

CLASE MAXILLOPODA:

SUBCLASE COPEPODA

## Orden Siphonostomatoida

Sergio Hernández Trujillo

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas  
La Paz, Baja California Sur, México

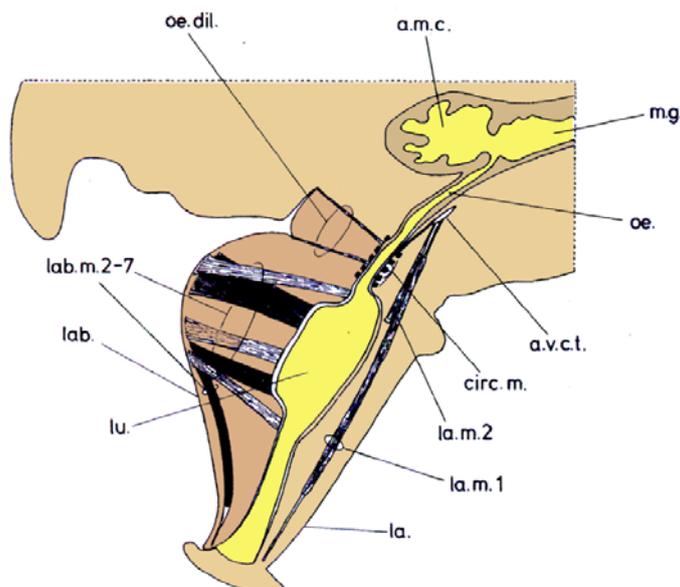
### 1. Introducción a la morfología (general) del orden con notas sobre su biología y ecología

De los diez órdenes de la subclase Copepoda (Martin & Davis, 2001), el de los Siphonostomatoida es, probablemente el de mayor variación morfológica a causa del alto grado de transformación del prosoma, del urosoma y por carecer de segmentación externa (Boxshall & Montú, 1997). Todas las especies son parasitas, aunque cada una tiene características particulares que las ubican en tres categorías; la primera es la de los ectoparásitos que viven en la superficie del hospedero y en ocasiones en orificios, como es el caso de los peces. La segunda categoría es la de los endoparásitos, que viven dentro del hospedero y la tercera es la de los mesoparásitos en los que la parte anterior de cuerpo, equivalente al cefalotórax, está anclada al interior del hospedero.

Al final del siglo pasado Kabata (1982) puso de manifiesto la carencia de conocimiento que se tenía sobre el orden, concluyendo que la manera de reducirla era mediante estudios sistemáticos de la morfología, fisiología y la biología general de estos metazoarios. También mencionaba que el estudio de los siphonostomatoides aún se encontraba en una etapa descriptiva, con tendencia a ser dominada por las descripciones de las especies recién descubiertas, y aunque los parasitólogos tenían interés en la estructura morfológica de las especies descritas, el estudio anatómico no era prioritario, por lo que el avance en ese campo había sido lento.

En la actualidad, parte de esa carencia de conocimiento ha sido paulatinamente solucionada, pues ahora se sabe que todos los siphonostomatoides son parásitos o están asociados a otras especies de vertebrados e invertebrados (Gotto, 1993); que es un orden bien definido y diagnosticado por la forma de la mandíbula y por la formación de un cono oral formado por el labrum y el labio. Y que el orden es en gran parte marino, con un pequeño número de parásitos de peces de agua dulce.

Al inicio de la década de los 90 Boxshall (1990) llevó a cabo un estudio comparativo de la musculatura entre una especie de siphonostomatoide considerada como primitiva, *Hyalopontius typicus*, que habita en la zona mesopelágica (> 3000 m de profundidad) con otra especie altamente modificada que parasita peces planos, *Lepeophtheirus pectoralis*. La comparación le permitió estimar como el parasitismo ha afectado la morfología y musculatura de los apéndices de esos copéodos. Entre lo más relevante se puede mencionar las profundas diferencias morfológicas en los apéndices cefálicos y, por lo tanto, en la disposición muscular entre ambas especies, estableciéndose así un patrón de homologías basado en evidencia proveniente de la musculatura, con la composición segmentaria de las extremidades de los siphonostomatoides. Por otro lado destaca la eficiencia del sellado alrededor del cono bucal en *Hyalopontius*, en comparación a *Lepeophtheirus*.



**Figura 1.** Musculatura del cono oral de *Hyalopontius typicus*. Abreviaturas: m.g. = intestino medio, a.m.c. = ciego intestinal anterior, oe. = esófago, a.v.c.t. = tendón céfalico antero ventral, oe. Dil. = músculos dilatadores esofágicos, circ. m. = músculos circulares, la. m. 1-2 = m primer y segundo musculo labial, la. = labio, lu. = lumen, lab. = labrum, lab.m 2-7 = segundo a séptimo musculo labral. Tomado de Boxshall (1990, fig. 34, <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/royptb/328/1246/167.full.pdf>).

Siphonostomatoida es un orden diverso que contiene muchas especies, y como ya se ha mencionado, están altamente transformadas; por ejemplo algunos miembros de la familia Nicothoidae han perdido todos sus apéndices, y se reducen a un cuerpo esférico unido a su anfitrión crustáceo por medio de raicillas absorbentes derivadas del cono oral (Lincoln & Boxshall, 1983). El cono oral comprende un labio anterior, el labrum, y un labio posterior, el labio, que se producen juntos en una estructura tubular cónica que se abre distalmente.

Primitivamente, el labrum y el labio están más o menos asociados y permite el movimiento del estilete mandibular entre ellos, como en los dirivúltidos (Dirivultidae es una familia de Siphonostomatoida, y es la más diversa de todas las familias animales que habitan en ventilas termales) que cuentan con 13 géneros que incluyen 50 especies descritas (Gollner *et al.*, 2010). En formas más avanzadas labrum y labio se mantienen juntos longitudinalmente por una compleja disposición de crestas y ranuras de enclavamiento, y los estiletos mandibulares se encuentran dentro de la luz central del cono (Fig. 1).

