicultura. El chame *Dormitator latifrons* es una de las especies de la familia Eleotridae con gran potencial para la acuicultura, de la cual se conoce muy poco sobre su sistema digestivo. Este trabajo describe la morfología e histología del tracto digestivo de *D. latifrons* y compara las variables morfométricas entre estadios y sexos, en 127 ejemplares recolectados en un sistema de cultivo. A cada pez se le registraron los datos biométricos y posteriormente se extrajo el tracto digestivo el cual fue descrito, medido por secciones, y se fijaron fragmentos de tejido en formalina neutra al 10 % para análisis histológico. Las muestras de tejido fueron procesadas por la técnica de inclusión en parafina y teñidas con hematoxilina y eosina; los datos morfométricos fueron comparados entre estadios y sexos. El tracto digestivo estuvo compuesto por boca, faringe, esófago, estómago, intestino y ano; y cada sección presentó las cuatro capas de tejido concéntrico (mucosa, submucosa, muscular y adventicia/serosa) características del sistema digestivo de los peces. Morfológicamente lo más distintivo fue la presencia de un estómago tubular en forma de "I", bien delimitado y con abundantes glándulas gástricas tubulares. La longitud y el índice intestinales fueron significativamente diferentes entre estadios y sexos, posicionando a los juveniles en el nivel trófico omnívoro mientras que los adultos se posicionan como herbívoros; el análisis por sexo mostró un índice intestinal significativamente menor en las hembras respecto a los machos. Los resultados muestran un comportamiento politrófico del chame *D. latifrons* que podría estar asociado al hábitat, a la disponibilidad de alimento, o la madurez sexual. La presencia de un estómago funcional permite clasificar a esta especie como gástrica y abre la posibilidad de estudios futuros sobre la fisiología digestiva de esta especie y composición de la dieta idónea para organismos cultivados, temas hasta ahora muy poco atendidos.

Keywords

Eleotridae,
digestive system,
histology,
intestinal index.

ABSTRACT | The study of the digestive tract of species of the family Eleotridae has been little addressed despite its importance for understanding fish physiology, nutrition, trophic associations, and application in aquaculture. The Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* is one of the species of the family Eleotridae with great potential for aquaculture of which very little is known about its digestive system. This paper describes the morphology and histology of the digestive tract of *D. latifrons* and compares morphometric variables among stages and sexes, based on 127 specimens collected in a culture system. Biometric data were recorded for each fish, and then the digestive tract was described, measured in sections, and tissue fragments were fixed in 10 % neutral formalin for histological analysis. Tissue samples were processed by the paraffin embedding technique and stained with hematoxylin and eosin; morphometric data were compared among stages and sex. The digestive tract was composed of mouth, pharynx, esophagus, stomach, intestine, and anus; and each section presented the four concentric tissue layers (mucosa, submucosa, muscular and adventitia/serosa) characteristic of the fish digestive system. Morphologically, the most distinctive feature was the presence of a tubular "I" shaped stomach, well delimited and with abundant tubular gastric glands. Intestinal length and index were significantly different among stages and sexes, placing juveniles in the omnivore trophic level while adults are positioned as herbivores; the analysis by sex showed a significantly lower intestinal index in females compared to males. The results show a polytrophic behavior of the Pacific fat sleeper *D. latifrons* that could be associated with habitat, food availability, or sexual maturity. The presence of a functional stomach allows us to classify this species as gastric and opens the possibility of future studies on the digestive physiology of this species and the composition of the ideal diet for cultured organisms, topics that have so far received very little attention.

INTRODUCCIÓN

El sistema digestivo de los peces tiene tres funciones principales: captación, degradación y absorción de nutrientes, y excreción (Govoni *et al.* 1986); sin embargo, estas funciones básicas son desarrolladas por una amplia gama de variaciones morfológicas del tracto digestivo entre las diferentes familias de peces (Wilson & Castro 2010). Incluso, muchas especies de peces pueden presentar variaciones morfológicas e histológicas durante el desarrollo de larva a juvenil, lo que se refleja en la dieta y la selección del hábitat (Grey 2001, National Research Council (NRC) 2011).

Los estudios morfo-histológicos del tracto digestivo proporcionan información útil para entender los mecanismos de adaptación de una especie a su entorno (Dabrowski 1984, Wilson & Castro 2010, Rønnestad *et al.* 2013, Egerton *et al.* 2018); facilitan el desarrollo de protocolos de alimentación adaptados al nivel de desarrollo y funcionalidad de los órganos digestivos acorde a la ontogenia del pez, para garantizar una acuicultura eficiente (Gisbert *et al.* 2014, Eliasson 2015); o sirven de línea base para posteriores estudios relacionados con el sistema digestivo de los peces. Por estas razones, varios autores han descrito la histología y morfología del sistema digestivo en algunos teleósteos de interés comercial o acuícola como *Brycon henni*, *Pseudoplatystoma punctifer*, *Pterophyllum scalare*, *Rhamdia quelen* (Takahashi *et al.* 1979, Govoni *et al.* 1986, Wilson & Castro 2010, German 2011, Gisbert *et al.* 2014, Hernández *et al.* 2014, Eliasson 2015, Londoño-Franco *et al.* 2017, Egerton *et al.* 2018, Ramírez-Espitia *et al.* 2020). No obstante, en algunas familias de peces como Eleotridae, que incluye varias especies con potencial acuícola, la morfología e histología del tracto digestivo se desconoce totalmente, como es el caso del dormilón de mármol *Oxyeleotris marmoratus* (Mohamed-Yusoff *et al.* 2023), el dormilón bocudo *Gobiomorus dormitor* y el bacalao dormilón *Oxyeleotris lineolatus* (Harris *et al.* 2011). O solo ha sido descrita en etapas larvales como el chame *Dormitator latifrons* (López-López *et al.* 2015). En general, el orden Gobiiformes, al que pertenece la familia Eleotridae, contiene muchas especies anádromas, catádromas o anfídromas adaptadas a ambientes cambiantes y de las cuales se desconocen las características del tracto digestivo y muchos aspectos biológicos nutricionales (Van-Tassell *et al.* 2012, Houde *et al.* 2022, Mohamed-Yusoff *et al.* 2023).

El chame *D. latifrons* ha despertado interés en los productores de algunos países de la región como Perú, Ecuador, Colombia, Costa Rica y México, por su alta resistencia fisiológica a variaciones ambientales, además de tener un buen sabor, aceptación en los mercados locales (Ortega-Granda 2016, Bermúdez-Medrandá *et al.* 2021, Nieves-Rodríguez *et al.* 2022) y elevado valor nutricional (López-Huerta *et al.* 2018, Basto-Rosales *et al.* 2020). En los últimos años, se han incrementado esfuerzos en investigación sobre esta especie porque presenta un gran potencial acuícola (Rodríguez-Montes de Oca *et al.* 2012, López-López *et al.* 2015, Badillo-Zapata *et al.* 2021, Aréchiga-Palomera *et al.* 2022); sin embargo, muchos aspectos sobre su nutrición, fisiología y morfología del sistema digestivo se desconocen, lo que ha limitado la creación de protocolos de alimentación para una acuicultura eficiente. Esto, unido a la falta de información sobre su ciclo biológico en cautiverio, ha limitado grandemente la expansión del cultivo de chame (Freire-Lascano 2013, Ortega-Granda 2016, Vega-Villasante *et al.* 2021).