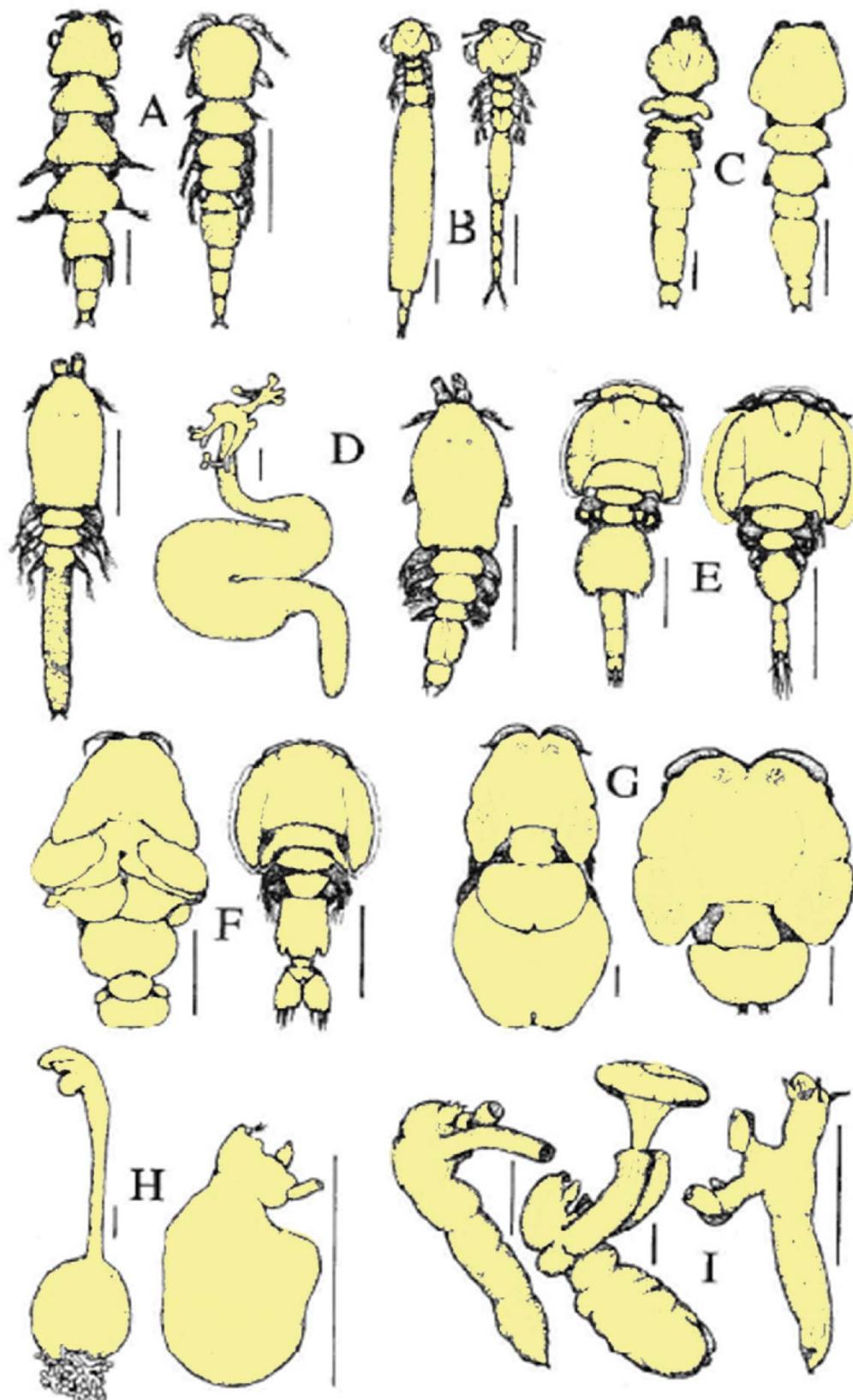
El labrum es típicamente robusto y contiene músculos poderosos que producen la succión necesaria para llevar comida hacia el esófago. El labio se deriva de las paragnaths (en los crustáceos es uno de los dos pequeños lóbulos que forman el labio inferior o metastoma, situado en la superficie ventral de cefalósoma, entre las bases de mandíbulas y maxilulas; son crecimientos blandos del exoesqueleto que están cerca de las mandíbulas en el lado aboral) y está provisto de una línea media y un par de músculos laterales (Boxshall, 1986; Alexander, 1988).

Estos músculos se originan en la superficie ventral del tendón céfalico ventral anterior en *Hyalopontius typicus* Sars (Boxshall, 1990a), y pasan a través de los canales en el ganglio subesofageal antes de insertar en el labio. El músculo medio inserta en una hoja tendinosa, que probablemente representa el plano de la fusión del par de lóbulos (paragnaths). Los músculos pares pasan a la punta del labio donde probablemente son responsables de mover el disco oral abocinado (Fig. 1).

De acuerdo a Boxshall & Montú (1997) y Lincoln & Boxshall (1983) el Orden Siphonostomatoida incluye especies altamente transformadas como algunas especies de la familia Nicothoidae que carecen de apéndices y su cuerpo esférico y reducido está fijado a su huésped, mediante radículas de absorción derivadas del cono oral.

Los miembros de este orden tienen una boca de sifón muy bien adaptada a la perforación de superficies corporales de los peces huéspedes y un filamento frontal, que es el órgano de fijación de las larvas y funciona como un dispositivo para hacer que la unión sea más segura. Es menester mencionar que no todos los siphonostomatoides poseen filamentos frontales. También incluye algunos de los parásitos más grandes y perjudiciales, como las especies del género *Pennella* que tiene el récord de tamaño de todos los copépodos parásitos, alcanzando la longitud de unos 60 cm.

Como se ha puesto de manifiesto, la marca distintiva de Siphonostomatoida es su aparato bucal. El diagnóstico general del grupo es otra cuestión bastante difícil. La abundancia de siphonostomatoides es comparable con su gran variedad morfológica y su modo de vida, pues pueden llegar a ser totalmente irreconocibles entre las formas adultas y sus estadios de vida libre (Kabata, 1992). Un ejemplo de la amplia variedad morfológica del orden se observa en los copépodos que parasitan a vertebrados siendo en los peces donde sucede la mayor frecuencia de infestación; mención aparte es el marcado dimorfismo sexual del orden que contribuye a la variedad y complicación de la identificación (Fig. 2).



**Figura 2.** Morfología de algunas familias de sifonostomatoides, en estado adulto que infectan vertebrados. **A)** Eudactylinidae, **B)** Kroyeriidae, **C)** Dichelesthidae, **D)** Pennellidae, **E)** Trebiidae, **F)** Phyllothyreus (Edwards, 1840). **G)** Cecropidae, **H)** Sphyridae, **I)** Lernaepodidae. Las hembras están a la izquierda de las etiquetas. D e I tienen de izquierda a derecha hembras adultas no transformada, hembra adulta transformada y macho adulto. La escala en A, B, D (hembra no transformada y macho) e I, representa 0,5 mm; en C, D (hembra transformada), E, F, G y H es de 2,0 mm. Tomado de (Benz, 1993).

## 2. Sistemática y diversidad general del orden

Al inicio de la década de 1990, Huys & Boxshall (1991) establecieron en más de 1.550 el número de especies del orden, de las que alrededor de 1.050 parasitan peces y mamíferos marinos y otras 500 aproximadamente son parásitos o asociados de hospederos invertebrados (Fig. 2 a 8).

Está claro que el conocimiento de las variaciones en la posición sistemática y en la taxonomía de los sifonostomatoides ha sido más lento en comparación a otros órdenes de copépodos, principalmente por las enormes modificaciones morfológicas que presentan, porque no se les reconocía como copépodos y por el reducido número de investigadores dedicados a su estudio. Boxshall & Halsey (2003), en un extenso estudio sobre la diversidad de los copépodos, listan a 38 familias del Orden Siphonostomatoida y describen sus características morfológicas, así como aspectos de su biología y ecología.

Recientemente Vives & Shmeleva (2010) describieron el proceso de reclasificación de los copépodos, en que reconocen a G.O. Sars como el padre de la sistemática actual del grupo y presentaron una vasta recopilación bibliográfica sobre los copépodos calanoides, resaltando los cambios que se dieron en la clasificación de las especies en otras familias e incluso en la descripción de otras nuevas.

En el lapso de una década, se han presentado cambios dentro del grupo al reclasificarse algunas familias y situarlas en otro orden, como es el caso de la familia Cecropidae Dana, 1849, en la que ahora sus especies han sido transferidas a la familia Pandaridae (Walter & Boxshall, 2014). Otro caso es el de *Pectenophilus* Nagasawa, Bresciani & Lutzen, 1988 que Boxshall & Halsey (2003) listaron sin ubicar el género dentro de alguna familia y que ahora está asignado en la familia Mytilicolidae del Orden Poecilostomatoida.

Recientemente se describió una nueva familia, Scottomyzontidae Ivanenko, Ferrari & Smurov, 2001, que se encuentra asociada a las estrellas del mar (Ivanenko *et al.*, 2001). La complejidad taxonómica y sistemática del orden queda manifestada cuando Boxshall (2014) incorpora ocho géneros en la familia Siphonostomatoida *incertae sedis*, destacando así la incapacidad para ubicarlos exactamente dentro de la clasificación del orden.

Actualmente se reconoce a 40 familias, de las cuales 11 son sinonimias validadas y el número de especies estimado es de 3.542 (Boxshall, 2014) (Tabla I).

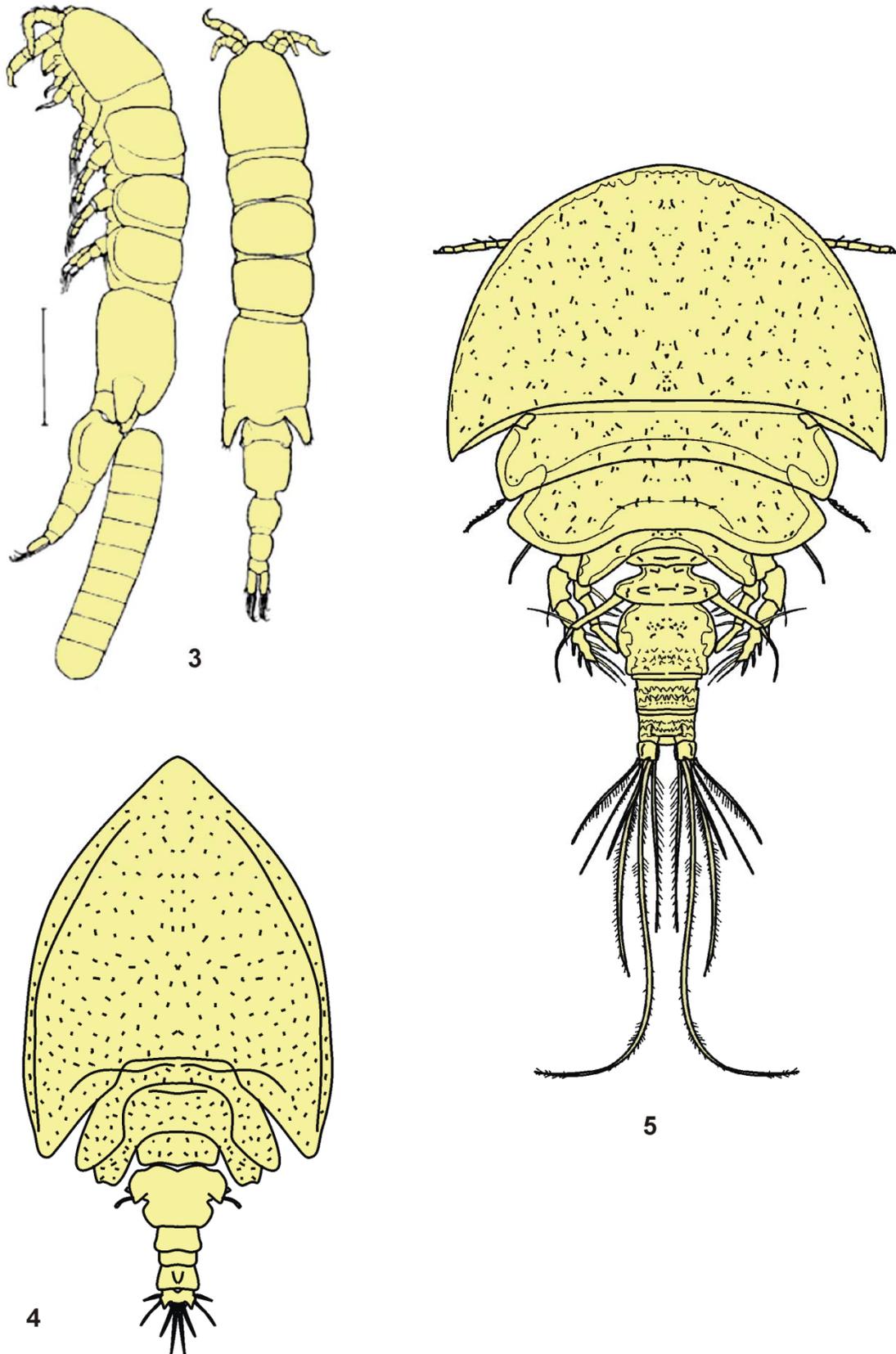
Tabla I. Familias del Orden Siphonostomatoida