La morfología del sistema digestivo de *D. latifrons* ha sido descrita en estadios larvales hasta el sexto día post eclosión (López-López *et al.* 2015), lo que permitió a los autores clasificarla como una especie agástrica. Estudios recientes confirman que los juveniles y adultos en condiciones de cautiverio se adaptan fácilmente a la alimentación con balanceado (Badillo-Zapata *et al.* 2018, 2021, Zambrano-Andrade *et al.* 2021), aunque en estas fases se ha reportado que la especie consume detritus y restos de plantas, ubicándola como omnívora detritívora mediante estudios de contenido estomacal (Yañez-Arancibia & Díaz-González 1976). Con base en lo anterior, y considerando que algunas especies pueden desarrollar un estómago después de la primera alimentación exógena (Rønnestad *et al.* 2013, Oviedo-Montiel *et al.* 2021), este estudio pretende describir la morfohistología del tracto digestivo en juveniles y adultos de chames, y brindar información morfométrica por estadio y sexo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Un total de 127 ejemplares de *D. latifrons* fueron recolectados, provenientes de piscinas de tierra con densidad de siembra de 4 peces/m², en la granja acuícola Ecopark, ubicada en la vía Correagua del cantón Sucre-Manabí, Ecuador. Los peces fueron alimentados con balanceado peletizado para camarón al 28 % de proteína de la marca

Agripac®, suministrado dos veces al día en comederos ubicados en el centro de la piscina. Una vez recolectados, los peces fueron trasladados al Laboratorio de Biología del Instituto Superior Tecnológico Luis Arboleda Martínez. A cada pez se le registró la longitud total (LT) en cm utilizando un ictiómetro con precisión de 1 mm, el peso (P) en g utilizando una balanza Ohaus con precisión de 0,01 g, y el sexo (H: hembra; M: macho) según las características morfológicas de la papila genital descritas por Vega-Villasante *et al.* (2021) (H: subcuadrada y con vellosidades; M: triangular y sin vellosidades). Del total de peces revisados, 74 individuos fueron hembras y 53 fueron machos; al agrupar los organismos por tallas, se obtuvieron 50 juveniles y 77 adultos. Posteriormente, los peces fueron sacrificados mediante punción cerebral (Underwood & Anthony 2020); el tracto digestivo fue extraído en su totalidad y se describieron las características macroscópicas contemplando las cuatro regiones morfofuncionales del sistema digestivo de los peces (Wilson & Castro 2010).

A cada organismo se le registró la longitud (cm) del tracto digestivo (Ltd) desde la parte anterior del esófago hasta la parte posterior del recto, así como la longitud de cada una de estas secciones libres (esófago, estómago e intestino). Se calculó el índice intestinal (Ii) mediante la siguiente fórmula propuesta por Nikolsky (1963): $Ii = Ltd / LT$, para posicionar a la especie en un nivel trófico ($Ii < 1$ = carnívoro; Ii entre 1 y 2 = omnívoro; $Ii > 2$ = herbívoro).

Para el análisis de datos, los peces fueron agrupados por sexo y según su talla en estadio juvenil (< 20,00 cm LT) y adulto ($\geq 20,00$ cm LT) de acuerdo con Chang & Navas (1984). Los datos P, LT, Ltd, Ii, y longitud del esófago, estómago e intestino, fueron comparados entre estadios y sexos. Se usó una prueba t de Student, y cuando no se cumplían las condiciones de normalidad y homocedasticidad, aun transformando los datos logarítmicamente, se utilizó la prueba U-Mann Whitney. En todos los casos, valores de $P < 0,05$ se consideraron significativamente diferentes.

Se tomaron pequeños fragmentos de esófago, estómago e intestino anterior, medio y posterior de 15 peces, los cuales fueron fijados en formalina neutra al 10 % para la descripción histológica. Las muestras de tejido fueron procesadas mediante la técnica histológica de inclusión en parafina, cortados en secciones finas (5 μ m), teñidos con los colorantes de rutina hematoxilina y eosina (H&E), y montados permanentemente con resina Entellan® (Humason 1979), en el Centro de Sanidad Acuicola de la Universidad Técnica de Manabí. Las laminillas obtenidas fueron analizadas con un microscopio óptico Olympus BX53 y las imágenes fueron capturadas con una cámara AmScope de 18 MP acoplada al microscopio.

RESULTADOS

El peso y los datos morfométricos como LT y largo de las secciones libres del tracto digestivo (esófago, estómago, intestino) no mostraron diferencias significativas entre sexos; mientras que el largo del tracto digestivo y el índice intestinal fueron significativamente mayores en los machos respecto a las hembras (Tabla 1). Por otro lado, el peso y todas las variables morfométricas analizadas fueron significativamente menores en los juveniles respecto a los adultos (Tabla 2).

Tabla 1.- Comparación del peso (g) y variables morfométricas (cm) de *Dormitator latifrons* entre sexos. Se presenta el promedio $\pm$ la desviación estándar. n = tamaño de muestra. g Heges = tamaño del efecto.

Variable	Machos ($n = 53$)	Hembras ($n = 74$)	U	P	g Heges
Peso	348,00 $\pm$ 281,00	298,00 $\pm$ 253,00	1723	0,245	0,122
Longitud total	24,40 $\pm$ 7,58	22,40 $\pm$ 7,59	1712	0,223	0,127
Longitud del tracto digestivo	63,00 $\pm$ 35,20	47,80 $\pm$ 28,80	1430	0,009*	0,144
Índice intestinal	2,41 $\pm$ 0,88	1,98 $\pm$ 0,67	1395	0,006*	0,289
Longitud del esófago	1,46 $\pm$ 0,63	1,39 $\pm$ 0,59	1001	0,539	0,073
Longitud del estómago	3,15 $\pm$ 1,37	3,09 $\pm$ 1,34	1099	0,832	0,025
Longitud del intestino	39,41 $\pm$ 24,17	40,32 $\pm$ 25,83	1105	0,867	0,020

*Representa diferencias significativas

Tabla 2.- Comparación del peso (g) y variables morfométricas (cm) de *Dormitator latifrons* entre estadios (juveniles: < 20 cm de largo total; adultos: ≥ 20 cm de largo total). Se presenta el promedio ± la desviación estándar. *n* = tamaño de muestra. *g* Heges = tamaño del efecto.