Nº	Familia	Nº	Familia
1	Archidactylinidae Izawa, 1996	21	Lernaeopodidae Milne Edwards, 1840
2	Artotrogidae Brady, 1880	22	Lernanthropidae Kabata, 1979
3	Asterocheridae Giesbrecht, 1899	23	Megapontiidae Heptner, 1968
4	Brychiopontiidae Humes, 1974	24	Micropontiidae Gooding, 1957
5	Caligidae Burmeister, 1835	25	Nanaspidae Humes & Cressey, 1959
6	Calverocheridae Stock, 1968	26	Nicthoidae Dana, 1852
7	Cancerillidae Giesbrecht, 1897	27	Pandaridae Milne Edwards, 1840
8	Codobidae Boxshall & Ohtsuka, 2001	28	Pennellidae Burmeister, 1835
9	Coralliomyzontidae Humes & Stock, 1991	29	Pontoeciellidae Giesbrecht, 1895
10	Dichelethiidae Milne Edwards, 1840	30	Pseudocycnidae Wilson C.B., 1922
11	Dicheliniidae Boxshall & Ohtsuka, 2001	31	Pseudohatschekiidae Tang, Izawa, Uyeno & Nagasawa, 2010
12	Dinopontiidae Murnane, 1967	32	Rataniidae Giesbrecht, 1897
13	Dirivultidae Humes & Dojiri, 1980	33	Scottomyzontidae Ivanenko, Ferrari & Smurov, 2001
14	Dissonidae Yamaguti, 1963	34	Siphonostomatoida <i>incertae sedis</i>
15	Ecbathyriontidae Humes, 1987	35	Sphyridae Wilson C.B., 1919
16	Entomolepididae Brady, 1899	36	Sponginticolidae Topsent, 1928
17	Eudactylinidae Wilson C.B., 1932	37	Spongiocnizontidae Stock & Kleeton, 1964
18	Hatschekiidae Kabata, 1979	38	Stellicomitidae Humes & Cressey, 1958
19	Hyponeoidae Heegaard, 1962	39	Tanypleuridae Kabata, 1969
20	Kroyeriidae Kabata, 1979	40	Trebiidae Wilson C.B., 1905

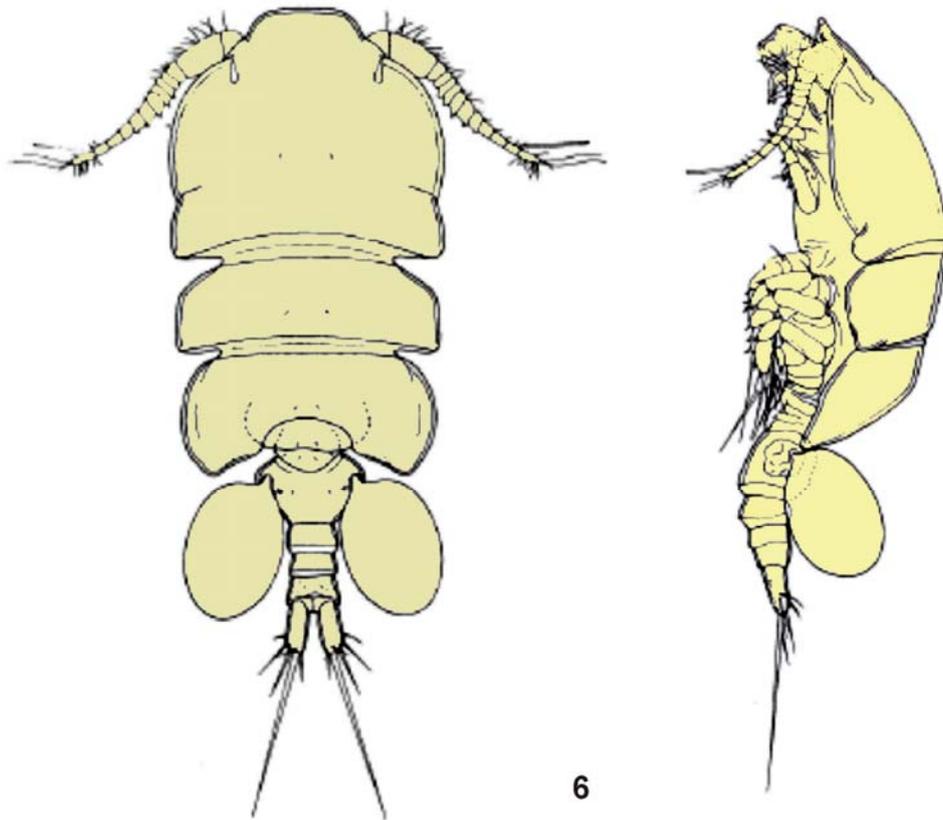
El interés de estudiar sistemáticamente a los sifonostomatoides se remonta al siglo XIX y desde entonces es notable el avance paulatino y constante del conocimiento que sobre estos parásitos se generó y que puede apreciarse en los trabajos de Sars (1917), Stock (1967) y Kabata (1982), entre otros. El interés por el Orden trascendió a regiones en las que las afectaciones que estos copépodos causaban a peces y moluscos, entre otros hospederos, se convirtieron con el tiempo en graves problemas para las actividades humanas.

Desde entonces los estudios sobre el orden, han proporcionado información de los estados adultos y de desarrollo ontogenético y, en ocasiones, de todo el ciclo vital. Las únicas familias del orden que son planctónicas son Megapontiidae Heptner, 1968, Pontoeciellidae Giesbrecht, 1895 y Rataniidae Giesbrecht, 1897 (Vives & Shmeleva, 2010; Razouls *et al.*, 2014).