Variable	Juveniles (<i>n</i> = 50)	Adultos (<i>n</i> = 77)	U	P	<i>g</i> Heges
Peso	53,40 ± 33,00	491,00 ± 199,00	0,00	0,001*	1,000
Longitud total	14,80 ± 2,81	28,70 ± 3,77	0,00	0,001*	1,000
Longitud del tracto digestivo	21,90 ± 5,82	75,10 ± 24,40	7,00	0,001*	0,996
Índice intestinal	1,48 ± 0,33	2,60 ± 0,69	207,50	0,001*	0,892
Longitud del esófago	1,08 ± 0,49	1,63 ± 0,58	367,50	0,001*	0,642
Longitud del estómago	1,89 ± 0,78	3,84 ± 1,05	164,00	0,001*	0,846
Longitud del intestino	18,85 ± 9,80	52,13 ± 22,74	94,00	0,001*	0,911

*Representa diferencias significativas

El índice intestinal en juveniles fue significativamente menor ($P < 0,05$) que el índice intestinal en adultos (Fig. 4A), posicionando a la especie como omnívora en estadio juvenil y como herbívora en la fase adulta. Las hembras mostraron un índice intestinal significativamente menor ($P < 0,05$) al de los machos, posicionándose en el límite entre omnívoro y herbívoros, mientras que los machos se posicionan claramente como herbívoros (Fig. 4B).

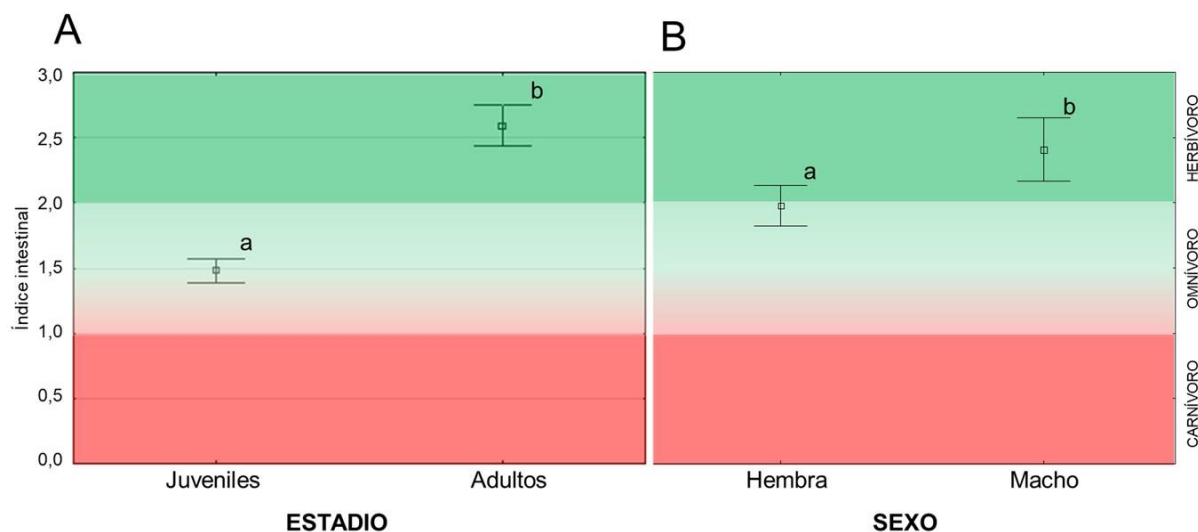


Figura 4.- Comportamiento trófico de *Dormitator latifrons* según el índice intestinal por (A) estadio y (B) sexo.

El tracto digestivo de *D. latifrons*, medido desde la parte anterior del esófago hasta la parte posterior del recto, mostró en promedio una longitud total equivalente a 2,36 veces la longitud total del cuerpo. Está formado en la parte anterior o cefálica por una boca terminal y la faringe (no incluidos en la medición), que son estructuras rígidas rodeadas por tejidos conectivo, muscular y óseo. Posterior a la faringe se encuentra la primera estructura libre, un esófago tubular corto ($1,58 \pm 0,57$ cm) y musculoso, de color blanquecino y aspecto estriado (Fig. 1). A continuación, se encuentra el estómago, más largo que el esófago ($3,84 \pm 1,05$ cm), cilindro (forma de "I"), de color marrón, con abundantes pliegues internos y separado del intestino por un esfínter estrecho, delgado y muscular. No se observaron ciegos pilóricos. El intestino es la sección más larga ($52,46 \pm 22,94$ cm), es una estructura cilíndrica en toda su extensión, que no presenta diferencias morfológicas externas entre las partes anterior, media y posterior, salvo por un mayor grosor de la parte anterior respecto al resto y una forma acampanada en la parte posterior (recto) antes de conectar con el ano.

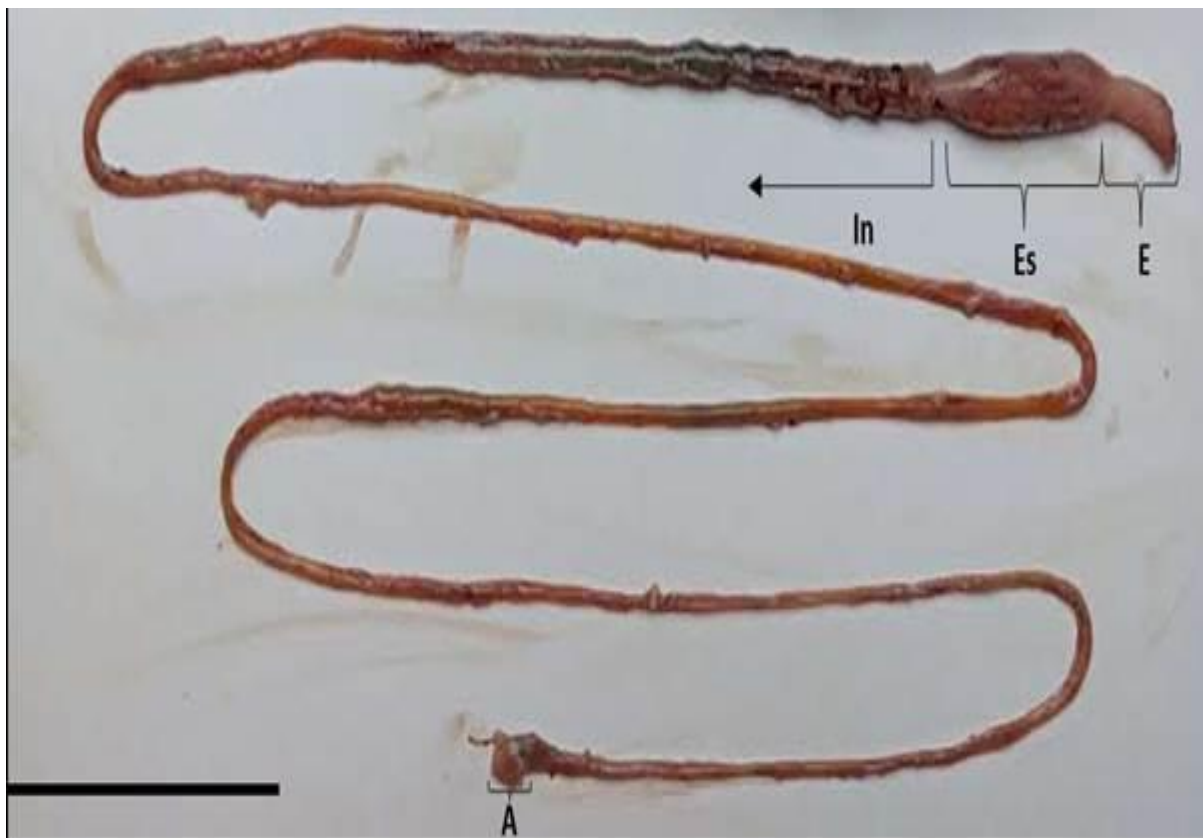


Figura 1.- Tracto digestivo de un ejemplar adulto de *Dormitator latifrons*. Esófago (E), estómago (Es), intestino (In) y ano (A). Escala de barra = 5 cm.

El análisis histológico reveló la presencia de cuatro capas de tejido concéntrico en las diferentes secciones analizadas; de adentro hacia afuera fueron identificadas como mucosa, submucosa, muscular y serosa (Figs. 2-3). El esófago presentó una mucosa con largos pliegues (Fig. 2A), compuesta por epitelio columnar estratificado no queratinizado con abundantes células caliciformes; la submucosa constituida de tejido conectivo laxo, seguida por músculo estriado esquelético con orientación longitudinal en la capa interna y orientación transversal en la capa externa (Fig. 2A-B). La capa más externa o serosa, al igual que en el resto del tracto digestivo, estuvo constituida por un delgado epitelio escamoso simple. El estómago está separado del esófago por un pronunciado pliegue (Fig. 2C); presenta una mucosa con abundantes pliegues, compuesta por epitelio cilíndrico simple, seguido de una capa de glándulas gástricas tubulares dispuestas en forma de cordones (Fig. 2D). La submucosa, formada por tejido conectivo laxo, presentó abundantes vasos sanguíneos; posteriormente se observó una capa gruesa de músculo liso con orientación circular interna seguida de otra capa más delgada con orientación longitudinal externa, seguida de una capa serosa (Fig. 3A). El intestino es relativamente largo y presentó una organización y composición histológica (mucosa, submucosa, muscular y serosa) similar en las tres secciones analizadas (anterior, medio y posterior). La mucosa intestinal mostró abundantes pliegues (Fig. 3B) que se reducen en tamaño hacia la parte posterior (Fig. 3B-C), y estuvo compuesta por un epitelio cilíndrico simple con abundantes células mucosas que se reducen en número hacia la parte posterior (Fig. 3C). La submucosa estuvo formada por tejido conectivo laxo con abundantes vasos sanguíneos; seguida de dos capas de músculo liso, una interna con orientación circular y otra externa con orientación longitudinal. Rodeando el músculo se observó la capa serosa.

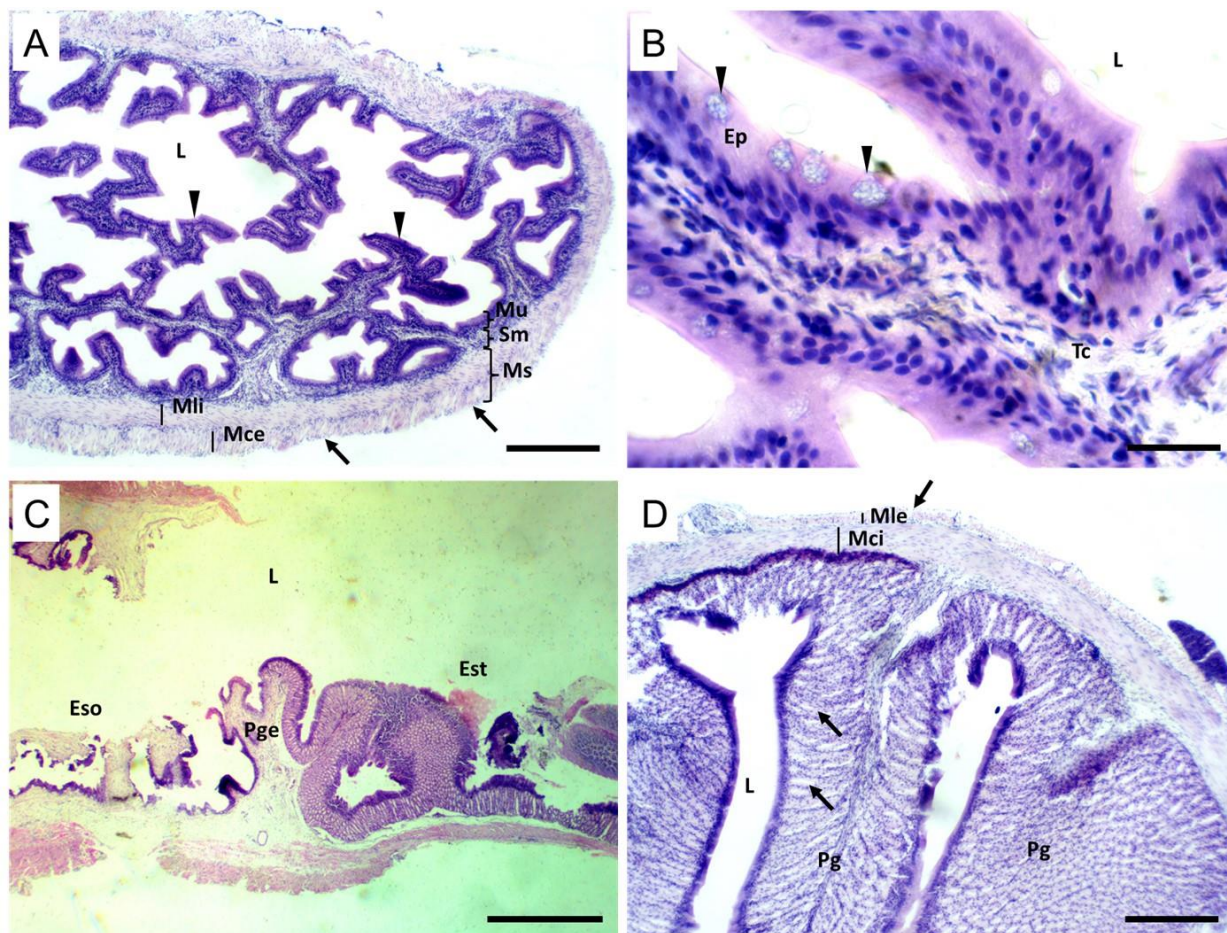


Figura 2.- Secciones histológicas del esófago y el estómago de *Dormitator latifrons* **A.** Corte transversal del esófago mostrando prominentes pliegues (cabezas de flechas) proyectados hacia el lumen (L) del órgano. Mucosa (Mu); submucosa (Sm), muscular (Ms), serosa (flechas). Capa de músculo longitudinal interna (Mli), capa de músculo circular externa (Mce). **B.** Detalle de un pliegue esofágico mostrando abundantes células mucosas caliciformes (cabezas de flechas) en el epitelio estratificado (Ep) de la mucosa, y el tejido conectivo (Tc) que conforma la submucosa. **C.** Corte longitudinal de la zona de transición del esófago (Eso) al estómago (Est) mostrando el pliegue gastroesofágico (Pge). **D.** Corte transversal del estómago mostrando los pliegues gástricos (Pg) y las glándulas gástricas tubulares (flechas) organizadas en cordones. Capa de músculo circular interna (Mci), capa de músculo longitudinal externa (Mle). Tinción H&E. Barras de escala: 2 A, D = 250 μ m; 2B = 20 μ m; 2C = 500 μ m.