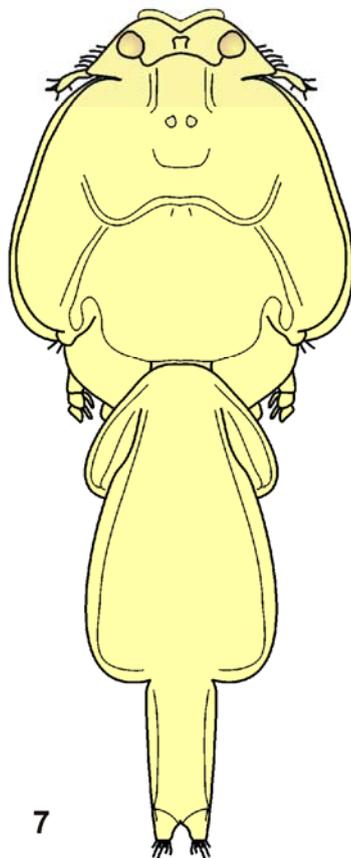
El descubrimiento de especies nuevas de copépodos sifonostomatoides, las reclasificaciones y re-descripciones han permitido profundizar en la biología de estos parásitos, que se han encontrado asociados a corales (Humes, 1997; Johnsson, 2005), moluscos (López-González *et al.*, 1997), moluscos bivalvos (Blacknell, 1973), anfípodos (Bradford, 1975), isópodos (Boxshall & Harrison, 1988), peces (Ho, 2001, 2008, 2010), esponjas (Zagami *et al.*, 2014), mamíferos (Ho, 2007), asteroideos (Ivanenko *et al.*, 2001),



**Figura 3.** *Archidactylina myxinicola*, hembra, hábitus, lateral y dorsal. Tomado de Izawa (1996). **Figura 4.** *Metapontius walteri*, hembra. Redibujado de Johnsson & Neves (2005). **Figura 5.** *Asterocheres reginae*, hembra. Redibujado de Boxshall & Huys (1994).

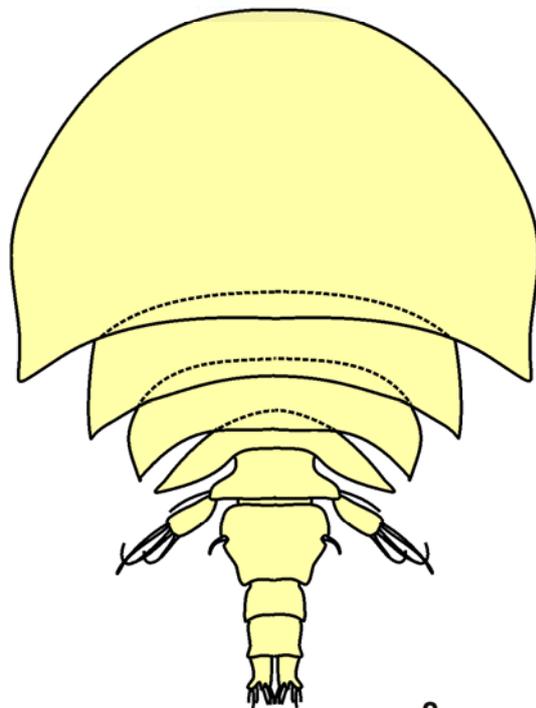


6



7

0,5 mm



8

**Figura 6.** *Dirivultus dentaneum*, hembra, dorsal y lateral. Tomado de Humes & Dojiri (1981). **Figura 7.** *Caligus chamelensis*, hembra, dorsal. Tomado de Morales-Serna *et al.* (2014). **Figura 8.** *Asterocheres siphunculus*, hembra, dorsal. Redibujado de Bahia *et al.* (2012).

equinodermos (Stock, 1967; Boxshall, 2001; Bahía *et al.*, 2012), esponjas (Boxshall, 2001), nudibranchios (Boxshall, 2001), ostrácodos (Bradford, 1975; O'Reilly, 2001), poliquetos (Bellan, 2001), decápodos (Gotto, 1993; Türkay, 2001), isópodos (Lincoln, 1983), anfípodos y misidáceos (Gotto, 1993), entre otros. Ello es un buen indicador del éxito de la diversificación del orden y de sus relaciones simbióticas y parasitarias con numerosos grupos animales; por otra parte constituye un buen indicio de una mayor diversidad de asociaciones en ambientes y hospederos que probablemente no han podido ser registrados de momento, lo que implica que es previsible una mayor biodiversidad del orden.

Para resolver parte de la problemática que implica el identificar a las especies, actualmente existen diversas herramientas auxiliares de gran ayuda para los taxónomos copepodólogos en su labor de reconocer con mayor precisión las identificaciones basadas en características morfológicas y morfométricas contenidas en las claves dicotómicas usuales; algunas de esas claves o guías tienen más de 100 años de antigüedad. Entre estas nuevas herramientas se encuentra la microscopía electrónica de barrido, la microscopía confocal y la biología molecular; esta última es ya de gran uso no solo para los copépodos, sino para toda la biota marina y terrestre ([www.boldsystems.org](http://www.boldsystems.org)).

Si bien la caracterización genética de las especies de copépodos se puede ubicar entre la década de 1970 y 1980 del siglo XX, es en esta primera década del siglo XXI cuando irrumpe como una opción real de apoyo para el taxónomo. Las especies de copépodos de vida libre son las que en mayor número se han sometido a la secuenciación genética (código de barras o *barcoding*), utilizando primordialmente el Citocromo Oxidasa 1 (CO1) con resultados satisfactorio en la mayoría de los casos; de las 18.000 especies de copépodos clasificadas en los diez órdenes reconocidos, se han secuenciado solo a 487, distribuidas en los órdenes Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida, Monstrilloida, Poecilostomatoida y Siphonostomatoida; ninguna especie de los órdenes Platycopioida, Misophrioida, Gellyelloida y Mormonilloida ha sido secuenciada. En el caso del orden Siphonostomatoida, con más de 3.542 especies, solo se han secuenciado a 56 especies provenientes de Canadá, Noruega, Inglaterra y Rusia, principalmente ([http://boldsystems.org/index.php/TaxBrowser\\_TaxonPage/SpeciesSummary?taxid=393](http://boldsystems.org/index.php/TaxBrowser_TaxonPage/SpeciesSummary?taxid=393), consultado el 29/10/2014).

La distribución de las especies parásitas o simbioses suele ser bastante mal conocida y depende, lógicamente, de la de sus hospedadores. Numerosos hospedadores de Siphonostomatoida están registrados para aguas ibero-macaronésicas, pero no así el propio copépodo, por lo que su presencia es probable, pero de momento no está certificada. Esta dificultad aumenta en el caso de las especies marinas, cuya asignación a unas u otras aguas depende de fronteras o límites generalmente arbitrarias. Teóricamente todas las especies presentes simultáneamente en el Atlántico y en el Mediterráneo o en el Atlántico norte y sur, deberían ser asignadas a nuestras aguas territoriales.

La fauna ibero macaronésica apenas dispone de datos y listados de especies presentes. Costello *et al.* (2001) señalaron unas 350 especies para el Mediterráneo, y otros trabajos han señalado numerosas especies para el Atlántico, muchas de las cuales están sin duda presentes en aguas ibéricas y/o macaronésicas.