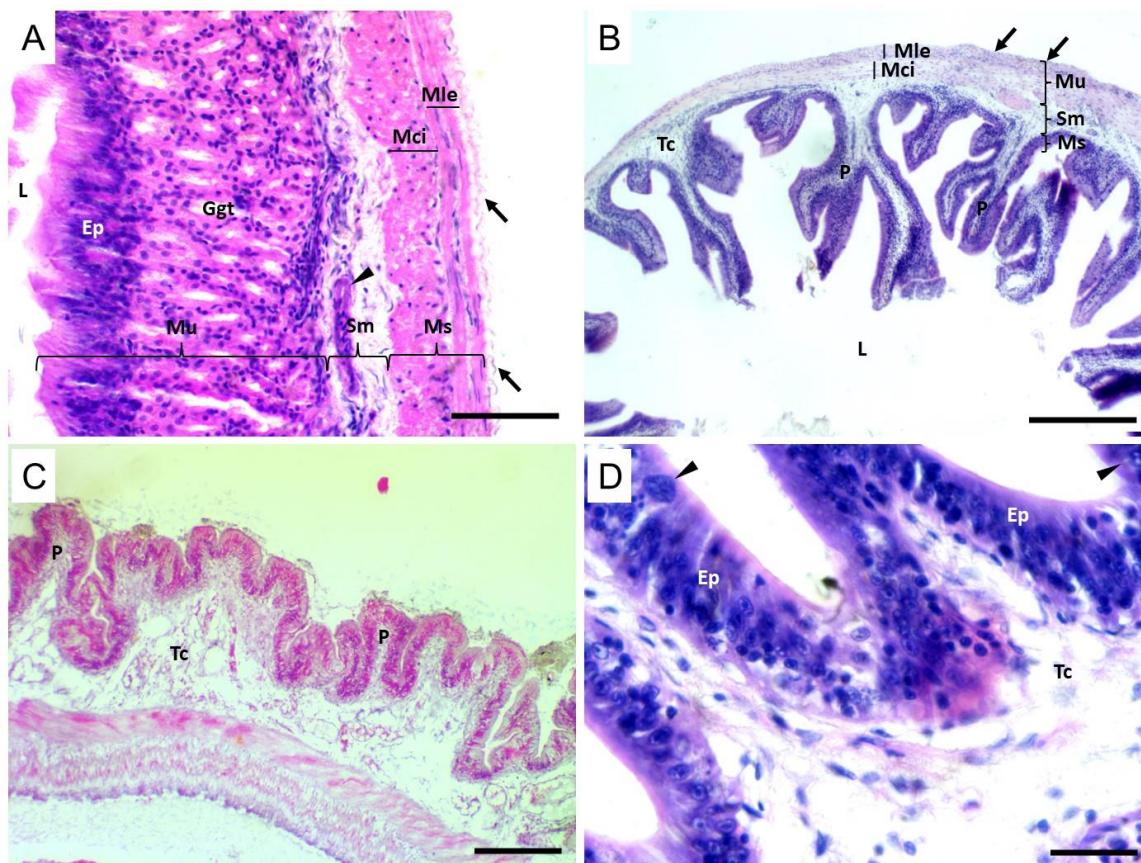


Figura 3.- Secciones histológicas del estómago e intestino de *Dormitator latifrons*. **A.** Corte transversal del estómago mostrando los cordones de glándulas gástricas (Ggt) que desembocan en el epitelio (Ep) de la mucosa gástrica (Mu) y vasos sanguíneos (cabeza de flecha) en el tejido conectivo de la submucosa (Sm). **B.** Corte transversal del intestino anterior mostrando largos pliegues (P) proyectados hacia el lumen (L). Tejido conectivo (Tc). **C.** Corte longitudinal del intestino posterior mostrando pliegues (P) cortos en la mucosa. **D.** Detalle de la sección media del intestino mostrando células mucosas (cabezas de flechas) en el epitelio de la mucosa intestinal y el tejido conectivo de la submucosa. Mucosa (Mu); submucosa (Sm), muscular (Ms), serosa (flechas). Capa de músculo circular interna (Mci), capa de músculo longitudinal externa (Mle). Tinción H&E. Barras de escala: 3A = 50 μ m; 3B = 500 μ m; 3C = 250 μ m; 3D = 20 μ m.

DISCUSIÓN

El tracto digestivo de *D. latifrons* muestra un esófago corto y musculoso con pliegues prominentes y abundantes células mucosas, lo que puede estar asociado a la ingesta de elementos duros para evitar las abrasiones o lesiones durante la alimentación. De acuerdo con Gómez-Ramírez *et al.* (2010) la presencia de numerosas células caliciformes en el esófago y el intestino es característico en peces que ingieren presas duras, como los pequeños moluscos, cangrejos violinistas y conchas reportadas en el contenido estomacal de *D. latifrons* (Freire-Lascano 2013). Abundantes células mucosas o caliciformes en el epitelio esofágico también han sido reportadas para el bagre *Ariopsis seemanni* (Günther 1864), una especie eurihalina con hábitos bentónicos que se alimenta de una gran variedad de presas de consistencia dura como los cangrejos (Gómez-Ramírez *et al.* 2010). Estas células no solo protegen la mucosa del esófago de la abrasión producida por los alimentos a través de la segregación de mucus (Wilson & Castro 2010), sino que favorecen la lubricación del alimento predigerido, mejorando la motilidad intestinal y el transporte de las heces (Grans & Olsson 2011). Las células caliciformes también estuvieron presentes en el intestino, aunque en menor proporción que en el esófago, lo cual se debe a que el alimento en esta sección también requiere lubricación para su tránsito intestinal (Gómez-Ramírez *et al.* 2010), pero no es tan abrasivo como cuando transita por el esófago por estar predigerido.

Interesantemente los juveniles y adultos de chame analizados muestran un estómago bien delimitado, con pliegues prominentes en la mucosa y caracterizado histológicamente por la presencia de abundantes glándulas gástricas; lo que contrasta con lo reportado por López-López *et al.* (2015), quienes clasificaron a *D. latifrons* como una especie agástrica. Esta diferencia podría deberse a que López-López *et al.* (2015) analizaron larvas hasta seis

días post eclosión (6 dpe) y probablemente ese tiempo no sea suficiente para que la especie desarrolle el estómago. El desarrollo del estómago en especies gástricas se da en diferentes tiempos según la especie; por ejemplo, en *Pseudoplatystoma punctifer* el estómago se desarrolla completamente a los 10-15 dpe (Gisbert *et al.* 2014), mientras que en *Pagrus pagrus* el estómago aparece a los 35 dpe (Darias *et al.* 2007). Eso significa, que el estómago de chame podría desarrollarse posterior a los 6 dpe, pero actualmente no se ha logrado el desarrollo larval después de 7 dpe (Vega-Villasante *et al.* 2021), por lo que se desconoce esta información. Además de una estructura delimitada, la presencia de abundantes glándulas gástricas en la mucosa del estómago sugiere que se trata de un órgano funcional (Stroband & Kroon 1981), lo cual es clave para clasificar a una especie como gástrica o agástrica, y es un importante criterio para diferenciar larvas de juveniles (Sarasquete *et al.* 1995). De acuerdo con Wilson & Castro (2010) y Rønnestad *et al.* (2013), los peces con estómago se caracterizan por presentar una zona de transición esogástrica o estómago cardíaco con pérdida de células caliciformes en el epitelio del estómago, que son reemplazadas por abundantes glándulas gástricas tubulares, como se observa en *D. latifrons*. Esto podría explicar la capacidad que tiene el chame para procesar alimento balanceado con alto porcentaje de proteína (> 28 %) (Agualsaca-Ormaza 2015, Castro-Rivera *et al.* 2005, Badillo-Zapata *et al.* 2018, Basto-Rosales *et al.* 2019, Badillo-Zapata *et al.* 2021, Zambrano-Andrade *et al.* 2021).

El índice intestinal de *D. latifrons* indica un comportamiento omnívoro en los juveniles y herbívoro en los adultos. *Dormitator latifrons* ha sido reportado previamente como una especie omnívora-detritívora y herbívora (Yañez-Arancibia & Díaz-González 1976, Cadena 1982, Chang & Navas 1984, Freire-Lascano 2013, Vaca-Sánchez 2020), aunque estos trabajos previos para determinar el nivel trófico de la especie se han enfocado en la identificación del contenido estomacal de organismos silvestres a escala espacio/temporal o centrado a la reproducción y al hábitat. En este sentido, el presente trabajo basado en el índice intestinal de organismos cultivados, si bien refuerza los hallazgos previos también indica un comportamiento politrófico de la especie relacionado a su crecimiento y probablemente a la disponibilidad de alimento; de manera similar a la trucha *Salmo trutta* L. que en estadios tempranos se alimenta fundamentalmente de macroinvertebrados, perifiton y detritos mientras que en estadios juvenil y adulto consume mayoritariamente peces (Grey 2001). Por otro lado, el análisis por sexo sugiere un comportamiento omnívoro-herbívoro en las hembras y más herbívoro en los machos, lo que podría estar asociado a la necesidad de incorporar mayor cantidad de proteínas y otros nutrientes esenciales requeridos para el desarrollo gonadal y formación de vitelo (National Research Council (NRC) 2011). Se ha evidenciado que la preferencia trófica de las especies de peces suele alterarse a lo largo de su vida, principalmente debido a los cambios morfológicos que acompañan al crecimiento, pero también al uso del hábitat o condición reproductiva (Grey 2001).

En conclusión, la morfohistología del sistema digestivo de chame *D. latifrons* sigue el patrón general descrito para otras especies de peces teleósteos, pero en estadios juvenil y adulto muestra un estómago verdadero y funcional que no ha sido descrito previamente. Este hallazgo permite clasificar a la especie como gástrica y brinda información útil para entender la fisiología digestiva de la especie y desarrollar protocolos de alimentación en sistemas de cultivo. Estudios futuros deberán centrarse en la identificación de enzimas digestivas y evaluar la secreción enzimática frente a diferentes alimentos, para conocer la funcionalidad del sistema digestivo y proponer esquemas de alimentación y dietas que mejoren la productividad de chames cultivados.

Declaración de conflicto de intereses de los autores

Los autores no reportan conflicto de intereses.

Declaración de buenas prácticas en el uso de animales

Los procedimientos realizados en este estudio contaron con el permiso de bioética animal del Comité Institucional de Bioética de la Universidad Técnica de Manabí, establecido en el tomo 22-3-2 folio: 022-03-02.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Centro de Sanidad Acuícola del Departamento de Acuicultura, Pesca y Recursos Naturales Renovables; y a la Universidad Técnica de Manabí, por el apoyo financiero de este estudio. A los estudiantes

Aguayo Ronaldo y Fátima Intriago por el apoyo durante el procesamiento de muestras; al Sr. Darwin Aguirre, propietario del Ecoparque del Chame, por la donación de los ejemplares.