Respecto a las escasas especies no parásitas, Vives & Shmeleva (2010) mencionan cuatro especies (y dos más como probables) para las aguas de nuestra área de interés: *Hyalopontius typicus* Sars, 1909 (Megapontiidae), *Pontoeciella abyssicolus* (Scott, 1894) (Pontoeciellidae), *Ratania atlantica* Farran, 1926 y *R. flava* Griesbrecht, 1893 (Rataniidae), todas presentes en aguas ibéricas, excepto la primera que además ha sido citada de las Azores.

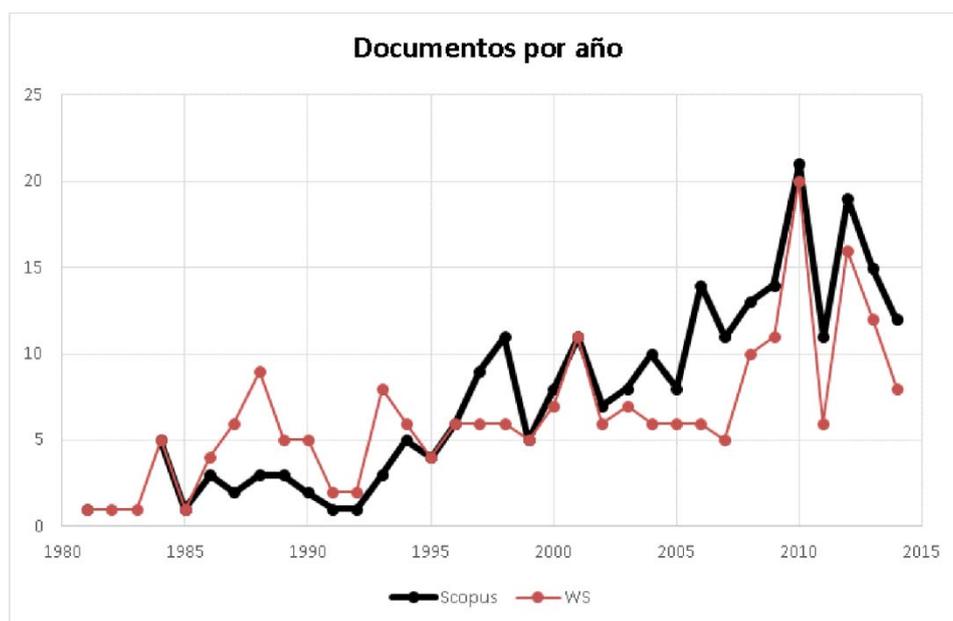
En relación a las aguas macaronésicas, Moro *et al.* (2003) tan solo señalaban a *Eudactylina acuta* van Beneden, 1853 (Eudactiliniidae) como presente en aguas de Canarias, pero desde entonces ha sido descrita otra especie, *Orecturus canariensis* Bandera, Conradi y López-González, 2007 (Asterocheridae), así como otras tres nuevas especies para Madeira (Bandera *et al.*, 2007 y Johnsson, 2001: *Asterocheres madeirensis* Bandera, Conradi & López-González, 2007 [Asterocheridae]; *Cryptopontius madeirensis* Johnsson, 2001 y *Dyspontius gerardius* Johnsson, 2001 [Artotrogidae]). También ha sido descrita recientemente de aguas próximas a Cádiz: *Asterocheres tarifensis* Conradi y Bandera, 2011 (Asterocheridae).

### 3. Fuentes y recursos (impresos y electrónicos) disponibles sobre el orden

La más reciente recopilación bibliográfica sobre el orden está publicada en Vives & Shmeleva (2010), por lo que para un detallado análisis de ese recurso es pertinente acceder a la fuente antes citada. Como mencionan Vives & Shmeleva (2010) las fuentes de las descripciones del orden siguen siendo las originales y las correcciones que se han llevado a cabo posteriormente, por lo que su utilidad en el trabajo taxonómico es innegable y la recurrencia de su uso para la identificación y el reconocimiento de nuevas especies, imprescindible.

La disponibilidad de los artículos, impresos y digitales, para el trabajo científico es un problema que tiene dos causas; la primera es el costo que tiene para las instituciones las suscripciones a las publicaciones periódicas y la segunda es el creciente número de revistas y, por consiguiente, de artículos en todas sus categorías que hacen lento el proceso de selección y procesamiento de información.

Para enfrentarse a esa situación, el uso de las TIC es una alternativa que cada vez fortalece el acceso y procesamiento de la información en prácticamente todos los ámbitos de la ciencia, con variantes que van desde el acceso libre hasta compartir fondos de los consorcios universitarios y gubernamentales para comprar las bases de datos y que hacen que el trabajo de los investigadores y estudiantes se beneficie no solo por la obtención de artículos a texto completo, sino también por herramientas adicionales que permiten llevar a cabo análisis de los recursos bibliográficos antes de recuperarlos (*Web of Science*, *Scopus*, *Google Académico*, *Science Direct*, entre otros).



**Figura 9.** Número de documentos por año sobre el Orden Siphonostomatoida. Gráfico elaborado con datos de Scopus (<http://www.scopus.com/term/analyzer.url>, consultado el 29/10/2014) y de Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/CitationReport.do?>, Consultado el 29/10/2014).

La sistematización de bases de datos bibliográficas avanza paulatinamente a partir de la década de 1960 (*Web of Science*, consultada el 29/10/2014), hasta convertirse en un complejo sistema de información que en éstos tiempos sigue diversificándose. Ejemplo de ello es el crecimiento en el número de documentos publicados sobre el Orden Siphonostomatoida (Fig. 9).