REFERENCIAS

- Agualsaca-Ormaza, J.G. (2015). Adaptación de chame (*Dormitator latifrons*) sometido a cautiverio utilizando cuatro niveles de detritus y balanceado en su alimentación. Tesis de pregrado, Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Santo Domingo, Ecuador. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9692/1/T-ESPE-002708.pdf>
- Aréchiga-Palomera, M.A., Nieves-Rodríguez, K.N., Chong-Carrillo, O., Nolasco-Soria, H., Peña-Marín, E.S., Álvarez-González, C.A., Palma-Cancino, D.J., Martínez-García, R., Badillo-Zapata, D. & Vega-Villasante, F. (2022). *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844) a Pacific fat sleeper, but skinny in research: a scientometric study. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 50(3), 451-460. <http://dx.doi.org/10.3856/vol50-issue3-fulltext-2784>
- Badillo-Zapata, D., Musin, G.E., Palma-Cancino, D.J., Guerrero-Galván, S.R., Chong-Carrillo, O. & Vega-Villasante, F. (2021). Total or partial replacement of fishmeal with soybean meal in the diet of the pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* juveniles. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 49: 40-47. <http://dx.doi.org/10.3856/vol49-issue1-fulltext-2564>
- Badillo-Zapata, D., Zaragoza, F.D.J., Vega-Villasante, F., López-Huerta, J.M., Herrera-Resendiz, S., Cueto-Cortés, L. & Guerrero-Galvan, S.R. (2018). Requerimiento de proteína y lípidos para el crecimiento de juveniles del pez nativo *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5: 345-351. <https://doi.org/10.19136/era.a5n14.1554>
- Basto-Rosales, M.E.R., Carrillo-Farnés, O., Montoya-Martínez, C.E., Badillo-Zapata, D., Rodríguez-Montes de Oca, G.G., Álvarez-González, C.A., Nolasco-Soria, H. & Vega-Villasante, F. (2020). Meat protein quality of *Dormitator latifrons* (Pisces: Eleotridae): arguments for use by rural communities. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(1): e2172. <https://doi.org/10.19136/era.a7n1.2172>
- Basto-Rosales, M.E.R., Rodríguez-Montes de Oca, G.A., Carrillo-Farnés, O., Álvarez-González, C.A., Badillo-Zapata, D. & Vega-Villasante, F. (2019). Growth of *Dormitator latifrons* under different densities in concrete tanks. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22: 499-503. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2657/1266>
- Bermúdez-Medranda, A.E., Santana-Piñeros, A.M., Isea-León, F. & Cruz-Quintana, Y. (2021). Evaluación sensorial y estimación del rendimiento cárnico del chame *Dormitator latifrons*. *AquaTechnica*, 3(2): 55-60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8272990>; <https://doi.org/10.33936/at.v3i2.3661>; <https://doi.org/10.5281/zenodo.5277190>
- Cadena, M. (1982). Contenido estomacal del chame *Dormitator latifrons* (Richardson) provincia de Manabí - Ecuador. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*, 1(2): 219 - 229. <https://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/08/Contenido-Estomacal-del-Chame.pdf>
- Castro-Rivera, R., Aguilar-Benítez, G. & Hernández-Girón, J.P. (2005). Conversión alimenticia en engordas puras y mixtas de Popoyote (*Dormitator latifrons* Richardson) en estanques de cemento. *Revista AquaTIC*, (23): 45-52. <http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/221/209>
- Chang, B.D. & Navas, W. (1984). Seasonal variations in growth, condition and gonads of *Dormitator latifrons* (Richardson) in the Chone River Basin, Ecuador. *Journal of Fish Biology*, 24(6), 637-648. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1984.tb04834.x>

- Dabrowski, K. (1984). The feeding of fish larvae: present «state of the art» and perspectives. *Reproduction Nutrition Développement*, 24(6): 807-833. https://rnd.edpsciences.org/articles/rnd/pdf/1984/07/RND_0181-1916_1984_24_6_ART0001.pdf
- Darias, M.J., Murray, H.M., Gallant, J.W., Douglas, S.E., Yúfera, M. & Martínez-Rodríguez, G. (2007). Ontogeny of pepsinogen and gastric proton pump expression in red porgy (*Pagrus pagrus*): determination of stomach functionality. *Aquaculture*, 270(1-4): 369-378. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.04.045>
- Egerton, S., Culloty, S., Whooley, J., Stanton, C. & Ross, R.P. (2018). The gut microbiota of marine fish. *Frontiers in Microbiology*, 9, 873: 1-17. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2018.00873/full>
- Eliasson, T. (2015). Dairy waste – Feed for fish ?. Bachelor Thesis, Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Suecia. https://stud.epsilon.slu.se/8356/11/eliasson_t_150805.pdf
- Freire-Lascano, C.A. (2013). Experiencias en el manejo del Chame (*Dormitator latifrons*) en la Cuenca del Río Guayas, Ecuador. *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola*, 7(7): 1–13. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/view/1476>
- German, D.P. (2011). Food Acquisition and Digestion. In: Farrell, A. (ed). *Encyclopedia of Fish Physiology From Genome to Environment*. Academic Press, Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374553-8.00142-8>
- Gisbert, E., Moreira, C., Castro-Ruiz, D., Öztürk, S., Fernández, C., Gilles, S., Nuñez, J., Duponchelle, F., Tello, S., Renno, J.F., García-Dávila, C. & Darias, M.J. (2014). Histological development of the digestive system of the Amazonian pimelodid catfish *Pseudoplatystoma punctifer*. *Animal*, 8: 1765–1776. <https://doi.org/10.1017/S1751731114001797>
- Gómez-Ramírez, E., Tovar-Bohorquez, M.O., Obando-Bulla, M.J. & Hurtado-Giraldo, H. (2010). Estudio histológico del tracto digestivo del pez *Ariopsis seemanni* (Ariidae). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 6(2): 216-225. <https://doi.org/10.18359/rfcb.2075>
- Govoni, J.J., Boehlert, G.W. & Watanabe, Y. (1986). The physiology of digestion in fish larvae. *Environmental Biology of Fishes*, 16: 59–77. https://link.springer.com/article/10.1007/BF00005160?em_x=22&error=cookies_not_supported&code=badb9cec-ea0d-453f-8ec3-e3d88bee1f76
- Grans, A. & Olsson, C. (2011). Gut Motility. In: Farrell, A.P. (ed.). *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment* (Vol. 2, Número June 2014, pp. 1292-1300). <https://doi.org/10.1016/B978-0-1237-4553-8.00073-3>
- Grey, J. (2001). Ontogeny and dietary specialization in brown trout (*Salmo trutta* L.) from Loch Ness, Scotland, examined using stable isotopes of carbon and nitrogen. *Ecology of Freshwater Fish*, 10(3): 168-176. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0633.2001.100306.x>
- Harris, N.J., Neal, J.W., Perschbacher, P.W., Mace, C.E. & Muñoz-Hincapié, M. (2011). Notes on hatchery spawning methods for bigmouth sleeper *Gobiomorus dormitor*. *Aquaculture Research*, 42(8): 1145-1152. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02702.x>
- Hernández, D.R., Santinón, J.J. Sánchez, S. & Domitrovic, H.A. (2014). Histological and histochemical study of *Rhamdia quelen* digestive tract organogenesis under intensive larviculture condition. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 42(5): 1136–1147. <https://doi.org/10.3856/vol42-issue5-fulltext-17>
- Houde, E.D., Able, K.W., Strydom, N.A., Wolanski, E. & Arula, T. (2022). Reproduction, Ontogeny and Recruitment. In: Whitfield, A.K., Able, K.W., Blaber, S.J.M. & Elliott, M. (ed). *Fish and Fisheries in Estuaries: A Global Perspective*. John Wiley & Sons Ltd, United States. <https://doi.org/10.1002/9781119705345.ch3>

- Humason, G.L. (1979). Animal Tissue Techniques. In H-Freeman & Company, San Francisco.
- Londoño-Franco, L.F., Laverde-Trujillo, L.M. & Muñoz-García, F.G. (2017). Descripción anatómica e histológica del aparato digestivo de la sabaleta (*Brycon henni*), Antioquía, Colombia. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(3): 490-504. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i3.13354>
- López-Huerta, J.M., Vega-Villasante, F., Viana, M.T., Carrillo-Farnés, O. & Badillo-Zapata, D. (2018). First report of nutritional quality of the native fish *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844) (Perciformes: Eleotridae). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46(4): 849-854. <http://dx.doi.org/10.3856/vol46-issue4-fulltext-24>
- López-López, V.V., Galavíz, M.A., Román Reyes, C., Medina-Hernández, E.A., Dabrowski, K. & Haws, M.C. (2015). Descripción histológica comparativa del desarrollo del sistema digestivo y visual de larvas de chame *Dormitator latifrons* (Pisces: Eleotridae). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43(3): 484-494. <http://dx.doi.org/10.3856/vol43-issue3-fulltext-10>
- Mohamed-Yusoff, S.F., Ching, F.F., Kawamura, G. & Senoo, S. (2023). Growth Performance and Nutritional Condition of Marble Goby (*Oxyeleotris marmoratus*) Larvae Fed under Different Onsets of First Feeding. *Aquaculture Research*, ID 3948836. <https://doi.org/10.1155/2023/3948836>
- National Research Council (NRC). (2011). Digestive physiology of fish and shrimp, p. 15-29. In: National Academies Press (ed.). Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. Washington, United States. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=H8tABAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT24&dq=Digestive+physiology+of+fish+and+shrimp,&ots=a8eckbb5LI&sig=eOfUsPjnKs417ehqpCNUa9Gj9E#v=onepage&q=Digestive%20physiology%20of%20fish%20and%20shrimp%2C&f=false>
- Nieves-Rodríguez, K.N., Aréchiga-Palomera, M., Peña-Marín, E.S., Badillo-Zapata, D., Chong-Carrillo, O. & Vega-Villasante, F. (2022). Un dormilón gordo nutritivo pero menospreciado: el « chopopo ». *Revista de Divulgación Multidisciplinaria del Centro Universitario de la Costa*, 1: 33-38. https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Vega-illasante/publication/361066847_Un_dormilon_gordo_nutritivo_pero_menospreciado_el_chopopo/links/629a23fe6886635d5cbba79a/Un-dormilon-gordo-nutritivo-pero-menospreciado-el-chopopo.pdf
- Nikolsky, C.V. (1963). The Ecology of Fishes. Academic Press, London and New York, 352 pp.
- Ortega-Granda, J.A. (2016). Análisis del comercio internacional del Chame (*Dormitator latifrons*, Richardson, 1844) y su impacto sobre sus poblaciones silvestres en el Ecuador: propuesta de inclusión en CITES. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/25242/1/Tesis%20Chame%206Rf.pdf>
- Oviedo-Montiel, H.J., Ortiz-Acevedo, Y.S., Estrada-Posada, A.L., Prieto-Guevara, M. & Yepes-Blandón, J.A. (2021). Desarrollo ontogénico y principales enzimas del sistema digestivo en fases tempranas de peces. *Orinoquia*, 25(2): 41-57. <https://doi.org/10.22579/20112629.707>
- Ramírez-Espitia, E. J., Hurtado-Giraldo, H. & Gómez-Ramírez, E. (2020). Anatomía general, histología y morfometría del sistema digestivo del pez *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae). *Revista de Biología Tropical*, 68(4): 1371-1383. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v68i4.40393>
- Rodríguez-Montes de Oca, G.A., Medina-Hernández, E.A., Velázquez-Sandoval, J., López-López, V.V., Román-Reyes, J.C., Dabrowski, K. & Haws, M.C. (2012). Production of “Chame” (*Dormitator latifrons*, Pisces: Eleotridae) larvae using GnRH α and LHRH α . *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(3): 422-429. <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295024923010.pdf>

- Rønnestad, I., Yúfera, M., Ueberschär, B., Ribeiro, L., Sæle, Ø. & Boglione, C. (2013). Feeding behaviour and digestive physiology in larval fish: current knowledge, and gaps and bottlenecks in research. *Reviews in Aquaculture*, 5(1): 559-598. <https://doi.org/10.1111/raq.12010>
- Sarasquete, M.C., Polo, A. & Yúfera, M. (1995). Histology and histochemistry of the development of the digestive system of larval gilthead seabream, *Sparus aurata* L. *Aquaculture*, 130(1): 79-92. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00175-N](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)00175-N)
- Stroband, H.W.J. & Kroon, A.G. (1981). The development of the stomach in *Clarias lazera* and the intestinal absorption of protein macromolecules. *Cell and Tissue Research*, 215: 397-415. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00239123>
- Takahashi, K., Hatta, N., Sugawara, Y. & Saro, R. (1978). Organogenesis and Functional Revelation of Alimentary. *Tohoku Journal of Agricultural Research*, 29(2): 98-109. <http://hdl.handle.net/10097/29751>
- Underwood, W. & Anthony, R. (2020). AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 edition. Retrieved on March, 2013(30), 2020-1. https://www.spandidos-publications.com/var/AVMA_euthanasia_guidelines_2020.pdf
- Vaca-Sánchez, J. L. (2020). Hábitos alimenticios del chame (*Dormitator latifrons*) en un canal artificial del Cantón Durán. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48680/1/Vaca%20Lisette%202020.pdf>
- Van-Tassell, J.L., Tornabene, L. & Taylor, M.S. (2012). A History of Gobioid Morphological Systematics. In: Patzner, R.A., Van-Tassell, J.L., Kovačić, M. & Kapoor, B.G. (ed). The Biology of Gobies. CRC Press, Germany. ISBN 13: 978-1-4398-6233-9 (eBook - PDF) https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781439862339_A37902276/preview-9781439862339_A37902276.pdf
- Vega-Villasante, F., Ruiz-González, L.E., Chong-Carrillo, O., Basto-Rosales, M.E.R., Palma-Cancino, D.J., Tintos-Gómez, A., Montoya-Martínez, C.E., Kelly-Gutiérrez, L.D., Guerrero-Galván, S.R., Ponce-Palafox, J.T., Zapata, A., Musin, G.E. & Badillo-Zapata, D. (2021). Biology and use of the Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844): state of the art review. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 49(3): 391-403. <http://dx.doi.org/10.3856/vol49-issue3-fulltext-2637>
- Wilson, J.M. & Castro, L.F.C. (2010). Morphological diversity of the gastrointestinal tract in fishes. In: Farrell, A.P., Brauner, C.J. & Eliason, E.J. (ed). Fish Physiology. Academic Press, Elsevier Inc. [https://doi.org/10.1016/S1546-5098\(10\)03001-3](https://doi.org/10.1016/S1546-5098(10)03001-3)
- Yañez-Arancibia, A. & Díaz-González, G. (1976). Ecología trofodinámica de *Dormitator latifrons* (Richardson) en nueve lagunas costeras del Pacífico de México. (Pisces: Eleotridae). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, 4 (1): 125-139. <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/centro/1977-1/articulo26.html>
- Zambrano-Andrade, V.H., Panta-Vélez, R.P., Isea-León, F. (2021). Crecimiento y supervivencia de juveniles de chame *Dormitator latifrons* (Richardson, 1844) alimentados con dietas a base de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L. 1753, Plantae: Euphorbiaceae). *AquaTechnica*, 3(3): 124-132. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8273000>; <https://doi.org/10.33936/at.v3i3.4115>; <https://doi.org/10.5281/zenodo.5758242>