Aunque no todas las revistas científicas existentes se encuentran indizadas en las bases de datos de Scopus, es notable el interés que el Orden ha causado a nivel general, en la medida que la tendencia de incremento de documentos académicos es positiva a partir de la década de 1990. Este mismo patrón es observado en los datos de *Web of Science*, aunque se observan diferencias en algunos de los valores anuales.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la utilización de las TIC en la investigación científica es un conjunto de herramientas que auxilia el trabajo de los estudiosos de la biodiversidad; en particular para los copépodos pueden encontrarse en Internet múltiples sitios con información relativa a prácticamente todos los temas asociados a la biología y ecología de la mayoría de los órdenes. Entre los recursos que existen en Internet dedicados a los sifonostomados se encuentran los siguientes:

- <http://en.wikipedia.org/wiki/Siphonostomatoida>
- <http://eol.org/pages/7038/overview>
- <http://tolweb.org/Siphonostomatoida/6461#refs>
- <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1104>
- <http://www.answers.com/topic/siphonostomatoida>
- [http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=610010](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=610010)
- <https://data.nbn.org.uk/Taxa/NBNSYS0000187093>
- <http://taxondiversity.fieldofscience.com/2011/09/siphonostomatoida.html>
- <http://sealice.myspecies.info/>
- <http://www.biologybrowser.org/taxonomy/term/16269>
- <http://www.lucioesce.net/copepods/intro.htm>
- [http://apps.webofknowledge.com/UA\\_GeneralSearch\\_input.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&SID=1CgiploK7n9vUaHq7NR&preferencesSaved=](http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&SID=1CgiploK7n9vUaHq7NR&preferencesSaved=)
- <http://scholar.google.es/>
- <http://www.scopus.com/>
- <http://www.monoculus.org/copepod-resources.html>
- <http://www.farmedanddangerous.org/salmon-farming-problems/environmental-impacts/sea-lice/>
- <http://www.marine.ie/home/services/operational/sealice/>

La relevancia de los estudios sobre el orden se incrementará conforme sea mayor la calidad y cantidad de información que se obtenga por medios convencionales y con la aplicación de nuevas tecnologías

de análisis digital de características morfológicas y morfométricas; ejemplo de lo anterior es la consulta en Google con las palabras *Sea Lice*, que arrojó 986.000 resultados, Yahoo proporcionó 37.200.000 y MSN 37.500.000 (03/11/2014). Al refinar la búsqueda a Siphonostomatoida, la consulta en Google dio como resultado 302.000 y Yahoo y MSN 16.400, cada uno. Lo anterior es ilustrativo de la disponibilidad de toda clase de información, desde la de tipo técnico hasta la de divulgación al público en general, que existe sobre el orden y que seguramente seguirá aumentando (aunque demande cierta precaución en la pertinencia o fiabilidad de la información).

El reto actual es incorporar a las TIC en el trabajo cotidiano del taxónomo, dada la tendencia a la baja en el interés de esta actividad y el número de quienes a ella se dedican a nivel mundial; los taxónomos del futuro pertenecen a la llamada generación digital, con todo lo que ello implica, por lo que puede avistarse avances importantes en los mecanismos y procedimientos rutinarios del trabajo taxonómico. Esto significa que la comunicación entre investigadores se acelerará y se podrán compartir recursos para generar información, intercambio de experiencias, conversaciones virtuales, llevar a cabo proyectos en colaboración, etc, que incidan en el avance en el conocimiento de todos los órdenes de copépodos.

#### 4. Referencias

- ALEXANDER, C. G. 1988. The Paragnaths of Some Intertidal Crustaceans. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **68**: 581-590.
- BAHIA, C., R. CANÁRIO, E. G. NEVES & R. JOHNSSON 2012. *Asterocheres siphunculus*, a new species of Asterocheridae (Copepoda, Siphonostomatoida) associated with *Eucidaris tribuloides* (Lamarck, 1816) (Echinodermata, Echinoidea) in Brazil. *Zoosymposia*, **8**: 29-38.
- BANDERA, M. E., M. CONRADI & P. J. LÓPEZ-GONZÁLEZ 2007. Two new asterocherid species (Siphonostomatoida: Asterocheridae) from Madeira and the Canary Islands (eastern Atlantic). *Marine Biology Research*, **3**(2): 93-108.
- BELLAN, G. 2001. Polychaeta, in: Costello, M.J. et al. (Ed.) (2001). *European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels*, **50**: 214-231.
- BENZ, G.W. 1993. *Evolutionary biology of Siphonostomatoida (Copepoda) parasitic on vertebrates*. Ph. D. Thesis, University of British Columbia, Vancouver, Canada. 183 pp.
- BOXSHALL, G. A. 1986. A new genus and two new species of Pennellidae (Copepoda: Siphonostomatoida) and an analysis of evolution within the family. *Systematic Parasitology*, **8**(3): 215-225.
- BOXSHALL, G. A., 1990. The skeletomusculature of Siphonostomatoid copepods, with an analysis of adaptive radiation in structure of the oral cone. *Philosophical Transaction The Royal Society London B*, **328**: 167-212. Accesible (2014) en: <http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/roytpb/328/1246/167.full.pdf>
- BOXSHALL, G. 2001. Copepoda (excl. Harpacticoida), in: Costello, M.J. et al. (Ed.) (2001). *European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoines Naturels*, **50**: 252-268
- BOXSHALL, G. A. 2014. Siphonostomatoida. Accessed through: *World Register of Marine Species*, Accesible (2014) en <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1104>
- BOXSHALL, G. A. & K. HARRISON 1988. New nicothoid coepods (Copepoda: Siphonostomatoida) from an amphipod and from deep-sea isopods. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology*, **54**(6): 285-299.
- BOXSHALL, G. A. & R. HUYSS 1994. *Asterocheres reginae*, a new species of parasitic copepod (Siphonostomatoida: Asterocheridae) from a sponge in Belize. *Systematic Parasitology*, **27**: 19-33.
- BOXSHALL, G.A. & M. MONTÚ 1997. *Copepods parasitic on Brazilian Coastal Fishes: a handbook*. Nauplius, Río Grande, 5/1: 1-225.
- BOXSHALL, G. A. & S. OHTSUKA 2001. Two new families of copepods (Copepoda: Siphonostomatoida) parasitic on Echinoderms. *Journal of Crustacean Biology*, **21**(1): 96-105.
- BRADFORD, J. M. 1975. New parasitic Choniostomatidae (Copepoda) mainly from Antarctic and subantarctic Ostracoda. *Memoirs of the New Zealand Oceanographic Institute*, **67**: 1-36, fig. 1-16.
- CONRADI, M. & M. E. BANDERA 2011. Asterocherids (Copepoda: Siphonostomatoida) associated with marine invertebrates in the Strait of Gibraltar. *Zootaxa*, **2925**: 1-18.
- COSTELLO, M. J., C. S. EMBLOW & R. WHITE (editors), 2001. European Register of Marine Species. A check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. *Patrimoines naturels*, **50**: 463 pp.
- DOJIRI, M. & J.-S. HO 2013. *Systematics of the Caligidae, Copepods Parasitic on Marine Fishes*. Crustaceana Monographs, vol. 18, 448 pp.
- GOLLNER, S., V.N. IVANENKO, P.M. ARBIZU & M. BRIGHT 2010. Advances in Taxonomy, Ecology, and Biogeography of Dirivultidae (Copepoda) Associated with Chemosynthetic Environments in the Deep Sea. *PLoS ONE*, **5**(8): e9801. Accesible (2014) en: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0009801>
- HO, J.-S. & S. GÓMEZ 2001. Redescription of *Lepeophtheirus marginatus* Bere, 1936 (Copepoda: Caligidae) and relegation of *L. christianensis* Wilson, 1944 and *L. orbicularis* Shiino, 1960 as its synonyms. *Proceedings of The Biological Society of Washington*, **114**(4): 897-906.
- HO, J.-S. & C.-L. LIN 2010. Two species of *Parapetalus* (Copepoda: Caligidae) parasitic on marine fishes of Taiwan. *Journal of the Fisheries Society of Taiwan*, **37**(4): 231-238.

- HO, J.-S., K. NAGASAWA & I.-H. KIM 2007. *Sarcotretes longirostris* N. sp. (Copepoda: Pennellidae) parasitic on bluefin driftfish (*Psenes pellucidus*) from the stomachs of short-finned pilot whales caught off Japan. *Journal of Crustacean Biology*, **27**(1): 116-120.
- HO, J.-S., S.-H. CHENG, W.-CH. CHANG & CH.-L. LIN 2008. Two species of Siphonostomatoid copepods parasitic on Marine Fishes of Taiwan. *Journal of the Fisheries Society of Taiwan*, **35**(1): 87-99.
- HUMES, A. G. 1997. Two siphonostomatoid copepods (Coralliomyzontidae) associated with the ahermatypic coral *Tubastraea* in the Moluccas. *Hidrobiologia*, **344**:195-203.
- HUMES, A.G. & M. DOJIRI 1980. A new siphonostome family (Copepoda) associated with a vestimentiferan in deep water off California. *Pacific Science*, **34**(2): 143-151.
- HUYS, R. & G.A. BOXSHALL 1991. *Copepod Evolution*. London: The Ray Society. 468 pp.
- IVANENKO, V. N., F. D. FERRARI & A. V. SMUROV 2001. Nauplii and copepodids of *Scottomyzon gibberum* (Copepoda: Siphonostomatoida: Scottomyzontidae, a new family), a symbiont of *Asterias rubens* (Asteroidea). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, **114**(1): 237-261.
- IZAWA, K. 1996. *Archidactylina myxinicola*, new genus, new species (Siphonostomatoida), in a new family of copepoda parasitic on hagfishes (Agnatha: Myxiniformes) from Japan. *Journal of Crustacean Biology*, **16**(2): 406-417.
- JOHNSON, R. 2001. Two new artotrogids (Copepoda: Siphonostomatoida) from Madeira Island, Portugal. *Hydrobiologia*, **453-454**: 431-440.
- JOHNSON, R. & E. G. NEVES 2005. A revision of *Metapontius* (Siphonostomatoida: Artotrogidae) with the description of a new species associated with an octocoral from Eniwetok Atoll, Marshall Islands (USA). *Zootaxa*, **1035**: 51-59.
- KABATA, Z. 1982. Copepoda (Crustacea) Parasitic on Fishes: Problems and Perspectives. In W.H.R. Lumsden, R. M. & J. R. Baker (eds): *Advances in Parasitology*. vol Volume 19. Academic Press, 1-71.
- KABATA, Z. 1992. *Copepods Parasitic on Fishes*. Synopses of the British Fauna (New Series) edited by Doris M. Kermack, R. S. K. Barnes & J. H. Crothers. No. 47, Universal Book Services/Dr W. Backhuys Oegstgeest, The Netherlands, 135 pp.
- LINCOLN, R.J. & G.A. BOXSHALL 1983. Deep-sea asellote isopods of the north-east Atlantic: the family Dendrotonidae and some new ectoparasitic copepods. *Zool. J. Linn. Soc.*, **79**: 297-318.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, P. J., M. CONRADI & J.C. GARCÍA-GÓMEZ 1997. New records of copepods associated with marine invertebrates from the Strait of Gibraltar and nearby areas. *Miscellanea Zoologica*, **20**(1): 101-110.
- MARTIN, J. W. & G.E. DAVIS 2001. *An updated classification of the recent Crustacea*. Science Series, 39. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles, CA (USA). vii, 123 pp.
- MORO, L., J. L. MARTÍN, M. J. GARRIDO & I. IZQUIERDO (eds.) 2003. *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales) 2003*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. 248 pp. Accesible (2014) en: <http://www.interreg-bionatura.com/pdfs/listaespeciesmarinascanarias.pdf>
- MORALES-SERNA, F. N., C. D. PINACHO-PINACHO, S. GÓMEZ & G. P. P. DE LEÓN 2014. Diversity of sea lice (Copepoda: Caligidae) parasitic on marine fishes with commercial and aquaculture importance in Chamela Bay, Pacific coast of Mexico by using morphology and DNA barcoding, With description of a new species of *Caligus*. *Parasitology International*, **63**(1): 69-79.
- O'REILLY, M. G. 2001. A new species of parasitic copepod *Sphaeronella gottoi* n.sp. (Siphonostomatoida: Nicothoidae) from an ostracod collected off the east coast of Scotland. *Glasgow Naturalist*, **23**(6): 43-46.
- RAZOULS C., F. DE BOVÉE, J. KOUWENBERG, N. DESREUMAUX 2005-2014. *Diversity and Geographic Distribution of Marine Planktonic Copepods*. Accesible (2014) en: <http://copepodes.obs-banyuls.fr/en>
- SARS, G. O. 1917. *An account of the Crustacea of Norway*. In: Museum, T. B. (ed). vol VI, Norway.
- STOCK, J. H. 1967. *Dichelina seticauda* n. sp., a New Copepod Parasite of an Indonesian Abyssal Echinid. *Crustaceana Supplement*, **1**: 210-214.
- TÜRKAY, M. 2001. Decapoda, in: Costello, M.J. et al. (Ed.) (2001). *European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Collection Patrimoine Naturels*, 50: pp. 284-292.
- VIVES, F. & A. SHMELEVA 2010. *Crustacea, Copépodos marinos II. Non Calanoida*. In: Fauna Ibérica, vol. 33. Ramos et al. (eds.), Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, 486 pp.
- ZAGAMI, G., G. COSTANZO & C. BRUGNANO 2014. Two new species of asterocherid (Copepoda: Siphonostomatoida) associated with a sponge from the Strait of Messina, Italy: taxonomic and ecological traits. *Journal of Natural History*, **48**(37-38): 1-20.